

**Evaluación de las características  
fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales  
de los músculos *Infraspinatus* y *Rectus femoris*  
de la canal de cerdo con y sin técnica de  
masajeado y marinado**

**Selvin Gerardo Artica Ortega**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de las características  
fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales  
de los músculos *Infraspinatus* y *Rectus femoris*  
de la canal de cerdo con y sin técnica de  
masajeado y marinado**

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

Presentado por

**Selvin Gerardo Artica Ortega**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2018

# Evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los músculos *Infraspinatus* y *Rectus femoris* de la canal de cerdo con y sin técnica de masajeado y marinado

Selvin Gerardo Artica Ortega

**Resumen.** Actualmente, existe una gran diversidad de métodos que se emplean en la industria cárnica con el propósito de mejorar la calidad de la carne y prolongar su vida útil. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de dos músculos de cerdo (*Infraspinatus* y *Rectus femoris*) con y sin técnica de masajeado y marinado a través del tiempo, empacados al vacío y almacenados a 4 °C. Se usó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2 x 2 y medidas repetidas en el tiempo (0 y 21 días) y tres repeticiones. Se midió la  $a_w$ , pH, color, dureza, recuentos de mesófilos aerobios y coliformes totales, así como la aceptación sensorial. El masajeado y marinado no afectó ( $P > 0.05$ ) la  $a_w$ , pH y dureza de los músculos evaluados. La luminosidad decreció y la coloración amarillenta aumentó al día 21 del *Rectus femoris* control y mejorado, respectivamente. Los recuentos de BMA y coliformes totales no difirieron entre tratamientos en el día 0 y 21. Sin embargo, hubo crecimiento microbiano a través del tiempo. El masajeo y marinado aumentó la aceptación de los atributos sensoriales de los músculos evaluados, exceptuando el color, donde los tratamientos mejor evaluados fueron el *Infraspinatus* control e *Infraspinatus* mejorado. Se recomienda realizar nuevos estudios que permitan evaluar la vida de anaquel de los músculos, variaciones en la formulación del marinado y otras formas de mejoramiento con el propósito de determinar el método más adecuado para ser empleado en la carne de cerdo.

**Palabras clave:** Carne de cerdo, carne para asar, mejoramiento.

**Abstract.** Nowadays, there is a wide variety of methods used in the meat industry with the purpose of improving meat quality and extend the shelf life. The objective of this study was to evaluate the physicochemical, microbiological and sensorial properties of two pork muscles (*Infraspinatus* and *Rectus femoris*) with and without massaging and marinating techniques over time, vacuum packed and stored at 4 °C. A completely randomized design was used, with 2 x 2 factorial arrangement with two repeated measures in time (0 and 21 days) and three replicates. Water activity, pH, color, toughness, aerobic mesophilic and total coliform bacteria, as well as sensory acceptance were measured. Massaging and marinating techniques did not affected  $a_w$ , pH, and toughness of muscles evaluated. Luminosity decreased and yellowness increased at 21 days for *Rectus femoris* control and improved treatments, respectively. Aerobic mesophilic and total coliform counts did not differ between treatments at 0 and 21 days. However, there was microbial growth over time. Massaging and marinating techniques improved the sensory acceptance of all sensory attributes avaluated on each muscle, except the color, where the best-evaluated treatments were *Infraspinatus* control and *Infraspinatus* with improvement techniques. It is recommended to carry out new studies to evaluate the shelf life of these muscles, perform variations in the formulation of the marination and other forms of improvement techniques in order to determine the most appropriate method to be used in pork meat.

**Key words:** Pork meat, meat for grilling, improvement.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexo.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>17</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>18</b>
<b>7. ANEXO.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Formulación de la solución de marinado.....	3
2. Medias y desviaciones estándar de la actividad de agua para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	7
3. Medias y desviaciones estándar de pH para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	8
4. Medias y desviaciones estándar del valor L* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	9
5. Medias y desviaciones estándar del valor a* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	10
6. Medias y desviaciones estándar del valor b* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	10
7. Medias y desviaciones estándar de dureza (N) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	11
8. Medias y desviaciones estándar del recuento de bacterias mesófilas aerobias (Log UFC/g) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	13
9. Medias y desviaciones estándar del recuento de coliformes totales (Log UFC/g) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C. ....	14
10. Medias y desviaciones estándar del análisis sensorial de aceptación para los diferentes tratamientos evaluados en el día 0. ....	15
Anexo	Página
1. Boleta de análisis sensorial de aceptación.....	24

## INTRODUCCIÓN

El consumo de carne tiene su origen desde tiempos ancestrales, el cual, ha sufrido grandes transformaciones en su forma de consumo. Comenzado desde el consumo de carne cruda por los humanos primitivos, hasta que estos en el transcurso del tiempo aprendieron las funciones y ventajas del uso de la sal como preservante. Además, implementaron la cocción como método para prolongar su vida útil, mejorando sus características sensoriales (Pearson y Gillett 1999).

Dentro de las diferentes categorías en la que se clasifica la carne, de acuerdo a la FAO (2016), la carne roja de mayor consumo mundial es la carne de cerdo, cuya demanda ha experimentado un incremento en los últimos años. Para el 2015 se estimó un número de más de mil millones de animales en producción, representando el doble que en la década de 1970. Mientras que para el 2018 se ha estimado que la producción mundial de carne alcance 121.1 millones de toneladas, un 2% mayor que en el 2017 y uno de los crecimientos más acelerados registrados desde el 2012 (FAO 2018). El consumo de carne de cerdo en Latinoamérica se supone en riesgo debido a deficiencias en las industrias y a que culturalmente se ha preferido la carne de res. Sin embargo, los altos precios de la carne de res y el incremento en el mercadeo ha resultado en un incremento acelerado en la demanda de este producto (USDA 2018b).

Debido a la demanda creciente de productos cárnicos, es necesario que las industrias adecuen estrategias que permitan brindar productos de calidad a los consumidores y que cumplan con los estándares de inocuidad. Conocer el comportamiento de la carne de cerdo y cómo sus características sensoriales y microbiológicas se ven afectadas bajo distintas condiciones es de mucha importancia para brindar nuevas soluciones a las industrias y obtener una mayor vida de anaquel de este producto.

Se define como vida de anaquel al período de tiempo después de la producción (en algunos productos después de la maduración) y empaque durante el cual el producto mantiene el nivel requerido de calidad bajo condiciones específicas de almacenamiento. Este nivel requerido de calidad permite al producto ser aceptable para el consumo (Nicoli 2016).

Existen muchos factores que pueden afectar la vida de anaquel de un producto, y pueden ser categorizados en factores intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son las propiedades del producto final, incluyendo la composición del alimento, como la actividad de agua ( $a_w$ ), pH, acidez, potencial redox, oxígeno disponible, microflora naturalmente presente en la matriz y conteo de microorganismos sobrevivientes, bioquímica de la formulación del producto, aditivos empleados, entre otros. Mientras que los factores extrínsecos son todos aquellos a los cuales el producto está expuesto durante la cadena de

producción, tales como, temperatura (procesamiento y almacenamiento), humedad relativa, presencia de microorganismos en el ambiente, composición de gases dentro del empaque, entre otros (Phimolsiripol y Suppakul 2016).

El final de la vida de anaquel de la carne se da cuanto existe la formación de malos sabores, olores, cambios en color, alteración de la textura u otros cambios físicos y/o químicos, los cuales hacen que este producto sea inaceptable por el consumidor. De la mano a estos cambios está el crecimiento microbiano, quienes consumen los nutrientes disponibles, tales como proteínas y lípidos generando metabolitos que causan malos olores por descomposición de la matriz del alimento (Reséndiz *et al.* 2013).

Actualmente, existe una diversidad de métodos que se emplean en la industria cárnica con el propósito de prolongar la vida útil de las carnes, entre estos la adición de químicos, tratamientos con enzimas, irradiación y otros (Pearson y Gillett 1999). El marinado consiste en la adición al producto de compuestos ácidos o alcalinos con el propósito de modificar el pH de los tejidos. Este proceso ha demostrado efectos positivos en la palatabilidad y en la vida de anaquel de productos cárnicos (Cannon *et al.* 1993) así como en el sabor, la ternura y jugosidad (Burke y Monahan 2003). La sal y fosfatos son comúnmente usados, en ocasiones solos, pero a menudo en combinación para explotar su acción sinérgica (Sheard y Tali 2004).

Como se ha discutido, la vida de anaquel depende de las características intrínsecas y extrínsecas del alimento. Las características intrínsecas de la carne están dadas por factores como el manejo que se haya dado al animal previo al sacrificio, método de cosecha, proceso de maduración, origen del músculo en la canal y manejo de la carne en pos cosecha. Este estudio se enfoca en determinar la vida de anaquel de dos músculos provenientes de diferentes secciones de la canal de cerdo bajo dos diferentes condiciones de marinado. Por tanto, los objetivos planteados son los siguientes:

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de dos músculos de cerdo (*Infraspinatus* y *Rectus femoris*) con y sin técnica de masajeado y marinado a través del tiempo.
- Evaluar las características sensoriales de dos músculos de cerdo (*Infraspinatus* y *Rectus femoris*) con y sin técnica de masajeado y marinado a través del tiempo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del estudio.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Cárnicos de Zamorano, en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Escuela Agrícola Panamericana, (Zamorano), ubicada en el Valle del Yeguaré, km 30 al este de Tegucigalpa, carretera a Danlí, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

### Preparación de la solución de marinado.

Se pesaron los ingredientes secos, sal (1%) y tripolifosfato de sodio (0.5%) en un recipiente, luego se agregó agua potable (12%) y se mezcló hasta disolver las partículas en la solución (Cuadro 1). Los porcentajes están dados por peso de carne a marinar.

Cuadro 1. Composición de la solución de marinado en base al 13.5% del 100% de carne a marinar.

Ingredientes	Porcentajes (%)
Agua	88.88
Sal	7.40
Tripolifosfato de sodio	3.70

### Preparación de las muestras de carne.

Se pesaron y se cortaron como carne para asar 6.80 kg del músculo *Infraspinatus* y 6.80 kg del músculo *Rectus femoris*, provenientes de la paleta y pierna de la canal de cerdo, respectivamente, ambos de canales despostadas el mismo día de la realización de la repetición correspondiente. Se masajearon 4.53 kg de cada músculo independientemente en una masajeadora al vacío (marca Ultrasource LLC, modelo LT-15) durante cuatro min en presencia de la solución de marinado. Obteniendo cuatro diferentes tratamientos: *Infraspinatus*, marinado y no marinado y *Rectus femoris*, marinado y no marinado. Se elaboraron dos paquetes con 0.90 kg correspondiente a cada tratamiento, dos paquetes con 0.22 kg de cada uno y dos paquetes de 50 g de cada tratamiento para realizar análisis sensorial, fisicoquímicos y microbiológicos, respectivamente. Los tratamientos fueron empacados al vacío y almacenados en un cuarto frío a 4 °C retirándolos a los días 0 y 21 para la realización de los análisis requeridos.

### **Análisis fisicoquímicos.**

Las muestras fueron llevadas al LAAZ para analizar pH, color,  $a_w$  y textura. El análisis de pH se realizó de acuerdo al método oficial de la AOAC 981.12 (AOAC 2005c) usando el potenciómetro de campo (marca OHAUS ST20).

El análisis de  $a_w$  se realizó con el Aqualab Series 3 (AOAC 978.18) (AOAC 2005d) y el color se midió usando el colorímetro Color Flex Hunter L\*a\*b\* (modelo 45/0) (AN 1018.00), donde L\* representa la luminosidad (0 a 100) siendo 0 negro y 100 blanco, a\* representa variaciones de rojo (+) y verde (-), y b\* variaciones desde amarillo (+) hasta azul (-).

El análisis de textura se realizó con el equipo Brookfield CT3/Instron (ASTM E83) (ASTM International 1996) utilizando el acople Warner Bratzler Shear Force para medir dureza. Para dicho análisis los tratamientos fueron previamente cocidos a 176.7 °C durante 20 min. Cada análisis se realizó por triplicado para cada unidad experimental y los equipos tales como el potenciómetro, aqualab y color flex fueron debidamente calibrados previo a realizar las mediciones.

### **Análisis microbiológicos.**

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de microbiología de la planta de cárnicos, donde se analizó la presencia de bacterias mesófilas aerobias (AOAC 991.14) (AOAC 2005a) y coliformes totales (AOAC 991.14) (AOAC 2005b) mediante el uso de placas 3M™ Placas Petrifilm™. Se pesaron 10 g de cada muestra y fueron agregadas en una bolsa estéril con 90 ml de agua peptonada al 0.1%. Luego se agitó la bolsa de manera manual por aproximadamente 2 min.

Una vez homogenizada la muestra en el agua peptonada se tomó una alícuota de 1 ml con una pipeta electrónica 3M® y se sembró en la placa de conteo de mesófilas aerobias ( $10^{-1}$ ) y de igual manera se inoculó 1 ml en la placa de conteo de coliformes totales ( $10^{-1}$ ). Para las muestras del día 0 se realizaron las diluciones hasta  $10^{-4}$  y para las muestras del día 21 se realizaron diluciones hasta  $10^{-7}$ , sembrando únicamente las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$  y  $10^{-7}$ . Las muestras fueron incubadas (incubadora VWR INCU-Line®) por 24 h para coliformes totales y 48 h para mesófilas aerobias a 35 °C.

### **Análisis sensorial.**

El análisis sensorial de aceptación se realizó en el laboratorio sensorial con 100 estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano). Para llevarlo a cabo se coció la carne a 176.7 °C durante 20 min para alcanzar los 62.8 °C al interior de la carne, establecidos para asegurar la inocuidad del producto (USDA 2018a). Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 significó “me disgusta muchísimo” y 9 “me gusta muchísimo”. Las variables evaluadas fueron: color, sabor, textura, aroma, jugosidad y aceptación general.

**Diseño experimental.**

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial 2 x 2, dos medidas repetidas en el tiempo (0 y 21) y tres repeticiones. Se trabajó con dos diferentes músculos de la canal de cerdo (*Infraspinatus* y *Rectus femoris*) y tratamientos (control y mejorado y marinado), obteniendo un total de cuatro tratamientos y 24 unidades experimentales. El análisis estadístico se realizó por medio de una separación de medias con el método de cuadrados mínimos (LSMeans) para cada una de las variables analizadas y un nivel de significancia del 95% ( $P < 0.05$ ) mediante el programa “Statistical Analysis Software” (SAS®) versión 9.4.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Análisis fisicoquímicos.**

#### **Análisis de actividad de agua.**

La actividad de agua ( $a_w$ ) es la presión parcial del agua presente en una sustancia o matriz dividida entre la presión parcial del agua pura, ambas a la misma temperatura. Por tanto, la actividad de agua generalmente se define como la cantidad de agua libre presente en los alimentos (Seafood360 2014) y es medida en una escala de 0-1. La actividad de agua de los productos cárnicos se encuentra dentro de los rangos más elevados en la escala debido a su alto contenido de humedad, por lo que, la medición de  $a_w$  en productos cárnicos se vuelve de mucha importancia ya que esta influencia una serie de reacciones químicas y bioquímicas en el producto, así como la supervivencia y desarrollo de microorganismos.

La reducción de la  $a_w$  extiende la vida de anaquel y la inocuidad de los productos, debido a que estos se vuelven más estables en contra de microorganismos que pueden causar deterioro o poner en riesgo la inocuidad del producto. Uno de los métodos más empleados para reducir la  $a_w$  es la adición de solutos, en donde, a medida que una solución se concentra, la presión del vapor del alimento disminuye y la  $a_w$  desciende a partir del valor máximo 1 (Friedrich 2008).

En el Cuadro 2 se muestran los resultados promedio de  $a_w$  obtenidos para los diferentes tratamientos, los cuales se encuentran entre el rango de 0.97-0.98. No se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) en los valores entre tratamientos, así como tampoco se encontró diferencia en los valores de los tratamientos a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

Los resultados obtenidos difieren de estudios previamente realizados (van der Sman y Boer 2005; Hristo *et al.* 2013; Liu *et al.* 2013; Haddad *et al.* 2018; Musavu y Lebert 2018), donde se establece que a mayor concentración de sales menor es la actividad de agua. Este fenómeno es explicado por la ley de Raoult (van der Sman y Boer 2005), que dice que al aumentar los solutos en una solución o matriz, la presión parcial de esta disminuye, por tanto, la actividad de agua. Sin embargo, la diferencia obtenida en los resultados de este estudio puede ser explicada debido al porcentaje de sal empleado en la formulación del marinado (Cuadro 1). De acuerdo a Musavu y Lebert (2018) existe un punto mínimo de concentración de solutos para que exista una disminución significativa en los valores de la actividad de agua de una sustancia.

Cuadro 2. Medias y desviaciones estándar de la actividad de agua para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C <sup>ns</sup>.

Tratamientos		Tiempo (días) <sup>ns</sup>	
Músculos	Técnica de mejoramiento	0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	0.98 ± 0.003	0.98 ± 0.019
	Masajeado y marinado	0.98 ± 0.011	0.98 ± 0.017
<i>Rectus femoris</i>	Control	0.98 ± 0.008	0.98 ± 0.013
	Masajeado y marinado	0.98 ± 0.014	0.97 ± 0.032
CV (%)		0.77	0.91

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>ns</sup> No existieron diferencias significativas entre tratamientos, así como tampoco a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

### **Análisis de potencial de hidrógeno.**

La medición del potencial de hidrógeno (pH) es ampliamente usada por la industria cárnica para diferenciar sus productos de acuerdo a variaciones en su calidad. Generalmente, un pH alto en la carne de cerdo resultará en una calidad superior comparado con un pH bajo, además, el pH puede tener un efecto determinante en la vida de anaquel respecto a la actividad microbiana y estabilidad en el color. Carne de cerdo con un pH mayor a 5.8 será más propicia a daños por efecto del crecimiento microbiano resultando en una disminución en la vida de anaquel (Holmer *et al.* 2009).

Las medias de concentración de hidrógeno para cada tratamiento, se encontraron en un rango de 6.23 hasta un valor máximo de 6.49 (Cuadro 3). De acuerdo a Sheard y Tali (2004) se espera que al marinar la carne con compuestos alcalinos como la sal (NaCl) y fosfatos (tripolifosfato de sodio) el pH debe incrementar. Sin embargo, los resultados difieren de este estudio, lo cual puede ser explicado por el método de marinado empleado y por los porcentajes de sal y tripolifosfato empleados en la formulación ya que no se observó diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, así como tampoco existieron diferencias a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 3. Medias y desviaciones estándar de pH para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C <sup>ns</sup>.

Tratamientos		Tiempo (días) <sup>ns</sup>	
		0	21
Músculos	Técnica de mejoramiento	Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	6.35 ± 0.26	6.34 ± 0.45
	Masajeado y marinado	6.49 ± 0.20	6.34 ± 0.52
<i>Rectus femoris</i>	Control	6.27 ± 0.42	6.24 ± 0.23
	Masajeado y marinado	6.46 ± 0.25	6.23 ± 0.30
CV (%)		2.85	3.18

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>ns</sup> No existieron diferencias significativas entre tratamientos, así como tampoco a través del tiempo (P > 0.05).

### Análisis de color.

De todos los atributos de calidad de la carne fresca de cerdo, el color es uno de los parámetros más importantes en la decisión de compra (van Oeckel *et al.* 1999; Suman y Joseph 2013; Sun *et al.* 2016), esto debido a que los consumidores asocian la decoloración como un indicador de frescura y salubridad (Mancini y Hunt 2005). Por tanto, los consumidores esperan un color rojizo homogéneo al momento de la compra, y no carne demasiado pálida (van Oeckel *et al.* 1999). Existen diversos factores que pueden afectar el color de la carne, incluyendo la nutrición del animal, condiciones ambientales, sexo y genética del animal, el sistema de producción, manejo post cosecha y proceso de sacrificio del animal, así como la glucólisis post mortem la cual influencia las características físicas (Furtado *et al.* 2018).

La mioglobina es la principal proteína responsable del color de la carne, así también otras proteínas del grupo hemo, como la hemoglobina y citocromo C, las cuales juegan un rol importante en el color de carne de cerdo, res y pollo (Mancini y Hunt 2005). Por lo que, el color de la carne está influenciado por el contenido de pigmentos, la reflectancia interna y la distribución de los tipos de mioglobina (deoximioglobina, oximioglobina y metamioglobina).

La deoximioglobina es la ferrospecie reducida de color púrpura de la mioglobina, que aparece cuando la carne es recién cortada. Tras la exposición al aire, la deoximioglobina rápidamente se une al oxígeno de forma reversible, formando el pigmento rosa brillante, oximioglobina, que hace que la superficie de la carne adquiera el color característico de la carne fresca. La mioglobina se oxida a la ferronegatina marrón o metamioglobina, después de una exposición prolongada al aire o a bajas presiones de oxígeno (Lindahl *et al.* 2006).

Para este estudio se analizó el color de los diferentes tratamientos mediante la escala de colores L\*, a\*, b\* y los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 4, 5 y 6, respectivamente.

El valor L\* representa la luminosidad (AMSA 2012), sin embargo, no se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, excepto para el tratamiento control del músculo *Rectus femoris*, el cual presentó una luminosidad mayor al resto ( $48.41 \pm 4.52$ ) (Cuadro 4). Huffman y Cordray (1979), explican que el color se disminuye considerablemente en aquellos productos que contienen sal. Sin embargo, el resultado obtenido para el tratamiento control del músculo *Infraspinatus*, difiere de lo anteriormente descrito ya que no presentó diferencia ( $P > 0.05$ ) en comparación de los tratamientos masajeados y marinados.

Se pudo observar que hubo una disminución en la luminosidad a través de tiempo para el tratamiento control del músculo *Rectus femoris*, este fenómeno es explicado por Lindahl *et al.* (2006) quienes determinaron que el tiempo tiene un efecto sobre la luminosidad de los productos cárnicos.

Cuadro 4. Medias y desviaciones estándar del valor L\* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C.

Tratamientos		Tiempo (días)	
Músculos	Técnica de mejoramiento	0	21
		Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	40.50 $\pm$ 1.24 <sup>Ba</sup>	38.50 $\pm$ 1.03 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	43.52 $\pm$ 5.17 <sup>Ba</sup>	41.60 $\pm$ 0.21 <sup>Aa</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	48.41 $\pm$ 4.52 <sup>Aa</sup>	40.29 $\pm$ 3.03 <sup>Ab</sup>
	Masajeado y marinado	35.60 $\pm$ 3.41 <sup>Ba</sup>	42.79 $\pm$ 4.04 <sup>Aa</sup>
CV (%)		14.59	6.44

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>AB</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila, indican diferencias significativas de los tratamientos a través del tiempo ( $P < 0.05$ ).

El valor a\*, el cual indica que tan verde o rojo es el producto (AMSA 2012), mostró diferencia ( $P < 0.05$ ) solamente para el tratamiento control proveniente del músculo *Rectus femoris* (Cuadro 5). Este, con el valor más bajo ( $5.30 \pm 1.16$ ), lo cual difiere con lo encontrado por Huffman y Cordray (1979). También es importante destacar que no existió un cambio a través del tiempo para ninguno de los tratamientos, por lo que el tiempo no tuvo un efecto sobre el valor a\*, a diferencia de lo que ocurrió con la luminosidad.

Cuadro 5. Medias y desviaciones estándar del valor a\* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C.

Tratamientos		Tiempo (días)	
Músculos	Técnica de mejoramiento	0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	9.80 ± 1.07 <sup>Aa</sup>	9.46 ± 3.02 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	9.50 ± 0.37 <sup>Aa</sup>	9.95 ± 0.99 <sup>Aa</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	5.30 ± 1.16 <sup>Ba</sup>	7.70 ± 1.73 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	9.17 ± 1.90 <sup>Aa</sup>	9.32 ± 3.32 <sup>Aa</sup>
CV (%)		2.81	3.21

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>AB</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila, indican diferencias significativas de los tratamientos a través del tiempo ( $P < 0.05$ ).

En el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos para el valor b\*, el cual indica que tan azul o amarillo es un producto (AMSA 2012). En dichos resultados se observa que no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en el día 0, excepto para el tratamiento *Rectus femoris* masajeado y marinado, el cual mostró el valor más bajo ( $9.78 \pm 1.6$ ). Sin embargo, para el día 21, no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre ninguno de los tratamientos, es decir que el tratamiento *Rectus femoris* masajeado y marinado tuvo un aumento en su valor de b\*, fenómeno explicado por (Huffman y Cordray 1979).

Cuadro 6. Medias y desviaciones estándar del valor b\* para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C.

Tratamientos		Tiempo (días)	
Músculos	Técnica de mejoramiento	0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	13.01 ± 1.77 <sup>Aa</sup>	13.27 ± 2.48 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	13.94 ± 0.86 <sup>Aa</sup>	13.48 ± 0.99 <sup>Aa</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	13.50 ± 1.54 <sup>Aa</sup>	12.04 ± 1.67 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	9.78 ± 1.61 <sup>Bb</sup>	13.02 ± 1.88 <sup>Aa</sup>
CV (%)		2.45	1.15

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>AB</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila, indican diferencias significativas de los tratamientos a través del tiempo ( $P < 0.05$ ).

### Análisis de textura.

El color, la grasa visible, el precio y el tipo de corte son factores importantes para los consumidores al momento de compra de carne. Sin embargo, la ternura y la jugosidad son los factores más importantes que influyen la satisfacción al momento del consumo (Stetzer *et al.* 2007).

La cadena de eventos que hacen el paso de músculo a carne es compleja y conlleva una serie de reacciones bioquímicas en la fibra muscular, resultando en cambios en el sistema miofibrilar (Kylä-Puhju *et al.* 2004). Además, la cantidad de colágeno presente es un factor determinante para la suavidad de la carne, considerando que cada músculo posee porcentajes distintos de colágeno (Voutilainen *et al.* 2007).

Otro factor determinante sobre la suavidad de la carne es su ubicación en la canal, ya que cada músculo cumple un rol específico en el cuerpo del animal (Kameník *et al.* 2018). El cuerpo animal está conformado por más de 300 diferentes músculos, los cuales en términos generales se considera que poseen una composición similar entre ellos, sin embargo, se ha demostrado que existe diferencia sobre la ternura de los músculos de acuerdo a su ubicación en la canal (Bailey 1972).

Como se ha descrito anteriormente, el músculo *Infraspinatus* proviene de la paleta del cerdo, mientras que el músculo *Rectus femoris* de la pierna, los cuales difieren en su grado de suavidad y cantidad de colágeno (University of Nebraska–Lincoln 2016). Sin embargo, los resultados de dureza obtenidos (Cuadro 7) difieren de lo anteriormente descrito, ya que no se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. Así como también difiere por lo encontrado por Sheard y Tali (2004) quienes demostraron que el marinado tiene un efecto significativo en la reducción de la dureza, reduciendo dicho valor hasta en un 50%. Dicha disminución de la dureza se atribuye al incremento en el contenido de agua y rompimiento de la estructura miofibrilar del músculo.

Cuadro 7. Medias y desviaciones estándar de dureza (N) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C<sup>ns</sup>.

Tratamientos		Tiempo (días)	
Músculos	Técnicas de mejoramiento	0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	36.49 ± 7.98	35.89 ± 6.72
	Masajeado y marinado	40.52 ± 3.57	34.87 ± 6.85
<i>Rectus femoris</i>	Control	41.78 ± 5.09	41.55 ± 8.58
	Masajeado y marinado	37.01 ± 2.17	36.84 ± 8.58
CV (%)		15.83	7.41

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. N: Newton.

<sup>ns</sup> No existieron diferencias significativas entre tratamientos, así como tampoco a través tiempo ( $P > 0.05$ ).

### **Análisis microbiológicos.**

La descomposición de la carne es un hecho complejo, en donde actividades químicas y biológicas interactúan y generan un producto no aceptable para el consumo humano (Casaburi *et al.* 2015). Por lo que, además de la oxidación lipídica y las reacciones enzimáticas autolíticas, la descomposición de la carne es también atribuida a la actividad microbiana por efecto de una gran diversidad de microorganismos, esto debido a la composición de nutrientes, pH y alta  $a_w$  de la carne, lo que permite el crecimiento y supervivencia de microorganismos en la matriz cárnica (Nychas *et al.* 2008).

El nivel de microorganismos deterioradores refleja la calidad y salubridad de un producto, así como la efectividad de las medidas empleadas ya sea para controlar o eliminar tales microorganismos. Los microorganismos indicadores son ampliamente usados para determinar la calidad de un producto y predecir la vida de anaquel.

Por tanto, estimar la presencia de dichos microorganismos pueden proveer información simple, confiable y rápida sobre fallas en el procesamiento, contaminación pos cosecha y diferentes niveles de higiene mediante los cuales el producto fue procesado o almacenado. Los principales microorganismos indicadores en alimentos relacionados con las condiciones de manejo o eficiencia de procesos son las Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA), hongos y levaduras y coliformes totales (Doyle y Beuchat 2007).

Se puede observar que no se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el logaritmo de las unidades formadoras de colonia por gramo (Log UFC/g) de las bacterias mesófilas aerobias (Cuadro 8) entre los tratamientos. Sin embargo, sí hubo un efecto a través del tiempo ( $P < 0.05$ ). El mismo resultado se obtuvo con el conteo de los coliformes totales, donde no se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, pero sí hubo efecto ( $P < 0.05$ ) en el crecimiento de los Log UFC a través del tiempo (Cuadro 9). Por tanto, se observa que no existió un efecto del marinado sobre la carga microbiana inicial de ambos músculos (*Infraspinatus* y *Rectus femoris*), lo que difiere con lo encontrado por Sallam (2008), quien estableció que existe un efecto inhibitorio del marinado sobre los microorganismos presentes. Sin embargo, explica que el efecto inhibitorio se vuelve más significativo a medida que incrementa la concentración de solutos presentes en la solución de marinado y por otros factores como el pH. Por tanto, los resultados obtenidos son claramente explicados ya que la solución de marinado empleada en este estudio está compuesta solamente por un 1% de sal y 0.5% de tripolifosfato de sodio (Cuadro 1), en contraste con el estudio de Sallam (2008), quien empleó 12% de sal en presencia de ácido acético.

La refrigeración es uno de los métodos más empleados para la conservación de alimentos, sin embargo, las bajas temperaturas no eliminan las bacterias, pero sí disminuye su tasa de crecimiento considerablemente. Sin embargo, las temperaturas de refrigeración, pueden permitir el crecimiento lento de bacterias las cuales causan deterioro de alimentos (Tortora *et al.* 2013). Este fenómeno puede ser evidenciado con los resultados obtenidos.

Ambas, bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (Cuadro 8 y 9), mostraron un crecimiento logarítmico a través del tiempo (21 días), con hasta 8.26 Log UFC/g para BMA y 4.02 Log UFC/g para coliformes totales. Por lo que, para el día 21 ninguno de los tratamientos cumplió con la norma establecida por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA 1999), la cual indica que los productos cárnicos frescos no deben sobrepasar los 5 Log UFC/g para Coliformes y 6 Log UFC/g para bacterias mesófilas aerobias.

Los tratamientos cumplieron con la norma para el día 0, donde los conteos de bacterias mesófilas aerobias se mantienen en un máximo de 4.26 Log UFC/g y 0.7 Log UFC/g para coliformes totales (Cuadro 8 y 9). Los factores de crecimiento que pudieron haber influido en el crecimiento elevado de microorganismos a través del tiempo pudieron ser la  $a_w$  (Cuadro 2) y el pH (Cuadro 3) de los tratamientos (Tortora *et al.* 2013).

Cuadro 8. Medias y desviaciones estándar de recuentos de bacterias mesófilas aerobias (Log UFC/g) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C.

Tratamientos		Tiempo (días)	
Músculos	Técnicas de mejoramiento	0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	4.26 ± 0.72 <sup>Ab</sup>	8.83 ± 0.78 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	3.98 ± 0.36 <sup>Ab</sup>	8.26 ± 0.16 <sup>Aa</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	3.50 ± 0.20 <sup>Ab</sup>	8.55 ± 0.31 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	4.03 ± 1.10 <sup>Ab</sup>	8.20 ± 0.20 <sup>Aa</sup>
CV (%)		15.96	4.99

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>AB</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila, indican diferencias significativas de los tratamientos a través del tiempo ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 9. Medias y desviaciones estándar de recuentos de coliformes totales (Log UFC/g) para los diferentes tratamientos evaluados en los días 0 y 21 a 4 °C.

Músculos	Tratamientos Técnica de mejoramiento	Tiempo (días)	
		0	21
		Media ± DE	Media ± DE
<i>Infraspinatus</i>	Control	0.89 ± 0.16 <sup>Ab</sup>	4.02 ± 0.84 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	1.13 ± 0.75 <sup>Ab</sup>	3.36 ± 1.89 <sup>Aa</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	0.70 ± 1.36 <sup>Ab</sup>	2.89 ± 0.98 <sup>Aa</sup>
	Masajeado y marinado	0.70 ± 1.40 <sup>Ab</sup>	1.69 ± 1.09 <sup>Aa</sup>
CV (%)		40.91	37.88

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>AB</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas, en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Medias con diferentes letras minúsculas, en la misma fila, indican diferencias significativas de los tratamientos a través del tiempo ( $P < 0.05$ ).

### Análisis sensorial.

La evaluación sensorial ha sido definida como la manera científica empleada para medir, analizar e interpretar la percepción sobre un producto por medio de los sentidos como la vista, olfato, tacto, gusto y audición, dicho concepto ha sido avalado por organizaciones como el Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT), por sus siglas en inglés. Su importancia radica en que solamente la información obtenida a partir de los sentidos humanos provee los mejores modelos de como los consumidores perciben y reaccionan a los productos en la vida real (Lawless y Heymann 1998).

La evaluación sensorial de la carne es igualmente empleada como una herramienta para determinar la calidad de la carne, vida de anaquel y aceptación de los consumidores y como se ha mencionado anteriormente, los atributos sensoriales de la carne son muy importantes para determinar la aceptación final del consumidor (Toldra 2017). De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 9), se puede observar que existieron diferencias ( $P < 0.05$ ) para las variables evaluadas de cada uno de los tratamientos. Los tratamientos *Infraspinatus* masajeado y marinado y *Rectus femoris* masajeado y marinado presentaron la mejor aceptación por parte de los panelistas para cada una de las variables evaluadas, excepto para color, donde los tratamientos mejor calificados fueron el control del músculo *Infraspinatus* e *Infraspinatus* masajeado y marinado. Los resultados obtenidos concuerdan con diversos estudios realizados (Detienne y Wicker 1999; Lee *et al.* 2011; Santos *et al.* 2012; Gao *et al.* 2015), los cuales establecen que el marinado tiene un efecto positivo sobre las características sensoriales de la carne.

Cuadro 10. Medias y desviaciones estándar del análisis sensorial de aceptación para los diferentes tratamientos evaluados en el día 0.

Tratamientos		Media ± DE					
Músculos	Técnica de mejoramiento	Color	Sabor	Textura	Aroma	Jugosidad	Aceptación general
<i>Infraspinatus</i>	Control	6.12 ± 2.20 <sup>A</sup>	4.92 ± 2.30 <sup>B</sup>	5.80 ± 2.39 <sup>B</sup>	5.52 ± 2.23 <sup>B</sup>	5.68 ± 2.47 <sup>B</sup>	5.57 ± 2.22 <sup>B</sup>
	Masajeado y marinado	6.43 ± 2.23 <sup>A</sup>	6.40 ± 2.29 <sup>A</sup>	6.90 ± 2.11 <sup>A</sup>	6.41 ± 2.23 <sup>A</sup>	6.76 ± 2.33 <sup>A</sup>	6.80 ± 2.14 <sup>A</sup>
<i>Rectus femoris</i>	Control	5.25 ± 2.30 <sup>B</sup>	4.80 ± 2.39 <sup>B</sup>	4.96 ± 2.22 <sup>C</sup>	5.45 ± 2.26 <sup>B</sup>	3.76 ± 2.29 <sup>C</sup>	4.88 ± 2.16 <sup>C</sup>
	Masajeado y marinado	4.91 ± 2.23 <sup>B</sup>	6.56 ± 1.93 <sup>A</sup>	6.90 ± 1.94 <sup>A</sup>	6.31 ± 2.25 <sup>A</sup>	6.51 ± 1.96 <sup>A</sup>	6.85 ± 1.65 <sup>A</sup>
CV (%)		39.50	39.43	34.90	37.83	40.09	33.98

DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

<sup>ABC</sup> Medias con diferentes letras mayúsculas, en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

Escala hedónica de nueve puntos: 1= me disgusta muchísimo a 9= me gusta muchísimo.

## CONCLUSIONES

- El masajeado y marinado no afectó las propiedades fisicoquímicas, como ser la actividad de agua, potencial de hidrógeno y dureza de los músculos evaluados.
- El tiempo de almacenamiento hasta los 21 días redujo la luminosidad y aumentó la tonalidad amarillenta del *Rectus femoris* control y del *Rectus femoris* masajeado y marinado, respectivamente. Sin embargo, el *Rectus femoris* control fue el que exhibió la tonalidad menos rojiza.
- Los recuentos de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales no fueron afectados por la técnica de masajeado y marinado a los 0 y 21 días. No obstante, se observó un crecimiento de ambos microorganismos indicadores a través del tiempo.
- El masajeado y marinado mejoró la aceptación de todos los atributos sensoriales estudiados en los tratamientos, excepto el color de la carne proveniente del *Rectus femoris*.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de vida de anaquel que permita evaluar la calidad de la carne en un periodo menor de 21 días.
- Realizar un estudio donde se empleen diferentes porcentajes de los ingredientes usados en el marinado. Así como también la adición de compuestos como ácidos orgánicos para evaluar el efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la carne de cerdo.
- Emplear diferentes técnicas de mejoramiento para poder determinar la más adecuada para la carne de cerdo.

## LITERATURA CITADA

AMSA (American Meat Science Association). 2012. Meat color measurement guidelines. Champaign, Illinois USA 61820; [consultado 2018 sep 15]. 136 p. [https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/Hot-Topics/download-the-ebook-format-pdf-of-the-meat-color-measurement-guidelines .pdf?sfvrsn=a218b8b3\\_0](https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/Hot-Topics/download-the-ebook-format-pdf-of-the-meat-color-measurement-guidelines.pdf?sfvrsn=a218b8b3_0)

AOAC. 2005a. Aerobic count plate: quantitative microbiology [990.12 method]. USA; [consultado 2018 sep 26]. <http://eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=46762>.

AOAC. 2005b. Coliform and *Escherichia coli* counts in foods: quantitative microbiology [991.14 method]. USA; [consultado 2018 sep 26]. <http://eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=46949>.

AOAC. 2005c. pH: quantitative chemistry [981.12 method]. USA; [consultado 2018 sep 26]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=18372>.

AOAC. 2005d. Water activity: qualitative chemistry [978.18 method]. USA; [consultado 2018 sep 26]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=18355>.

ASTM International. 1996. Standard practice for verification and classification of extensometer systems [ASTM E83]. USA; [consultado 2018 sep 26]. <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/E83-10A.htm>.

Bailey AJ. 1972. The basis of meat texture. *J. Sci. Food Agric.* 23(8):995–1007. doi:10.1002/jsfa.2740230811.

Burke RM, Monahan FJ. 2003. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Sci.* 63(2):161–168. doi:10.1016/S0309-1740(02)00062-1.

Cannon JE, McKeith FK, Martin SE, Novakofki J, Carr TR. 1993. Acceptability and shelf-life of marinated fresh and precooked pork. *J Food Science.* 58(6):1249–1253. doi:10.1111/j.1365-2621.1993.tb06158.x.

Casaburi A, Piombino P, Nychas G-J, Villani F, Ercolini D. 2015. Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food Microbiol.* 45(Pt A):83–102. eng. doi:10.1016/j.fm.2014.02.002.

Detienne NA, Wicker L. 1999. Sodium chloride and tripolyphosphate effects on physical and quality characteristics of injected pork loins. *J Food Science*. 64(6):1042–1047. doi:10.1111/j.1365-2621.1999.tb12278.x.

Doyle MP, Beuchat LR. 2007. *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. 3rd ed. Washington, D.C.: ASM Press. xviii, 1038. ISBN: 9781555814076.

FAO. 2016. *Producción y sanidad animal: cerdos y...* Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [consultado 2018 jul 22]. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>.

FAO. 2018. *Food Outlook 2018: Biannual report on global food markets*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 169 p. eg. [consultado 2018 jul 18]. <http://www.fao.org/3/a-I8080e.pdf>

Friedrich CR. 2008. The influence of water activity (aw) in meat products: definition of water activity. *Novasina*. 4 p. eng. [consultado 2018 sep 03]. [http://www.equinlab.com/pdf/\\_Influencia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\)%20en%20productos%20carnicos.pdf](http://www.equinlab.com/pdf/_Influencia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw)%20en%20productos%20carnicos.pdf)

Furtado EJG, Bridi AM, Barbin DF, Barata CCP, Peres LM, Barbon APAdC, Andreo N, Giangareli BdL, Terto DK, Batista JP. 2018. Prediction of pH and color in pork meat using VIS-NIR near-infrared spectroscopy (NIRS). *Food Sci. Technol*. 53(2):135. doi:10.1590/fst.27417.

Gao T, Li J, Zhang L, Jiang Y, Ma R, Song L, Gao F, Zhou G. 2015. Effect of different tumbling marination treatments on the quality characteristics of prepared pork chops. *Asian-australas J Anim Sci*. 28(2):260–267. eng. doi:10.5713/ajas.14.0511.

Haddad G, Moura APR, Fontes PR, Cunha SdFVd, Ramos AdLS, Ramos EM. 2018. The effects of sodium chloride and PSE meat on restructured cured-smoked pork loin quality: a response surface methodology study. *Meat Sci*. 137:191–200. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2017.11.030.

Holmer S, McKeith R, Boler D, Dilger A, Eggert J, Petry D, McKeith F, Jones K, Killefer J. 2009. The effect of pH on shelf-life of pork during aging and simulated retail display. *Meat Sci*. 82(1):86–93. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2008.12.008.

Hristo D, Fejzulla F, Todor S. 2013. Study on factors (pH, water activity, salt content) affecting the growth of *Listeria monocytogenes* in raw dried cured sausages. *Mac Vet Rev*. 36(2):91-95.

Huffman DL, Cordray JC. 1979. Restructured fresh meat cuts from chilled and hot processed pork. *J Food Sci*. 44(5):1564–1567. doi:10.1111/j.1365-2621.1979.tb06493.x.

Kameník J, Saláková A, Kašpar L. 2018. Characteristics of selected pork muscles 45 min and 24 h *post mortem*. *Acta Vet. Brno*. 87(2):173–180.

Kylä-Puhju M, Ruusunen M, Kivikari R, Puolanne E. 2004. The buffering capacity of porcine muscles. *Meat Sci.* 67(4):587–593. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2004.01.001.

Lawless HT, Heymann H. 1998. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York: Springer Science+Business Media. 1 online resource (xix, 827 (Food science texts series)). ISBN: 9781475764994. [Consultado 2018 sep 15]. <https://eurekamag.com/pdf/038/038903861.pdf>

Lee YS, Youm G, Owens CM, Meullenet JF. 2011. Optimization of consumer acceptability and sensory characteristics for marinated broiler breast meat. *J Food Sci.* 76(8):S478-84. eng. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02355.x.

Lindahl G, Karlsson AH, Lundström K, Andersen HJ. 2006. Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. *Meat Sci.* 72(4):603–612. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2005.09.018.

Liu D, Qu J, Sun D-W, Pu H, Zeng X-A. 2013. Non-destructive prediction of salt contents and water activity of porcine meat slices by hyperspectral imaging in a salting process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* 20:316–323. doi:10.1016/j.ifset.2013.09.002.

Mancini RA, Hunt MC. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71(1):100–121. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.003.

Musavu AN, Lebert A. 2018. Prediction of pH and aw of pork meat by a thermodynamic model: new developments. *Meat Sci.* 138:59–67. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2017.11.017.

Nicoli MC. 2016. *Shelf life assessment of food: an introduction to food shelf life*. 1st. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis. 16 p. (Food Preservation Technology). ISBN: 978-1-4398-4600-1. eg.

Nychas G-JE, Skandamis PN, Tassou CC, Koutsoumanis KP. 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Sci.* 78(1-2):77–89. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.020.

Pearson AM, Gillett TA. 1999. *Processed meats*. 3. ed. Gaithersburg: Aspen Publishers. 448 p. (A Chapman & Hall Food Science Book). ISBN: 0834213044. eng.

Phimolsiripol Y, Suppakul P. (2016): *Techniques in shelf life evaluation of food products*. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03293-5.

Reséndiz C, Ramírez B, Guerrero L. 2013. Empaque para la conservación de carne y producto cárnicos. México. 7 p. [Consultado 2018 sep 12]. [https://www.researchgate.net/publication/272024167\\_Empaque\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_carne\\_y\\_productos\\_carnicos\\_pag\\_10\\_Factores\\_alimenticios\\_que\\_influyen\\_en\\_la\\_calidad\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_rumiantes\\_pag\\_23](https://www.researchgate.net/publication/272024167_Empaque_para_la_conservacion_de_carne_y_productos_carnicos_pag_10_Factores_alimenticios_que_influyen_en_la_calidad_de_la_carne_de_rumiantes_pag_23).

Sallam KI. 2008. Effect of marinating process on the microbiological quality of pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 °C. *International Journal of Food Science & Technology*. 43(2):220–228. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01421.x.

Santos VMOd, Caldara FR, Seno LdO, Feijó GLD, Paz ICdLA, Garcia RG, Nääs IdA, Altemio ÂDC. 2012. Marinade with alkaline solutions for the improvement of pork quality. *Pesq. Agropec. Bras*. 47(11):1655–1662. doi:10.1590/S0100-204X2012001100013.

Seafood360. 2014. Water activity (aw) in foods. 9 p. eng. [consultado 2018 julio 30]. <http://safefood360.com/resources/Water-Activity.pdf>

SENASA. 1999. Reglamento cárnicos vigente. Tegucigalpa, FM, Honduras; [consultado 2018 sep 24]. <http://www.senasa.gob.hn/index.php/sala-de-prensa/2-uncategorised/71-seccion-de-productos-carnicos>.

Sheard PR, Tali A. 2004. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. *Meat Sci*. 68(2):305–311. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2004.03.012.

Stetzer AJ, Tucker E, McKeith FK, Brewer MS. 2007. Quality changes in beef *Gluteus medius*, *Infraspinatus*, *Psoas major*, *Rectus femoris*, and *Teres major* enhanced prior to aging. *J Food Sci*. 72(4):S242-6. eng. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00343.x.

Suman SP, Joseph P. 2013. Myoglobin chemistry and meat color. *Annu Rev Food Sci Technol*. 4:79–99. eng. doi:10.1146/annurev-food-030212-182623.

Sun X, Young J, Liu JH, Bachmeier L, Somers RM, Chen KJ, Newman D. 2016. Prediction of pork color attributes using computer vision system. *Meat Sci*. 113:62–64. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2015.11.009.

Toldra F, editor. 2017. *Lawrie's Meat Science: The eating quality of meat: v-sensory evaluation of meat*. 8th. England: Woodhead Publishing. ISBN: 9780081006948.

Tortora GJ, Funke BR, Case CL. 2013. *Introducción a la microbiología*. 9ª ed. 1ª reimp. Buenos Aires [etc]: Panamericana. XXVIII, 959. ISBN: 9789500607407.

University of Nebraska–Lincoln. 2016. Porcine myology: database. Animal Science Department; [consultado 2018 jul 25]. <https://porcine.unl.edu/>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2018a. Inocuidad de la carne de cerdo desde el criadero hasta la mesa del consumidor. United States Department of Agriculture. esp. [Consultado 2018 jun 03]. <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/preparacion-de-las-carnes/inocuidad-carne-de-cerdo/inocuidad-de-la-carne-de-cerdo>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2018b. Livestock and poultry: world markets and trade. United States Department of Agriculture Foreign Agriculture Service. 30 p. [consultado 2018 jun 03]. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf).

van der Sman RGM, Boer E. 2005. Predicting the initial freezing point and water activity of meat products from composition data. *Journal of Food Engineering*. 66(4):469–475. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.04.018.

van Oeckel MJ, Warnants N, Boucqué CV. 1999. Measurement and prediction of pork colour. *Meat Sci*. 52(4):347–354. doi:10.1016/S0309-1740(99)00012-1.

Voutila L, Mullen AM, Ruusunen M, Troy D, Puolanne E. 2007. Thermal stability of connective tissue from porcine muscles. *Meat Sci*. 76(3):474–480. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2006.12.012.

## ANEXOS

### Anexo 1. Boleta de análisis sensorial de aceptación.

Instrucciones: A continuación, se le presentan 4 diferentes muestras de carne de cerdo asada. Por favor evaluar cada muestra de acuerdo a los parámetros enunciados. Marcando con una “x” en el valor correspondiente según su preferencia, donde 0 representa “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”.

Muestra:									
Valor	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
Sabor									
Textura									
Aroma									
Jugosidad									
Aceptación general.									