

**Evaluación de dos procesos de maduración en
los músculos *longissimus dorsi* y *bíceps brachii*
en carne de res**

Bécquer Porfirio López Alvarado

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de dos procesos de maduración en
los músculos *longissimus dorsi* y *bíceps brachii*
en carne de res**

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

Presentado por

Bécquer Porfirio López Alvarado

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

Evaluación de dos procesos de maduración en los músculos *longissimus dorsi* y *bíceps brachii* en carne de res

Presentado por:

Bécquer Porfirio López Alvarado

Aprobado:

Adela Acosta Marchetti, D.C.T.A.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Josué Leonardo Castro, Ing.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

López, B.P. 2009. Evaluación de dos procesos de maduración en los músculos *longissimus dorsi* y *biceps brachii* en carne de res. Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 29 p.

El objetivo general del estudio fue determinar dos procesos de maduración de la carne de res en las propiedades físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas de los músculos *longissimus dorsi* (lomo) y *biceps brachii* (posta de paleta). Se analizaron dos músculos en dos diferentes procesos de maduración (colgado en canal y desposte en bandeja) para un total de cuatro tratamientos. Se realizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial 2x2, con cuatro tratamientos y tres bloques para un total de 12 unidades experimentales. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza con un modelo lineal (GLM), con separación de medias Tukey, LS means y medidas repetidas en el tiempo con una significancia de $P \leq 0.05$. Las variables evaluadas fueron pH, fuerza de corte, valores de color L^* , a^* y b^* y los atributos sensoriales de color, aroma, suavidad, sabor y aceptación general en los días uno y siete de aplicados los tratamientos. También se evaluó análisis de TBA y aerobios mesófilos totales al tratamiento mejor aceptado de cada bloque en el día siete del estudio. El tratamiento con una menor fuerza de corte fue el tratamiento lomo sin hueso y el tratamiento con mayor fuerza de corte fue posta con hueso. Los tratamientos más aceptados sensorialmente fueron lomo sin hueso y posta sin hueso, el menos aceptado fue posta con hueso. La posta de paleta, músculo de dureza intermedio, se calificó sensorialmente con una textura y aceptación igual que el lomo cuando se maduraba sin el hueso. Madurar sin el hueso, en relación a madurar en el hueso, aumenta significativamente la suavidad del corte.

Palabras Claves: Maduración con hueso.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	5
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25
8. ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Medias del valor L* de color para los tratamientos.	9
2. Medias del valor a* de color para los tratamientos.	10
3. Medias del valor b* de color para los tratamientos.	12
4. Medias del valor de pH para los tratamientos.	13
5. Análisis de TBA	15
6. Medias del valor fuerza de corte para los tratamientos.	16
7. Análisis microbiológico de aerobios mesófilos totales	17
8. Límite de microorganismos en carne fresca	18
9. Medias del atributo aroma para los tratamientos.	18
10. Medias del atributo textura para los tratamientos.	19
11. Medias del valor b* de color para los tratamientos.	20
12. Medias del atributo color para los tratamientos.	20
13. Medias del atributo aceptación para los tratamientos.	21
14. Prueba T-Student	22
15. Correlación textura con instron	22
16. Correlación aceptación general con instron	22
Figura	
1. Gráfico de factores valor a* con maduración día uno	11
2. Gráfico de factores valor a* con maduración día siete.	11
3. Gráfico de factores pH con maduración día uno	14
4. Gráfico de factores pH con maduración día siete.	14
5. Gráfico de factores fuerza de corte con maduración día uno	16
6. Gráfico de factores fuerza de corte con maduración día siete	17
Anexo	
1. Formato de evaluación sensorial de aceptación	28
2. Formato de evaluación sensorial de preferencia	29

1. INTRODUCCIÓN

La industria cárnica se encuentra en constantes cambios, debido al desarrollo de nuevos procesos que permitan elaborar productos de alta calidad para el consumo humano, procesos en los cuales se obtengan productos con atributos preferidos por el consumidor como: color, aroma, suavidad y sabor. Dentro de esos procesos se encuentra la maduración, un proceso químico-biológico en el cual intervienen enzimas endógenas y microorganismos que degradan los tejidos conjuntivos y aumentan la palatabilidad del musculo, convirtiendo de esta forma una carne que brinde mayor ternura y sabor.

La maduración hace que la carne, que recién sacrificada es dura y de sabor anodino, adquiera una estructura delicada y un sabor agradable y aromático y que llega a ser más fácilmente digerible (Plank 1980). En la planta de Industrias Cárnicas de Zamorano, se necesitan cortes de carne de res con altos niveles de ternura, sabor, aroma etc. para desarrollar y transformar productos de alta calidad. El método de maduración en carne fresca busca desarrollar esas características anteriormente mencionadas en la canal a través de la refrigeración y el tiempo. Después de la etapa de sacrificio, la canal se deja reposar 24 horas a bajas temperaturas, durante esta etapa la canal sufre cambios en su estructura muscular debido a un proceso llamado “rigor mortis”, este tiene una influencia directa en la calidad del producto.

Cuando se realiza el sacrificio de un animal, se interrumpe la circulación sanguínea, como consecuencia de la operación de desangrado. En este momento, cesa el suministro de oxígeno y sustancias nutritivas y se inicia la eliminación de dióxido de carbono y otros metabolitos, quedando destruido el equilibrio dinámico en el músculo, dependiendo de la especie y temperatura, los músculos pierden su elasticidad, su poder de absorber agua y asumen la rigidez cadavérica, que lentamente va a ir desapareciendo. En esta segunda fase de pérdida de dureza de la masa muscular, interviene un nuevo conjunto de fenómenos químicos, a consecuencia de los cuales parte de la materia muscular se transforma en compuestos solubles y se realiza así lo que se ha dado en llamar maduración de la carne. (Amerling 2001).

Este proyecto tuvo como objetivo diferenciar dos procesos de maduración: colgado en canal (*Longissimus dorsi* y *bíceps brachii*) y despostado en bandejas (*Longissimus dorsi* y *bíceps brachii*).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Evaluación de dos procesos de maduración en los músculos *longissimus dorsi* y *biceps brachii* en carne de res.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar análisis de fuerza de corte y color de los tratamientos, a los días uno y siete del estudio.
- Analizar sensorialmente las características de color, aroma, textura, sabor y aceptación general de los tratamientos, a los días uno y siete del estudio.
- Analizar el pH de los tratamientos, a los días uno y siete del estudio.
- Realizar análisis de TBA al mejor tratamiento en el día siete de cada repetición de acuerdo al análisis de aceptación de los tratamientos.
- Realizar análisis de aerobios mesófilos totales a los tratamientos al día siete al final del estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Estudios detallados han venido a mostrar que permitiendo el envejecimiento de la canal o de las piezas de la misma durante por lo menos 3 días, se obtiene un resultado de mejora de las cualidades comestibles. Los cambios post-mortem del músculo (conocidos como condicionamiento maduración o envejecimiento) dan particularmente como resultado una carne más tierna. Típicamente, el canal o las piezas cortadas envejecerán entre 3 días y 12 semanas. En una forma preferible de ejecución, el envejecimiento tiene lugar entre 4 y 10 días, típicamente 7 días. También se revela beneficioso el envejecimiento (o maduración o acondicionamiento) de las piezas de pierna y lomo. Puede, como alternativa, envejecerse la totalidad de la res muerta. Las piezas o el canal entero son típicamente envejecidos a una temperatura de 0-4 °C durante un período de entre 3 días y 12 semanas. No obstante, las pruebas efectuadas han venido a mostrar que es preferible un período de envejecimiento de 10 días (Fisher *et al.* 1998).

Se compararon por ternera músculos principales de varios cortes comerciales, de reses colgadas del garrón y de la cadera, en combinación con dos períodos de maduración. Los resultados mostraron tendencias similares a los de EE.UU. Sin exacta relación causa-efecto, se observa en general que mejora la ternera de los cortes analizados y puede lograrse en menos tiempo (Ludden 1980).

En la calidad de la carne influyen varios factores que permiten que ésta sea aceptada por el consumidor. Algunas características van desde la higiene e inocuidad del producto, su contenido nutricional, y las características organolépticas como aroma, sabor, color, jugosidad y ternera. Esta probado que la ternera es el atributo o característica sensorial de calidad más importante que determina la aceptación por parte del consumidor (Kannan *et al.* 2002).

Junto a la calidad de la carne, la calidad o valor nutricional de la carne de res son los dos factores que más influencia ejercen sobre las decisiones de compra que toma el consumidor. La carne es una de las mejores y principales fuentes de proteína y su costo es alto comparado a otras fuentes de este mismo nutriente. (Wulf *et al.* 1997).

Estudios histoquímicos han reportado la localización de las catepsinas y explicado su participación en el ablandamiento de la carne. Se ha encontrado que al cuarto día del proceso de maduración las catepsinas están más difundidas en la fibra muscular, lo que permite deducir que una vez degradada la membrana de los lisosomas durante el descenso

de pH posmortem, la acción de las enzimas se incrementa con el tiempo de almacenamiento (Énfasis Alimentación Latinoamérica 2007).

Una de las tecnologías utilizadas en otros mercados mundiales para disminuir la variabilidad en cuanto a la terneza y añadirle valor a la carne es el proceso de maduración o añejar (Huertas-Liedez *et al.* 2004). El añejar posmortem es el método más popular para aumentar y optimizar la terneza (George-Evins *et al.* 2004).

Los músculos relajados o estirados permanecen relativamente suaves. El acortamiento muscular por frío se puede evitar al utilizar el método de “tenderstretch”, lo cual mejora la suavidad del músculo. Las medias reses generalmente cuelgan del tendón de Aquiles, mientras que las canales “tenderstretch” se cuelgan por el ligamento sacrosomático o hueso púbico. Este método mejora la suavidad por un efecto mecánico y no fisiológico (Quirós 2006).

De todas las características sensoriales que contribuyen a la calidad de la carne, la terneza es probablemente la más importante a la hora de su consumo, ya que ésta determina en gran medida su aceptación o rechazo por parte del consumidor (Belk *et al.* 2001; Kannan *et al.* 2002). Por ende, la satisfacción en la percepción de este atributo, incluyendo el sabor y aceptación general, por parte de los consumidores indica que éstos podrían comprar el producto a pesar de su valor económico si se les garantiza un producto tierno (Brooks *et al.* 2000; Foote *et al.* 2004; George-Evins *et al.* 2004; Kuber *et al.* 2004).

Las diferencias en terneza se deben principalmente a la localización y función del músculo en la vida del animal. Estas diferencias generalmente son atribuidas a las diferencias en el contenido del colágeno existentes entre músculos y/o a diferencias en la contracción y estiramiento durante el rigor mortis. Además, estos entienden que el largo del sarcómero de la fibra muscular y la proteólisis endógena son factores determinantes en la terneza de la carne (King *et al.* 2003).

Varios estudios coinciden en que la madurez fisiológica del animal y la terneza están inversamente relacionadas. La carne proveniente de vacas de descarte, las cuales son una parte importante de la carne disponible, tiende a ser de inferior palatabilidad en comparación a las otras opciones existentes en el mercado (Boleman *et al.* 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La preparación de los tratamientos se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano, los análisis sensoriales se realizaron en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Los análisis químicos y físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ); así como también los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de granos y semillas. Todos estos centros de educación e investigación se encuentran ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales generales

- Cuestionario de evaluación sensorial
- Lápiz
- Lomo (*Longissimus dorsi*) con una dimensión de 2x2x2 cm
- Posta de paleta (*Biceps brachii*) con una dimensión de 2x2x2 cm
- Bolsas de plástico
- Cajas de cartón
- Sal
- Vasos de plástico
- Platos de plástico
- Galletas soda
- Agua
- Bandejas de Polietileno de alta densidad

3.2.2 Materiales para análisis químicos

- Éter
- 1-butanol
- Acido tiobarbiturico

- Agua destilada
- Equipo para análisis químicos y físicos
- Balones
- Beakers
- Tubos de ensayo
- Soxleth
- Campana de gases
- Medidor de Textura Instron modelo 444
- Accesorios acoplables: guillotina.
- Pie de rey y regla
- Potenciómetro portátil Oakton
- Cuarto frío (6°C)
- ColorFlex HunterLab®.
- Cuarto frío

3.2.3 Materiales para análisis microbiológicos

- Tubos de ensayo con 9 ml de agua de dilución (agua peptonada)
- Bolsas estériles
- Alcohol al 70%
- Erlenmeyers
- Parafilm
- Pipetas de 10ml y 1 ml
- Medio de cultivo PCA
- Platos Petri
- Espátula
- Gradilla

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Preparación de las muestras

Se utilizaron 2 canales por cada bloque, para un total de 6 canales. La edad aproximada de las reses oscilaba entre los 20 y 26 meses. Se dejaron reposar las seis canales durante 24 horas a una temperatura de 2 ± 4 °C después de la cosecha. Posteriormente se despostaron las seis canales de reses para seguir con la preparación de los tratamientos.

3.3.2 Preparación de los tratamientos

Se extrajeron dos músculos de cada canal: longissimus dorsi y bíceps brachii. Se elaboraron cuatro tratamientos de acuerdo con los dos tipos de maduración que se evaluaron: longissimus dorsi colgado en canal, longissimus dorsi despostado en bandeja, bíceps brachii colgado en canal y bíceps brachii despostado en bandeja por cada canal.

Los tratamientos colgados en la canal se dejaron a una temperatura de 2 ± 4 °C durante siete días en el cuarto frío; los tratamientos despostados en bandejas, se despostaron y se les retiró el tejido conectivo que cubre el músculo, luego se colocaron en bandejas de polietileno de alta densidad a una temperatura de 2 ± 4 °C durante siete días.

3.3.3 Análisis de color y pH

Los análisis de color se evaluaron en el colorímetro Hunter Lab, colocando los 4 tratamientos con una dimensión de 5x5 cm en el equipo de medición, se analizaron los parámetros de (L*) intensidad de claro a oscuro, (a*) intensidad de verde a rojo, (b*) intensidad de azul a amarillo, los datos de (L*) son calificados de 0-100, los datos de (a*) son calificados de -60 a 60 así como también los datos de (b*) son calificados de -60 a 60. Se tomaron 3 datos por cada tratamiento en las dos medidas repetidas en el tiempo, al final del estudio se promediaron los 3 datos.

El pH se evaluó con el potenciómetro portátil Oakton. Se tomó 1 gramo por cada tratamiento más 9 ml de agua destilada, se filtro la mezcla para obtener una emulsión en donde se pudieran tomar los datos; se tomo una lectura por cada tratamiento para luego promediarla entre los cuatro tratamientos finales.

3.3.4 Análisis de TBA

Se tomaron los 3 mejores tratamientos por cada bloque del día siete de acuerdo al análisis sensorial de aceptación con el atributo de aceptación general.

Se secaron las muestras durante 48 horas a una temperatura de 60 °C para eliminar la humedad, se extrajo la grasa de las muestras con extracto etéreo en el soxleth, luego se realizó una composición de grasa entre 50-200 mg con 25 ml de 1-butanol, se procedió a la mezcla de 5 ml de solución grasa-butanol con 5 ml de ácido tiobarbitúrico, se dejó reposar durante 2 horas en baño maría para luego ser analizado en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 530 nm.

3.3.5 Análisis de Textura

Se utilizó el INSTRON 4444® con Acople guillotina para el análisis de los 8 tratamientos registrando tres repeticiones valoradas en kilo Newtons por cada tratamiento, al final se promedió las tres repeticiones entre los cuatro tratamientos finales. La dimensión de la muestra que se utilizó fue de 2x2x2 cm.

3.3.6 Análisis microbiológico

Se analizaron tres tratamientos; los tres mejores de cada bloque en el día siete de acuerdo al análisis sensorial, mediante el método de aerobios totales plate count agar (PCA) de acuerdo a la regulación del BAM descrito por la FDA.

Se tomo 10 gramos aproximadamente de cada tratamiento vertidos en 90 ml de agua peptonada, para luego realizar dos repeticiones en medio de cultivo agar por cada

tratamiento con diluciones de 10^{-1} hasta 10^{-7} . Luego se homogenizo la siembra realizando movimientos circulares, seguido de esto se dejo reposar durante 15 minutos para que solidificara el medio, luego se incubaron las muestras a una temperatura de 35 °C durante 48 horas.

Al finalizar el análisis de laboratorio se prosiguió a realizar el conteo de microorganismos para obtener los datos finales.

3.3.7 Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial de aceptación, con 12 panelistas no entrenados de la carrera de Agroindustria Alimentaria. Se escogieron 4 tratamientos al azar entre las dos canales, se prosiguió a la cocción de las muestras con 2% de sal por cada cubo con una dimensión de 2x2x2 cm, la temperatura interna de cocción se registró en 71 °C.

Dentro del cuestionario de aceptación se evaluaron 5 atributos: color, aroma, sabor, suavidad, aceptación general. Se evaluaron 12 panelistas por cada bloque y día, con un total de 6 evaluaciones sensoriales, dentro de los cubículos de evaluación se colocaron 12 platos de plásticos codificados con los cuatro tratamientos, también se colocaron vasos con agua y galletas de soda para limpiar el paladar al momento de diferenciar entre cada tratamiento por los panelistas. Al obtener los datos de los dos mejores tratamientos de todo el estudio sensorial se realizó una prueba de preferencia dentro del campus estudiantil (Residencias) para determinar si existía diferencia en un tratamiento sobre el otro; la prueba de preferencia se analizo mediante la prueba apareada T-Student.

3.3.8 Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial 2x2, con 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales y medidas repetidas en el tiempo a los días uno y siete. Los datos se evaluaron por medio de un análisis de varianza, un modelo lineal general (GLM), con una separación de medias Tukey y con una significancia exigida de ($P \leq 0.05$). El arreglo factorial se determinó mediante el análisis LSmeans, los análisis de pH, atributos sensoriales, textura y color se analizaron con un BCA con medidas repetidas en el tiempo en los días uno y siete con una interacción entre los días y los tratamientos; utilizando una separación de medias Tukey con una significancia ($P \leq 0.05$). Los análisis de TBA y aerobios totales son una base informativa de los mejores tratamientos recolectados por el análisis sensorial de aceptación. Todos los análisis fueron evaluados por el programa “Statistical Analysis System” SAS® Versión 9.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COLOR

4.1.1 Valor L*

En el día uno se logro observar que el tratamiento 3 fue significativamente más claro que los tratamientos 2 y 1, este no tuvo diferencias significativas con el tratamiento 4, el tratamiento 4 y 1 no tuvieron diferencias significativas; el tratamiento menos claro fue el 2 (cuadro 1).

En el día siete se pudo observar que los tratamientos 4 y 1 no tuvieron diferencias significativas, seguidos por los tratamiento 3 y 2, los cuales no tuvieron diferencia significativa el tratamiento 1. Los tratamientos 2 y 4 tuvieron diferencias significativas a través del tiempo (cuadro 1).

Según Amerling (2001), al cortar la carne y entrar en contacto su superficie con aire, adquiere un tono más brillante, característico de la oximioglobina.

Cuadro 1. Medias del valor L* de color para los tratamientos.

Tratamiento	L* día 1 Media \pm DE ^ψ	L* día 7 Media \pm DE
1. Desposte en bandeja, posta	30.53 \pm 1.96 ^{cb(x)}	32.36 \pm 1.54 ^{ab(x)}
2. Desposte en bandeja, lomo	29.38 \pm 0.05 ^{c(x)}	30.28 \pm 0.03 ^{b(y)}
3. Colgado en canal, posta	33.48 \pm 0.78 ^{a(x)}	31.74 \pm 0.02 ^{b(x)}
4. Colgado en canal, lomo	32.67 \pm 0.17 ^{ab(x)}	34.30 \pm 0.92 ^{a(y)}
CV ^γ (%)	2.98	2.34

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P \leq 0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P \leq 0.05)

^ψDE-Desviación estándar

CV^γ - Coeficiente de variación

4.1.2 Valor a*

En el día uno el tratamiento 2 fue más rojizo que los tratamientos 3 y 1, este no tuvo diferencias significativas con el tratamiento 4, los tratamientos 4, 1 y 3 no tuvieron diferencias significativas entre sí (cuadro 2).

En el día siete se pudo observar que el tratamiento más rojizo significativamente fue el tratamiento 2 seguido por los tratamientos 2 y 3, los cuales no tuvieron diferencia significativa entre sí; siendo el menos rojizo el tratamiento 1. Los tratamientos 2 y 4 tuvieron diferencias significativas a través del tiempo (cuadro 2).

Según Clydesdale y Francis (1985), la relación de los pigmentos de la carne con relación a la calidad es con respecto al complejo formado por la mioglobina, ya que cuando el oxígeno molecular se une a ella forma la oximioglobina. Si la mioglobina se oxida (pérdida de electrones) se forma entonces la metamioglobina. Cuando la carne se expone al aire ocurre la oxigenación y el consecuente enrojecimiento (oximioglobina).

Cuadro 2. Medias del valor a* de color para los tratamientos.

Tratamiento	a* día 1	a* día 7
	Media \pm DE ^ψ	Media \pm DE
1. Desposte en bandeja, posta	14.27 \pm 1.99 ^{b(x)}	12.35 \pm 0.71 ^{c(x)}
2. Desposte en bandeja, lomo	17.49 \pm 0.11 ^{a(x)}	18.36 \pm 0.08 ^{a(y)}
3. Colgado en canal, posta	14.62 \pm 0.30 ^{b(x)}	13.74 \pm 0.64 ^{b(x)}
4. Colgado en canal, lomo	16.87 \pm 0.13 ^{ab(x)}	14.26 \pm 0.35 ^{b(y)}
CV (%)	6.07	3.21

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P \leq 0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P \leq 0.05)

^ψDE-Desviación estándar

CV^γ- Coeficiente de variación

4.1.3 Factorial valor a* con maduración

En el día uno las interacciones posta con hueso y posta sin hueso presentaron niveles de pigmentación rojiza más elevados que los factores compuestos por los lomos independientemente del tipo de maduración (figura 1).

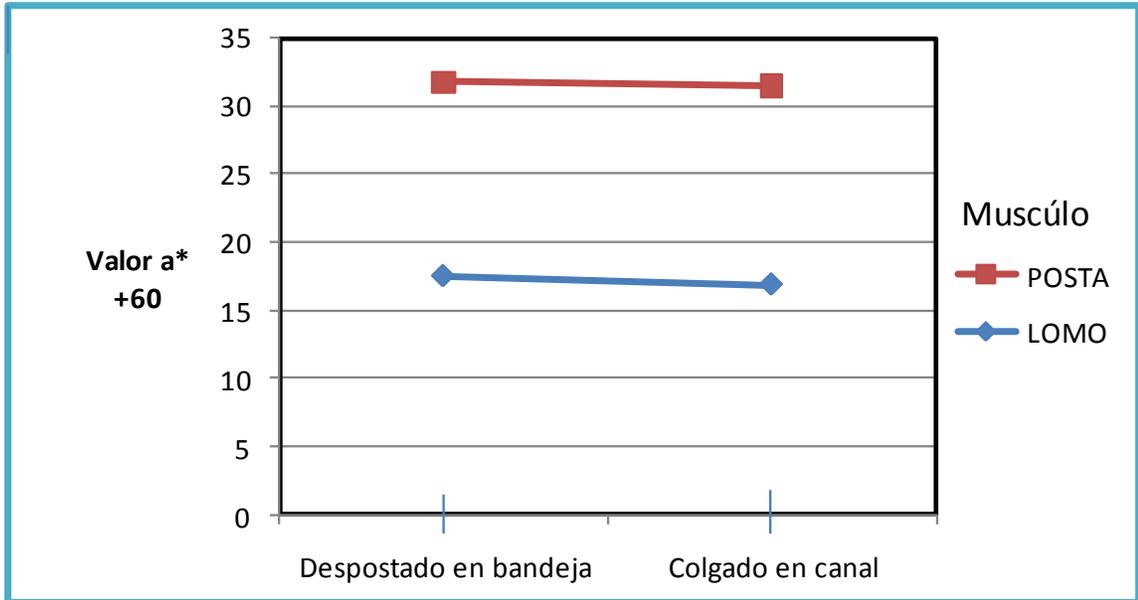


Figura 1. Gráfico de factores valor a* con maduración día uno.

En el día siete las interacciones lomo sin hueso presentaron los niveles de pigmentación rojiza más elevados que el resto de factores, esto se debe a la oxidación de la mioglobina (oximioglobina) en los días de maduración, por el tipo de exposición al medio externo que tiene el corte sin hueso (colocado en bandejas) ya que este tampoco posee tejido conectivo que le sirva como barrera contra el oxígeno (figura 2).

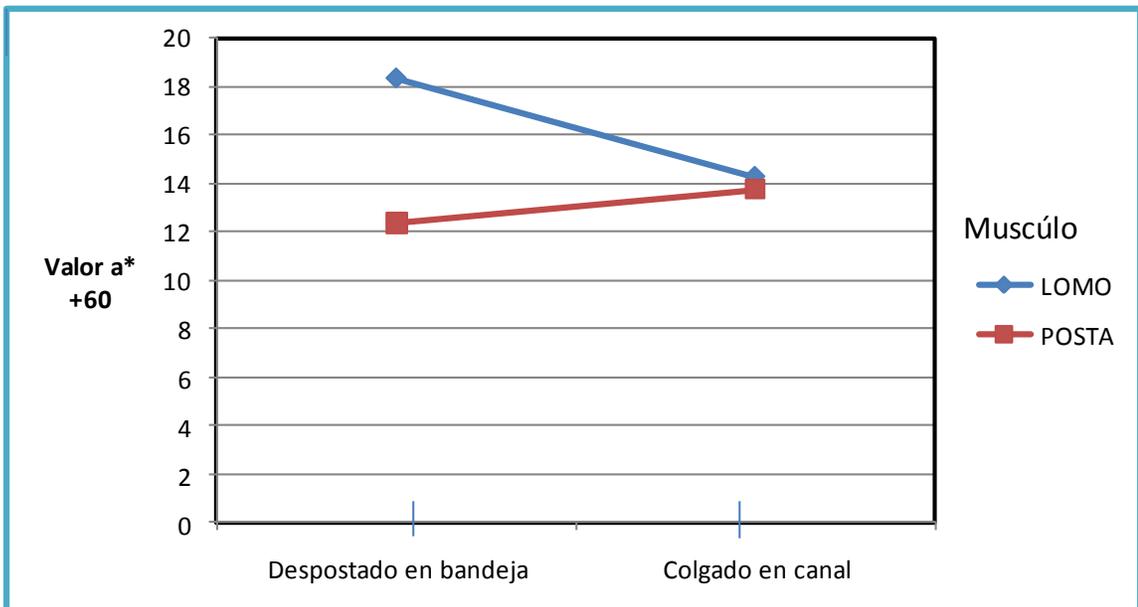


Figura 2. Gráfico de factores valor a* con maduración día siete.

4.1.4 Valor b*

En el día uno, se pudo observar que el tratamiento 2 fue más amarillento significativamente que los tratamientos 3 y 1, este no presentó diferencias significativas con el tratamiento 4, los tratamientos 3 y 1 fueron estadísticamente iguales (cuadro 3).

En el día siete se logró observar que los tratamientos más amarillentos fueron los 1 y 2, los cuales fueron estadísticamente iguales seguidos por los tratamientos 3 y 4 los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí (cuadro 3).

El tratamiento 4 presentó diferencias significativas a través del tiempo, ya que presentó mayor diferencia entre los días uno y siete, bajando su tonalidad amarillenta en el día siete.

Cuadro 3. Medias del valor b* de color para los tratamientos.

Tratamiento	b* día 1 Media ±DE^ψ	b* día 7 Media ±DE
1. Desposte en bandeja, posta	13.01 ± 1.02 ^{cb(x)}	13.52 ± 0.14 ^{a(x)}
2. Desposte en bandeja, lomo	14.41 ± 0.14 ^{a(x)}	14.52 ± 0.18 ^{a(x)}
3. Colgado en canal, posta	12.37 ± 0.37 ^{c(x)}	12.80 ± 0.59 ^{b(x)}
4. Colgado en canal, lomo	13.81 ± 0.16 ^{ab(x)}	12.21 ± 0.29 ^{b(y)}
CV (%)	3.51	3.23

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P≤0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P≤0.05)

^ψDE-Desviación estándar

CV^γ- Coeficiente de variación

4.2 ANÁLISIS DE PH

En el día uno se pudo observar que todos los tratamientos 1 (desposte en bandeja, posta), 2 (desposte en bandeja, lomo), 3 (colgado en canal, posta) y 4 (colgado en canal, lomo), fueron estadísticamente iguales (P>0.05). Manteniéndose en el rango que dicta la literatura (cuadro 4).

En el día 7 se logró observar diferencias significativas (P≤0.05), los tratamientos con pH más ácidos significativamente fueron 1 y 2; seguidos por el tratamiento 3, este no tuvo diferencia significativa (P>0.05) con los tratamientos 1 y 2, el menos ácido significativamente fue el tratamiento 4, el tratamiento 3 y 4 no tuvieron diferencia significativa entre sí (P>0.05). Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 tuvieron un descenso significativo a través del tiempo (P≤0.05) (cuadro 4).

Según Lawrie (1984), de los diversos factores que pueden influenciar el bouquet de la carne. La influencia del pH final del músculo de la carne de ovino y bovino de animales bien alimentados y no estresados tiene un pH final normal en el rango de (5.4 – 5.8). Según Énfasis Alimentación Latinoamérica (2007), las enzimas se localizan en el interior de los lisosomas y se liberan cuando desciende el pH después del sacrificio, durante la etapa postmortem, debido a que las membranas lipoproteicas de los lisosomas se rompen al existir diferencias en presión ejercida por los iones hidronio en el ambiente celular.

Cuadro 4. Medias del valor de pH para los tratamientos.

Tratamiento	pH día 1 Media ±DE^ψ	pH día 7 Media ±DE
1. Desposte en bandeja, posta	5.82 ± 0.02 ^{a(x)}	5.23 ± 0.05 ^{b(y)}
2. Desposte en bandeja, lomo	5.51 ± 0.24 ^{a(x)}	5.21 ± 0.14 ^{b(y)}
3. Colgado en canal, posta	5.63 ± 0.28 ^{a(x)}	5.33 ± 0.11 ^{ab(x)}
4. Colgado en canal, lomo	5.69 ± 0.20 ^{a(x)}	5.43 ± 0.11 ^{a(y)}
CV (%)	2.02	1.05

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P≤0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P≤0.05)

^ψDE-Desviación estándar

CV^r- Coeficiente de variación

4.2.1 Factorial pH con maduración

En el día uno las interacciones lomo despostado en bandeja presentaron los niveles de pH más bajos, en comparación con el resto de factores, seguido por posta colgado en canal y lomo colgado en canal, por último lomo despostado en bandeja, todos estos valores se encuentran dentro del rango normal de pH en la carne (5.2-5.8) (figura 3).

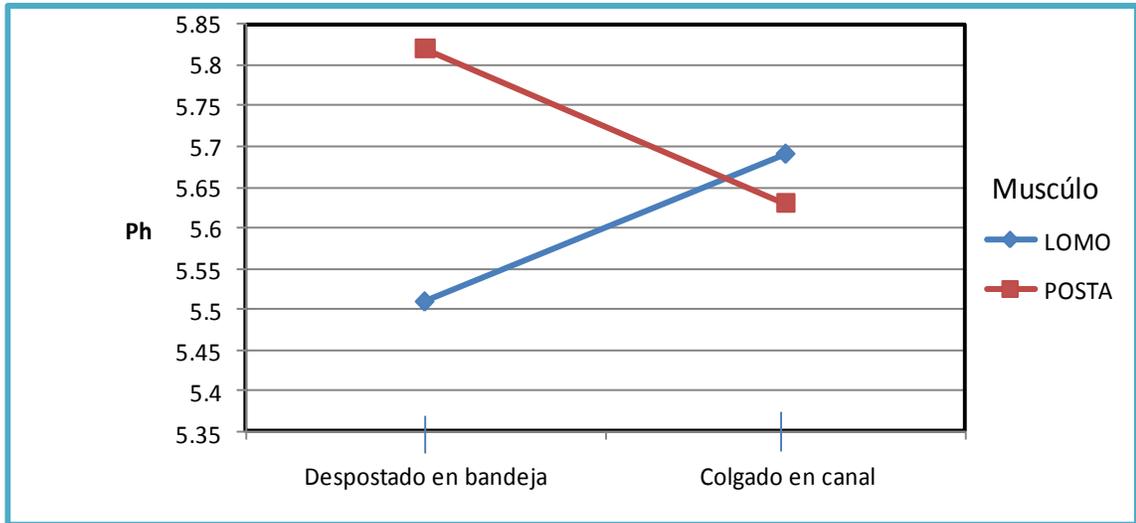


Figura 3. Gráfico de factores pH con maduración día uno.

En el día siete las interacciones lomo despostado en bandeja y posta colgado en canal presentaron los niveles de pH más bajos a través de los días de maduración, esto se debe a la contaminación de bacterias ácido-lácticas que se encuentran en el medio de almacenamiento, ya que los corte despostados en bandejas son más propensos a la contaminación microbiana por el tipo de exposición (figura 4).

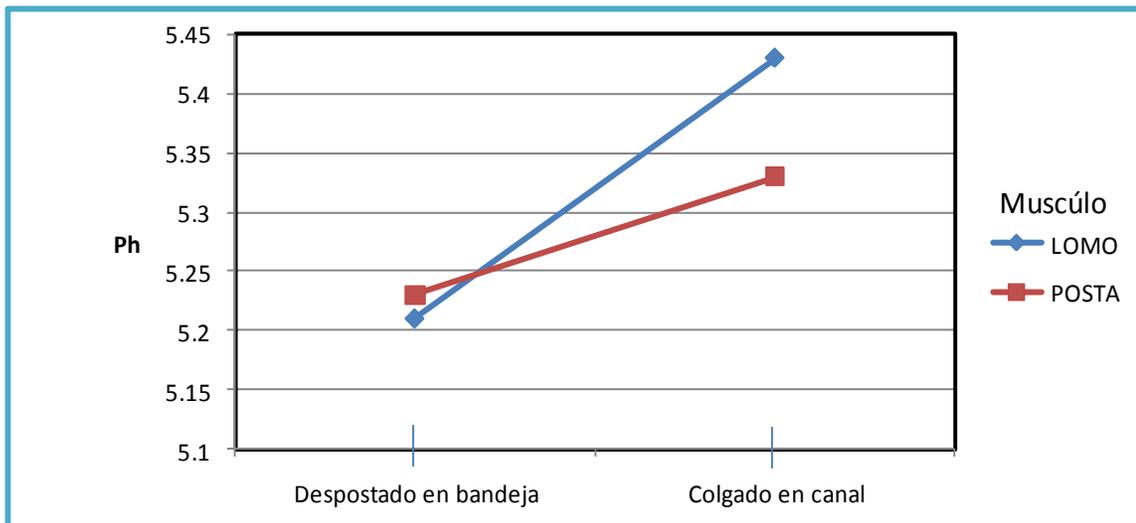


Figura 4. Gráfico de factores pH con maduración día siete.

4.3 ANÁLISIS DE TBA

Los parámetros de TBA se encuentran dentro de lo establecido para el consumo humano, según Chow (1992), 2 mg de TBA/kg de carne, es considerado como límite de aceptabilidad sensorial en cuanto a la oxidación de lípidos (cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de TBA

Tratamiento	mg MA /kg
2. Despostado en bandeja, lomo	0.045

4.4 ANÁLISIS DE FUERZA DE CORTE

En el día uno el tratamiento 4 presentó una diferencia significativa de menor fuerza de corte ($P \leq 0.05$) seguido por el tratamiento 2 y por último los tratamientos 3 y 4 que no presentaron diferencias significativas entre ambos ($P > 0.05$). Los tratamientos 4 y 2 están constituidos por el lomo (*longissimus dorsi*) el cual es un músculo relativamente suave, en cambio la posta (*biceps brachii*) es un músculo de dureza intermedia (cuadro 6).

En el día siete se observó que el tratamiento 2 presentó diferencia significativa de menor fuerza de corte sobre los demás tratamientos, seguido por los tratamientos 1 y 4 que no presentaron diferencia significativa entre ambos, por último el tratamiento 3 que presentó mayor fuerza de corte entre los demás. El tratamiento 1 (desposte en bandeja, posta) a través de los días de maduración logró igualar prácticamente el nivel de fuerza de corte del tratamiento 4 (colgado en canal, lomo). Se pudo observar que no existen diferencias significativas a través del tiempo ($P > 0.05$) para el tratamiento 3, sin embargo si existen diferencias significativas para los tratamientos 1,2 y 4 a través del tiempo ($P \leq 0.05$) (cuadro 6).

Según Énfasis Alimentación Latinoamérica (2007), estudios histoquímicos han reportado la localización de las catepsinas y explicado su participación en el ablandamiento de la carne. Se ha encontrado que al cuarto día del proceso de maduración las catepsinas están más difundidas en la fibra muscular, lo que permite deducir que una vez degradada la membrana de los lisosomas durante el descenso de pH postmortem, la acción de las enzimas se incrementa con el tiempo de almacenamiento.

Cuadro 6. Medias del valor fuerza de corte para los tratamientos.

Tratamiento	kN día 1 Media \pm DE ^ψ	kN día 7 Media \pm DE
1. Desposte en bandeja, posta	0.20 \pm 0.00 ^{a(x)}	0.12 \pm 0.01 ^{b(y)}
2. Desposte en bandeja, lomo	0.16 \pm 0.00 ^{b(x)}	0.09 \pm 0.00 ^{c(y)}
3. Colgado en canal, posta	0.20 \pm 0.01 ^{a(x)}	0.19 \pm 0.01 ^{a(x)}
4. Colgado en canal, lomo	0.14 \pm 0.00 ^{c(x)}	0.11 \pm 0.00 ^{b(y)}
CV (%)	3.58	6.01

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

^ψDE-Desviación estándar

CV^r - Coeficiente de variación

4.4.1 Factorial Instron

En el día uno las interacciones lomos fueron más suaves que los factores postas independientemente del tipo de maduración, ya que los lomos son cortes con menor dureza que los cortes posta (figura 5).

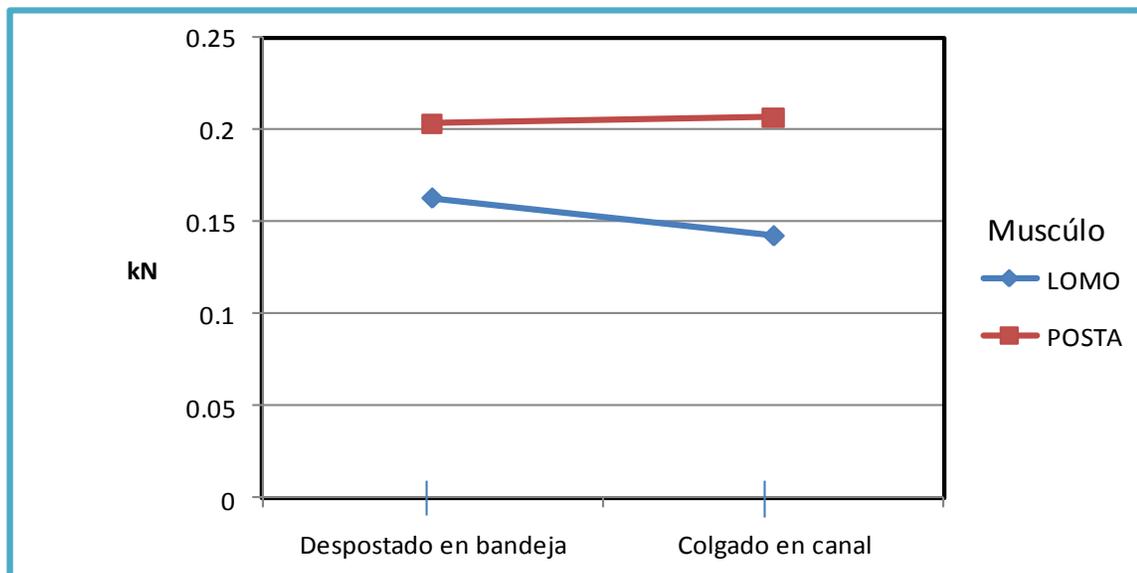


Figura 5. Gráfico de factorial fuerza de corte con maduración día uno.

En el día siete las interacciones lomo despostado en bandeja presentaron la menor fuerza de corte entre todos los factores, seguido por las interacciones lomo colgado en canal y posta despostado en bandeja, los cuales presentaron un nivel de dureza similar analizado por el instron, la interacción posta colgado en canal presentó la mayor fuerza de corte (figura 6).

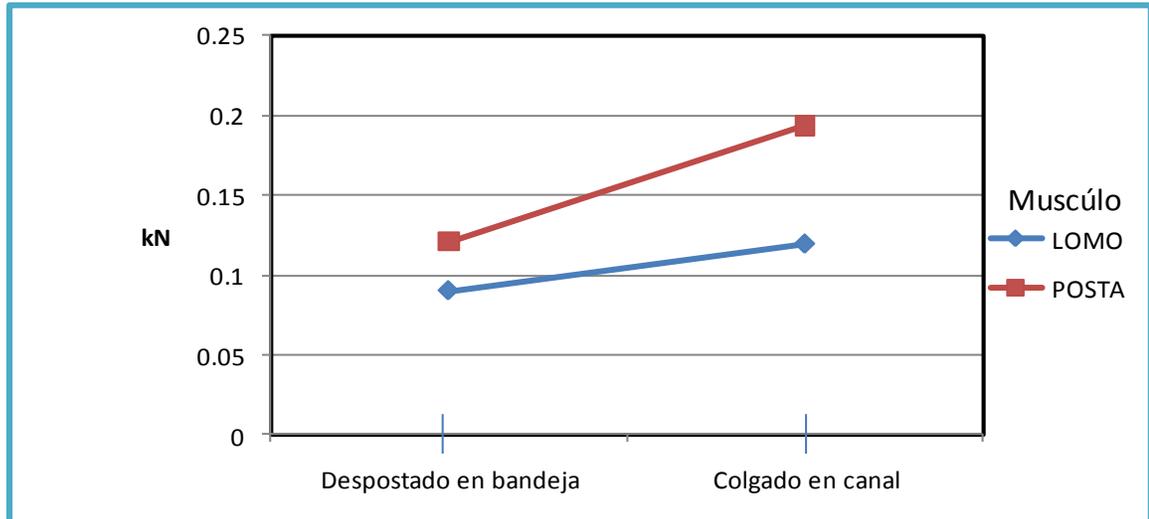


Figura 6. Gráfico de factores fuerza de corte con maduración día siete.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

El análisis microbiológico se realizó a los cuatro tratamientos al final del día siete (cuadro 7). Se realizó el análisis de aerobios mesófilos totales para todos los tratamientos, los cuales según el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA), se encuentran dentro de los parámetros permitidos para el consumo humano (cuadro 8). Los músculos despostados en bandejas presentaron menor cantidad de UFC/g que los músculos colgados en canal, esto se debió a los bajos niveles de pH que obtuvieron los músculos despostados en bandejas, los cuales inhibieron el crecimiento de bacterias en los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis microbiológico de aerobios mesófilos totales

Tratamiento	Aerobios Totales (UFC/ g)
Colgado en canal, posta	583,000
Colgado en canal, lomo	560,000
Desposte en bandeja, lomo	350,000
Desposte en bandeja, posta	460,000

Cuadro 8. Límite de microorganismos en carne fresca

Microorganismo	Valor de UFC/g Referencia
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente en 25 g
Mesófilos Aeróbios	1,000,000
Coliformes	100,000
<i>L.monocytogenes</i>	100
<i>S.aureus</i>	100

Fuente: SENASA (1999)

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL

4.6.1 Aroma

En el día uno los panelistas no percibieron diferencias en ninguno de los tratamiento 1, 2, 3 y 4 los cuales no fueron significativamente diferentes entre sí ($P>0.05$) (cuadro 9).

En el día siete se observó que los panelistas no percibieron diferencias en ninguno de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 los cuales no fueron significativamente diferentes entre sí ($P>0.05$). El tratamiento 2 presentó diferencias significativas a través del tiempo ($P\leq 0.05$) (cuadro 9).

Cuadro 9. Medias del atributo aroma para los tratamientos.

Tratamiento	Aroma día 1 Media \pm DE ^Ψ	Aroma día 7 Media \pm DE
1. Desposte en bandeja, posta	3.52 \pm 0.99 ^{a(x)}	3.91 \pm 0.84 ^{a(x)}
2. Desposte en bandeja, lomo	3.69 \pm 0.82 ^{a(x)}	4.16 \pm 0.56 ^{a(y)}
3. Colgado en canal, posta	3.55 \pm 0.99 ^{a(x)}	3.86 \pm 0.86 ^{a(x)}
4. Colgado en canal, lomo	3.41 \pm 1.07 ^{a(x)}	3.72 \pm 0.99 ^{a(x)}
CV (%)	25.66	19.50

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P\leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P\leq 0.05$)

^ΨDE-Desviación estándar

CV^r- Coeficiente de variación

4.6.2 Textura

En el día uno los panelistas encontraron diferencia en el tratamiento 3, el cual encontraron menos agradable en textura y también en los tratamientos 2 y 4 los cuales fueron aceptados con medias cercanas a me gusta, el tratamiento 1 fue igual a todos los demás (cuadro 10).

En el día siete el tratamiento mejor evaluado significativamente por los panelistas fue el 2 y 4, el tratamiento 4 no presentó diferencias significativas con el tratamiento 1, nuevamente el tratamiento 3 fue el peor evaluado con una media cercana a no me gusta ni me disgusta. Se logró encontrar diferencias significativas a través del tiempo ($P \leq 0.05$) para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 (cuadro 10).

Cuadro 10. Medias del atributo textura para los tratamientos.

Tratamiento	Textura día 1 Media \pm DE ^ψ	Textura día 7 Media \pm DE
1. Desposte en bandeja, posta	3.19 \pm 0.85 ^{ab(x)}	3.55 \pm 0.85 ^{b(y)}
2. Desposte en bandeja, lomo	3.63 \pm 0.76 ^{a(x)}	4.22 \pm 0.76 ^{a(y)}
3. Colgado en canal, posta	2.88 \pm 0.91 ^{b(x)}	2.69 \pm 0.91 ^{c(y)}
4. Colgado en canal, lomo	3.41 \pm 0.69 ^{a(x)}	3.86 \pm 0.69 ^{ab(y)}
CV (%)	25.17	24.36

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

^ψDE-Desviación estándar

CV^r- Coeficiente de variación

4.6.3 Sabor

En el día uno los panelistas no percibieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguno de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 (cuadro 11).

En el día siete los tratamientos mejor evaluados significativamente ($P \leq 0.05$) por los panelistas fueron 1 y 2, seguidos por el tratamiento 4 el cual no tuvo diferencias significativas con los tratamientos 1 y 2, por último el tratamiento peor evaluado fue el tratamiento 3 ($P \leq 0.05$). Se encontró diferencias significativas a través del tiempo para los tratamientos 1, 2 y 3, sin embargo para el tratamiento 4 no se obtuvieron datos significativos a través del tiempo (cuadro 11).

Cuadro 11. Medias del atributo sabor para los tratamientos.

Tratamiento	Sabor día 1 Media \pmDE^ψ	Sabor día 7 Media \pmDE
1. Desposte en bandeja, posta	3.02 \pm 0.97 ^{a(x)}	4.02 \pm 0.44 ^{a(y)}
2. Desposte en bandeja, lomo	3.52 \pm 0.81 ^{a(x)}	3.97 \pm 0.73 ^{a(y)}
3. Colgado en canal, posta	3.28 \pm 0.87 ^{a(x)}	3.44 \pm 0.96 ^{b(x)}
4. Colgado en canal, lomo	3.44 \pm 1.02 ^{a(x)}	3.63 \pm 0.86 ^{ab(x)}
CV (%)	25.91	24.36

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

^ψDE-Desviación estándar

CV^r- Coeficiente de variación

4.6.4 Color

En el día uno los panelistas no percibieron diferencias en ninguno de los tratamiento 1, 2, 3 y 4, los cuales no fueron significativamente diferentes entre sí (cuadro 12).

En el día siete se observó que los panelistas no percibieron diferencias en ninguno de los tratamientos 1, 2, 3 y 4, los cuales no fueron significativamente diferentes entre sí (cuadro 12).

No se encontró diferencias significativas a través del tiempo para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, esto se debe a que los panelistas perciben el mismo color que genera la cocción para todos los tratamientos, todos los tratamientos fueron cocinados con los mismos factores (temperatura, % de sal y equipo de cocción).

Cuadro 12. Medias del atributo color para los tratamientos.

Tratamiento	Color día 1 Media \pmDE^ψ	Color día 7 Media \pmDE
1. Desposte en bandeja, posta	3.61 \pm 0.76 ^{a(x)}	3.22 \pm 1.09 ^{a(x)}
2. Desposte en bandeja, lomo	3.77 \pm 0.76 ^{a(x)}	3.50 \pm 0.81 ^{a(x)}
3. Colgado en canal, posta	3.69 \pm 0.95 ^{a(x)}	3.16 \pm 1.00 ^{a(y)}
4. Colgado en canal, lomo	3.66 \pm 0.89 ^{a(x)}	3.27 \pm 0.77 ^{a(x)}
CV (%)	21.76	29.48

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

^ψDE-Desviación estándar

CV^r- Coeficiente de variación

4.6.5 Aceptación general

En el día uno el tratamiento mejor evaluado fue el 2 seguido por los tratamientos 3 y 4; siendo el menos aceptado significativamente el tratamiento 1, los panelistas no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos 1, 3 y 4 (cuadro 13).

En el día siete se pudo observar que el tratamiento mejor evaluado significativamente fue el tratamiento 2, seguido por el tratamiento 1, los panelistas no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 2; luego sigue el tratamiento 4 en la evaluación, el cual no presenta diferencia significativa con el tratamiento 1, por último el tratamiento peor calificado fue el tratamiento 3 (cuadro 13). Se encontró diferencias significativas a través del tiempo para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 ($P \leq 0.05$) (cuadro 13).

Según López (2004), durante la maduración de la carne se produce formación del aroma. En los procesos post-mortem descritos, IMP se degrada y da lugar a ribosa, fosfato e hipoxantina, a esta última molécula se le atribuye un efecto favorable sobre las características sensoriales de la carne. También, por degradación de proteínas y grasas, se producen compuestos que contribuyen al aroma de la carne madurada.

Cuadro 13. Medias del atributo aceptación para los tratamientos.

Tratamiento	Ag día 1 Media \pmDE^ψ	Ag día 7 Media \pmDE
1. Desposte en bandeja, posta	3.27 \pm 0.70 ^{b(x)}	4.05 \pm 0.47 ^{ab(y)}
2. Desposte en bandeja, lomo	3.80 \pm 0.78 ^{a(x)}	4.30 \pm 0.70 ^{a(y)}
3. Colgado en canal, posta	3.52 \pm 0.84 ^{ab(x)}	2.94 \pm 0.71 ^{c(y)}
4. Colgado en canal, lomo	3.36 \pm 0.99 ^{ab(x)}	3.60 \pm 0.68 ^{b(x)}
CV (%)	21.76	18.49

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

^ψDE-Desviación estándar

CV^γ- Coeficiente de variación

4.6.6 Preferencia

Al analizar estadísticamente los datos obtenidos mediante la prueba apareada T-Student, utilizando una probabilidad de 95% encontramos que se necesita que 59 de 100 panelistas prefieran una muestra para que esta sea significativamente preferida sobre la otra. Se evaluaron los dos mejores tratamientos de aceptación general de todo el estudio siendo estos: tratamiento 1 (desposte en bandejas, posta) y el tratamiento 2 (desposte en bandeja, lomo). El tratamiento más preferido por los panelistas fue el 2 (desposte en bandeja, lomo) con un total de 74 panelistas que lo prefirieron (cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba T-Student

# Panelistas	Nivel de probabilidad (95%)
74	59

4.7 CORRELACIONES

4.7.1 Textura instron con textura sensorial

La correlación fue inversa y fuerte, ya que existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los análisis realizados. A medida que las evaluaciones de textura sensorial aumentaban de acuerdo al nivel de suavidad percibido por los panelistas, el instron determinaba valores descendientes en fuerza de corte, dándole una fuerza de corte más baja al tratamiento con la textura más suave (cuadro 15).

Cuadro 15. Correlación textura con instron

	Textura con instron
Correlación	-0.7149
$P \leq 0.05$	0.0001

4.7.2 Textura instron con aceptación general sensorial

La correlación fue inversa y fuerte, ya que existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los análisis realizados. A medida que las evaluaciones de aceptación general del sensorial aumentaban de acuerdo al nivel de suavidad percibido por los panelistas, el instron determinaba valores descendientes en fuerza de corte, dándole una fuerza de corte más baja al tratamiento con la textura más suave (cuadro 16).

Cuadro 16. Correlación aceptación general con instron

	Aceptación general con instron
Correlación	-0.66976
$P \leq 0.05$	0.0003

5. CONCLUSIONES

- Madurar la posta en bandeja (*biceps brachii* en bandeja) presentó la misma fuerza de corte que madurar lomo en canal.
- La posta madurada en bandeja (*biceps brachii* en bandeja) fue la mejor calificada por los panelistas en el atributo sabor e igual de aceptada que los lomos.
- El tratamiento más aceptado fue el lomo (*longissimus dorsi*) madurado en bandeja y presentó niveles de TBA por debajo de los detectados por el consumidor como rancios.
- El tratamiento lomo colgado en canal (*longissimus dorsi*) mostró mayor claridad y menor enrojecimiento que el tratamiento lomo en bandeja en el día siete, ambos mostraron diferencias significativas a través del tiempo.
- Los niveles de aerobios mesófilos analizados se encontraron dentro del límite permitido en carne fresca por la regulación hondureña.
- El tratamiento lomo en bandeja y posta en bandeja presentaron los niveles de pH más ácidos a través de los días.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos para determinar las especies de microorganismos que interactúan con los tratamientos durante todo el estudio.

7. BIBLIOGRAFÍA

Amerling, C. 2001. Tecnología de la Carne. Editorial Universidad Estatal a Distancia. p. 16-18 (en línea). Consultado 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://books.google.hn/books?id=9NweMkWe9VEC&pg=PA16&dq=maduracion+carne#v=onepage&q=&f=false>

Aberle, E; Forrest, JD; Gerrad; Mills, E. 2001. 4th edition. Principles of Meat Science. Kendall/Hunt Publishing Company. USA

Belk, KE; George, MH; Tatum, JD; Hilton GG; Miller, RK; Koohmarie, M; Reagan JO; Smith GC. 2001. Evaluation of the Tendertec beef grading instrument to predict the tenderness of steaks from beef carcasses. Journal of Animal Science. 79: 688-697.

Boleman, SJ; Miller, RK; Buyck, MJ; Cross, HR; Savell, JW. 1996. Influence of Realimentation of Mature Cows on Maturity, Color, Collagen Solubility and Sensory Characteristics. Journal of Animal Sc. 74: 2187-2194.

Brooks, JC; Belew, JB; Griffin, DB; Gwartney, BL; Hale, DS; Henning, WR; Johnson, DD; Morgan, JB; Parrish, FC; Reagan, Jr. JO; Savell, JW. 2000. National Beef Tenderness Survey-1998. Journal of Animal Sc. 78: 1852-1860.

Chacón, A. 2005. Efecto de la maduración, cocción y congelamiento sobre la suavidad, rendimiento y carga microbiana de corte de solomo. Agronomía Mesoamericana 16(2): 199-213 (en línea). Consultado 17 de septiembre de 2009. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_mesov16n02_199.pdf

Chow, CK. 1992. Fatty acid in foods and their health implications, Publisher: Marcel Dekker, New York.

Clydesdale, FM; Francis, FJ. 1985. Pigmentos, cap. 8 en: *Introducción a la Ciencia de los Alimentos*, O.R. Fennema (ed.). Ed. Reverté, Barcelona, pp. 457-468.

Énfasis Alimentación Latinoamérica. 2007. Terneza: un objetivo alcanzable (en línea). Consultado 17 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7242-terneza-un-objetivo-alcanzable>

Fisher, D; Smith, E; Cuthbertson, A. 1998. Procedimiento de manipulación y descuartizado de un canal de res después de la matanza. Patente. OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS (en línea). Consultado el 2 de octubre de 2009. Disponible

en: http://www.espatentes.com/pdf/2121383_t3.pdf Foote, MR; Horst, RL; Huff-Lonergan, E; Trenkle, AH; Parrish, FC; Beitz, DC. 2004. The use of vitamin D3 and its metabolites to improve beef tenderness. *Journal of Animal Sc.* 82:242-249.

Ford, MC; Arena, RF; Parodi, J; Moreno, LO; Custodio, E. 1978. Método rápido para tiernizar carne vacuna. *Rvta.La Industria Cárnica.* Bs.As. RA.

Garriz, C. 1994. Colgado de la res y terneza de la carne. *Revista CCDH* (en línea). Consultado 17 de septiembre de 2009. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/16-colgado_de_la_res_y_terneza_de_la_carne.pdf

Georges-Evins, JA; Unruh, AT; Waylan; Marsden, JL. 2004. Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and end point cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef gluteus medius steaks. *Journal of Animal Sc.* 82: 1863-1867.

Huerta-Leidenz, N; Rodas-Gonzalez, A; Smith, G. 2004. Effect of Vaccum and Influence of sire on palatability of beef *Longissimus* from Grass-FED F1 Senepol x Zebu Bulls. *Revista Científica, FCV-LUZ.* Vol. XIV. N 3: 263-269.

Kannan, G; Chawan, CB; Kouakou, B; Gelaye, S. 2002. Influence of packaging Method and Storage Time on Shear Value and Mechanical Strength of Intramuscular Connective Tissue of Chevon. *Journal of Animal Sc.* 80: 2383-2389.

King, DA; Dikeman, ME; Wheeler, TL; Kastner, CL; Koohmarie, M. 2003. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. *Journal of Animal Sc.* 81:1473-1481.

Kuber, PS; Busboom, JR; Huff-Lonergan, E; Duckett, SK; Mir, PS; Mir, Z; McCormick, RJ; Dodson, MV; Gaskins, CT; Cronrath, JD; Marks, DJ; Reeves, JJ. 2004. Effects of Biological Type and Dietary Fat Treatment on Factors Associated with Tenderness: I. Measurements on Beef *Longissimus* Muscle. *Journal of Animal Sc.* 82: 770-778.

Lawrie, R.A.1984. *Ciencia de la Carne.* Editorial Acribia, Zaragoza - España.

López, R. 2004. *Tecnología de Mataderos.* Ediciones Mundi-Prensa. México (en línea). Consultado 18 de septiembre de 2009. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=NTVOnuHRnz4C&dq=maduracion+sabor+carne&source=gbs_navlinks_s

Llanos, J. 1992. Uso de atmósferas modificadas y controladas para la conservación de carne en estado fresco. Capítulo 12. *Tesis.* Ingeniería Química. Universidad de Sonora (en línea) Consultado 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/4192/Capitulo12.pdf>

Lüdden, B. 1982. Efecto del colgado de la res bovina sobre la terneza de la carne. NOTICITECA N°71. Vol. 12:77. RA

Plank, R. 1980. El empleo de frío en la industria de la alimentación (en línea). Barcelona, EDITORIAL REVERTÉ. Consultado 16 de septiembre de 2009. Disponible en: http://books.google.hn/books?ei=81XKSuWiPJiqtgf_n4XVBw&ct=result&q=carne+madrada+cuarto+frio

Quirós, E. 2006. Atributos de la carne bovina producida en Costa Rica, e identificación de necesidades de investigación, pp 1-35. Ingeniero MGA. CONGRESO GANADERO CORFOGA 2006, Costa Rica (en línea) Consultado el 29 de septiembre del 2009. Disponible en: http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/atributos_de_la_produccion_costarricense_equiros.pdf

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria. 1999. Normas microbiológicas de alimentos. Honduras. 30p.

Smith, GC; Arango, TC; Carpenter, ZL. 1971. Effects of physical and mechanical treatments on the tenderness of the longissimus beef. Jour.Food. Sci. Vol 36: 445.

Vandevenne, C. y Escolá, M. 2002. Métodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos. Ediciones Díaz de Santos S.A. España. p. 47-53.

Wulf, DM; O'Connor, S; Tatum, J; Smith, G. 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. Journal of Animal Sc. 75:684-692.

8. ANEXOS

1. Formato de evaluación sensorial de aceptación

Desarrollo de dos procesos de maduración en 2 tipos de músculos *longissimus dorsi* y *biceps brachii* en carne de res

Tesista: Bécquer Lopez A.

Fecha: 27 de agosto del 2009

Instrucciones:

- Por favor coloque su nombre y fecha.
- Se le presentarán cuatro tipos de carnes codificadas y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con galleta y agua, antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Marque con una "X" el círculo adecuado según su evaluación de las muestras de acuerdo con los atributos de: aroma, suavidad, sabor, color y aceptación general.
- En la escala: 1 significa extremadamente desagradable, 3 significa no me gusta, ni me disgusta (N.g/N.d), 5 significa extremadamente agradable.
- Al finalizar el análisis de atributos de cada muestra, se le plantea una interrogante de preferencia, por favor marque con una "X" que muestra prefiere.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

***Asegúrese de haber leído todas las instrucciones antes de ejecutar la evaluación. Si tiene alguna inquietud, aproveche ahora para indicarle al instructor.**

Hoja de Evaluación

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Muestra 245:

	Extremadamente desagradable		N.g/N.d.		Extremadamente agradable
Aroma:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suavidad:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aceptación General:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Formato de evaluación sensorial de preferencia

PRUEBA DE PREFERENCIA

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Marque con una "X" el producto que prefiere comenzando de izquierda a derecha, pruebe primero el producto # 453, luego pruebe el producto #675. Ahora que ha probado los dos productos cuál prefiere?

#453: _____

#675: _____