

**Efecto de un método de marinado en la vida  
de anaquel de carne para asar de res de la  
empresa Agroindustrias Del Corral**

**Jorge Luis Ortega Heredia**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto de un método de marinado en la vida de anaquel de carne para asar de res de la empresa Agroindustrias Del Corral**

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

**Jorge Luis Ortega Heredia**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2018

# **Efecto de un método de marinado en la vida de anaquel de carne para asar de res de la empresa Agroindustrias Del Corral**

**Jorge Luis Ortega Heredia**

**Resumen.** La carne es un alimento importante en la dieta humana y con el crecimiento poblacional existe una mayor demanda. Por ser un alimento altamente perecedero, la industria cárnica ha implementado diferentes métodos de mejoramiento para alargar su vida de anaquel como el marinado. El objetivo del estudio fue evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de carne para asar de res tenderizada y marinada mediante masajeo (M), comparada con carne no tratada (C). Las muestras fueron empacadas al vacío y almacenadas a 4 °C. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo en los días 0, 10 y 20 y una prueba de Chi-cuadrado para el análisis de preferencia. El marinado estuvo compuesto de proteína de soya, fosfatos, goma xantana, goma guar, maltodextrina, enzimas proteolíticas, lactato de sodio, diacetato de sodio y adobo. El marinado incrementó el pH y redujo los valores L\* de la carne para asar, pero no afectó la actividad de agua, el índice de estabilidad oxidativa ni el crecimiento de coliformes totales y mesófilos aerobios. La carne marinada fue preferida y mantuvo los atributos de color, jugosidad, suavidad y sabor, siendo aceptados por el consumidor durante el almacenamiento hasta los 20 días. Se recomienda proseguir con el estudio después de los 20 días, realizar recuentos de bacterias ácido lácticas y probar diferentes ingredientes en el marinado.

**Palabras clave:** Mejoramiento, preservación, rancidez.

**Abstract.** Meat is an important food in the human diet and with the increasing population growth, there is a greater demand. As a highly perishable food, the meat industry has implemented different methods such as marinating to prolong the shelf life. The objective of this study was to evaluate the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of tenderized and marinated (M) beef, obtained by massaging, compared with untreated (C) counterparts. Samples were vacuum packed and stored at 4 °C. A Randomized Complete Block was used with repeated measures at 0, 10 and 20 days, and a Chi-square test for the preference analysis. The marinade was composed of soy protein, phosphates, xanthan and guar gum, maltodextrin, proteolytic enzymes, sodium lactate sodium diacetate and dressing. The marinade increased the pH and reduced the L\* color values, but did not affect water activity, oxidative stability index and growth of total coliforms and mesophilic aerobic counts. Marinated beef was preferred and color, juiciness, tenderness and flavor attributes were maintained and accepted by the consumer during 20 days of storage. It is recommended to continue with the study after 20 days, make counts of lactic acid bacteria and test different ingredients in the marinade.

**Key words:** Improvement, preservation, rancidity.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>20</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición del marinado de la carne. ....	5
2. Descripción de los productos comerciales utilizados en la mezcla del marinado	5
3. Medias del potencial de hidrógeno y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	9
4. Medias de la actividad de agua y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	9
5. Medias de los coliformes totales (Log UFC/g) y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	10
6. Medias de las Bacterias Mesófilas Aerobias (Log UFC/g) y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	11
7. Medias del valor L* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	12
8. Medias del valor a* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	12
9. Medias del valor b* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	13
10. Medias del tiempo de inducción (h) del Rancimat y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. ....	14
11. Medias y desviaciones estándar del atributo color del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo. ....	14
12. Medias y desviaciones estándar del atributo suavidad del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo. ....	15
13. Medias y desviaciones estándar del atributo jugosidad del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo. ....	16
14. Medias y desviaciones estándar del atributo sabor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo. ....	16
15. Medias y desviaciones estándar de aceptación general del análisis sensorial de los tratamientos a través del tiempo. ....	17
16. Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia a través del tiempo	17

Figura	Página
1. Flujo de proceso de la preparación de carne para asar de res marinada. ....	4

|

Anexos	Página
2. Ficha técnica del producto PatTender. ....	24
3. Ficha técnica del Marinador de res. ....	25
4. Resultados de pH en los dos tratamientos a través del tiempo. ....	26
5. Resultados de la escala L* en los tratamientos a través del tiempo. ....	26
6. Hoja de evaluación sensorial de aceptación y preferencia. ....	27
7. Correlaciones de las calificaciones de color, suavidad, jugosidad y sabor con la aceptación general de la carne control. ....	27
8. Correlaciones de las calificaciones de color, suavidad, jugosidad y sabor con la aceptación general de la carne marinada. ....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

La carne es un producto importante para la dieta humana, aportando proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes beneficiosos para la salud. El crecimiento poblacional y el aumento de los ingresos generan una mayor demanda de carne, lo que significa una oportunidad en la industria cárnica para agregar valor a sus productos, disminuir precios, incrementar la vida anaquel y ofrecer un alimento inocuo y de calidad al consumidor (FAO 2014).

La vida de anaquel es el tiempo durante el cual un alimento mantiene las propiedades sensoriales deseadas por el consumidor y para asegurarse que el producto mantenga los adecuados parámetros de calidad, para lo cual, es importante la cuidadosa determinación de su tiempo de conservación (Chotyakul *et al.* 2012). La carne fresca de bovino es un alimento altamente perecedero, por eso es necesario para los productores, procesadores, distribuidores y minoristas, el reconocimiento de los factores que intervienen en su deterioro. La vida útil depende del tipo de músculo, de la nutrición y manejo del animal antes de la cosecha y de las condiciones *post mortem*; debido a esto el consumidor percibe que una carne no está fresca mediante características como el cambio de color, la pérdida de humedad y sabor que se ven afectadas por los microorganismos y la rancidez (Antoniewski y Barringer 2010).

El principal causante del deterioro de la carne es el crecimiento de microorganismos, que crecen a temperaturas de refrigeración (4 °C), siendo las *Pseudomonas* spp. el género más común y en menor cantidad los géneros de *Enterobacteriaceae*. Las bacterias provocan el desdoblamiento de las proteínas y lípidos mediante las enzimas que producen. Así se liberan péptidos y ácidos grasos que ocasionan los cambios sensoriales negativos en la carne (Fik y Leszczyńska-Fik 2007). Cuando las bacterias alcanzan un número de  $5 \times 10^7$  UFC/cm<sup>2</sup> hay aparición de malos olores y con  $10^8$  UFC/cm<sup>2</sup> se puede presentar la formación de baba (García *et al.* 2012). En carnes refrigeradas y empacadas al vacío el deterioro se asocia con el crecimiento de bacterias ácido lácticas psicrófilas (Fik *et al.* 2008).

Una de las formas de extender la vida anaquel de la carne es el marinado, que se ha implementado para ofrecer al consumidor un producto de mayor calidad. El marinado está compuesto por diferentes ingredientes que cumplen distintas funciones en la carne, siendo el principal ingrediente la sal, que además de mejorar el sabor, funciona como bacteriostático y permite la retención de agua al extraer las proteínas miofibrilares de la carne (García *et al.* 2012).

En los productos cárnicos se han utilizado diferentes combinaciones de aditivos para prolongar la vida útil, como por ejemplo los lactatos y acetatos de sodio que están asociados

con el retraso del crecimiento microbiano (Crist *et al.* 2014). Los fosfatos también son utilizados para mejorar la capacidad de retención de agua, la textura y la vida útil (Baugreet *et al.* 2018).

Agroindustrias Del Corral es una empresa ubicada en Siguatepeque, Honduras. Se dedica a la elaboración y comercialización de productos cárnicos, los cuales han ganado un gran reconocimiento a nivel nacional debido a su alta calidad. La empresa ha empezado a exportar sus productos hacia Guatemala y El Salvador; recientemente fue aprobada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América para ingresar carne de res a su mercado. Al extenderse a mercados en donde el tiempo de transporte de productos es más largo, surge la necesidad de validar el tiempo de conservación de las características de calidad de sus productos, como por ejemplo la carne para asar de res. Esta puede provenir de diferentes partes de la canal de res, siempre y cuando se elijan cortes similares en cuanto a su suavidad, jugosidad y sabor (Sullivan y Calkins 2007).

En el presente estudio se determinó la vida de anaquel de carne para asar de res, conteniendo diversos músculos sometidos a un proceso de mejoramiento de carne. Esta metodología consiste en la aplicación de un marinado en una masajeadora, en carne previamente tenderizada. En el tratamiento mencionado se evaluó el deterioro microbiológico, fisicoquímico y sensorial a través del tiempo y fue comparado con un tratamiento control.

Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar las diferencias físicas, químicas y microbiológicas, a través del tiempo, entre carne para asar de res no marinada y carne para asar de res sometida a un proceso de marinado.
- Evaluar la aceptación del consumidor y su preferencia a través del tiempo de la carne para asar de res marinada.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Ubicación del estudio.**

El estudio se realizó en la empresa Agroindustrias Del Corral, ubicada en el km 121 carretera al norte, Siguatepeque, Honduras. Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Microbiología de dicha empresa. El análisis sensorial fue realizado en el Supermercado Del Corral, localizado en Siguatepeque. Las características de color, pH, actividad de agua y rancidez, fueron medidas en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el Valle del Yeguaré, km 30 de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

### **Obtención de la carne.**

Para cada réplica la empresa Agroindustrias Del Corral recibió un lote 150 reses con un promedio de edad de 30 a 36 meses, provenientes de diferentes partes del país: San José (Copán), Santa Cruz de Yojoa (Cortés), Trujillo (Colón), Namasigüe (Choluteca) y Dulce Nombre de Culmí (Olancho). Después de la cosecha, las canales se mantuvieron durante dos días en un cuarto frío a una temperatura de 4 °C y las reses fueron despostadas al alcanzar los 7 °C, separando los músculos *Gastrocnemius*, *Semimembranosus*, *Diaphragm* y *Trapezius*.

### **Diseño experimental.**

Para los análisis físicos, químicos y microbiológicos y sensoriales de aceptación se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo en los días: 0, 10 y 20. Se evaluaron dos tratamientos: carne para asar marinada mediante el masajeo, previamente tenderizada (M), y el control (C) (carne sin marinar ni recibir un método de mejoramiento). Se realizarán tres repeticiones, resultando un total de 18 unidades experimentales. Los análisis sensoriales de preferencia se realizaron mediante un diseño Chi-cuadrado. Se utilizó el programa SAS® (Statistical Analysis System), versión 9.4.

### **Marinado y empaqueo de las muestras de carne.**

Para la preparación del tratamiento M (figura 1), 90.7 kg de carne fueron pesados y tenderizados en un tenderizador Ogalsa (España) y posteriormente masajeados en una masajeadora Henneken (Bad Wünnenberg, Alemania) durante 25 min. Se utilizó un marinado compuesto por agua fría, adobo comercial, marinador de carne de res (Griffith Laboratories) y los productos comerciales Pat Tender (Griffith Laboratories) como extensor

de masa cárnica y Lactoplus (La Campana) como preservante. El cuadro 1 muestra la composición del marinado de la carne.

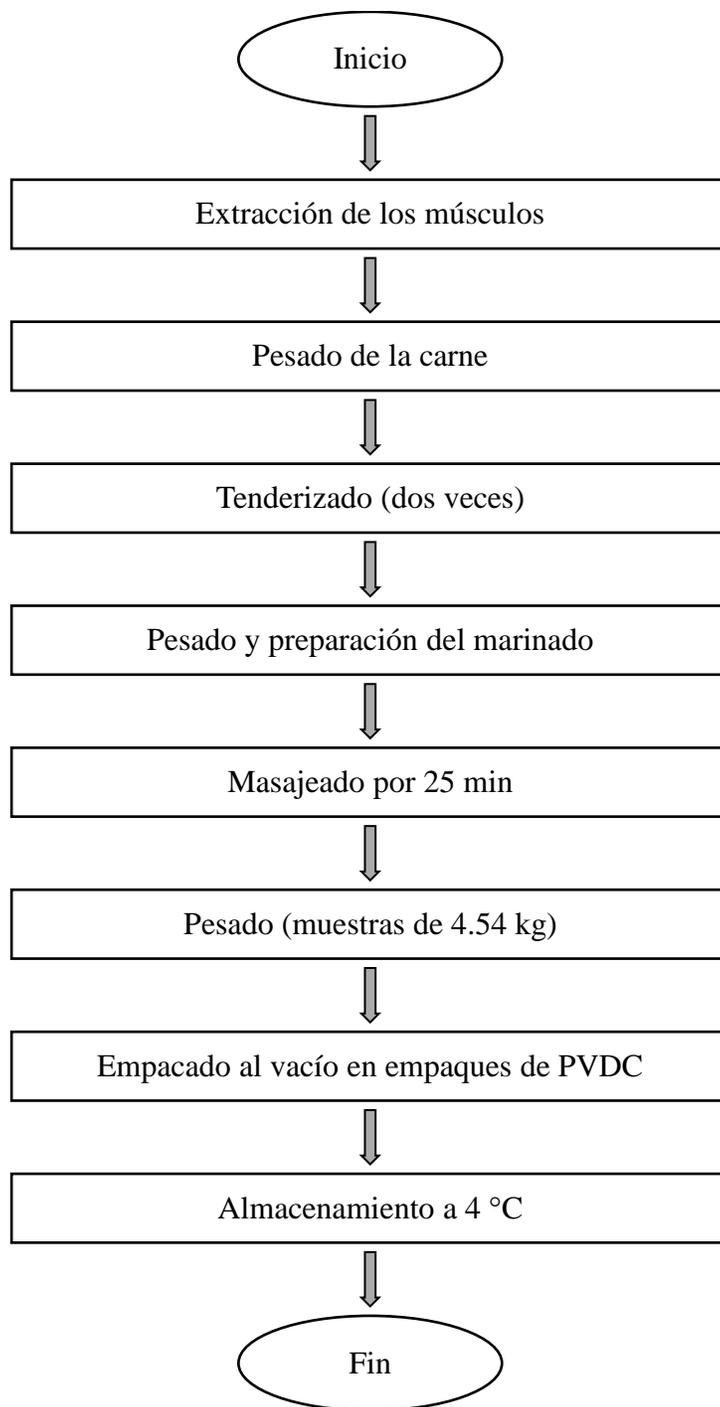


Figura 1. Flujo de proceso de la preparación de carne para asar de res marinada.

Cuadro 1. Composición del marinado de la carne.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje por kg de la carne</b>	<b>Peso (kg)</b>
Agua fría	45.00%	40.82
Pat Tender	2.50%	2.27
Marinador	1.50%	1.36
Lactoplus	0.60%	0.54
Adobo	0.10%	0.09

En el cuadro 2 se describen los ingredientes que posee cada producto comercial. Sin embargo, los porcentajes no están detallados de manera específica por confidencialidad de las empresas proveedoras y de la empresa Agroindustrias Del Corral.

Cuadro 2. Descripción de los productos comerciales utilizados en la mezcla del marinado.

<b>Producto</b>	<b>Ingredientes</b>
Pat Tender	Proteína de soya, fosfatos, goma xantana, goma guar
Marinador	Sal, fosfatos, maltodextrina, enzima proteolítica
Lactoplus	Diacetato de sodio, lactato de sodio
Adobo comercial	Sin declaraciones por confidencialidad de la empresa

Para el control (C), se pesaron 40.8 kg de carne para asar y no se realizó ningún tipo de mejoramiento de carne. Los dos tratamientos fueron empacados al vacío, en un empaque termoformable (Policloruro de vinilideno, PVDC) de 4.54 kg, en una empacadora Multivac (modelo R145). En total se obtuvieron nueve paquetes para cada tratamiento.

Del total de paquetes que se obtuvieron para cada tratamiento, seis de ellos fueron almacenados en la planta de la empresa a 4 °C para los posteriores análisis de los días 10 y 20. Tres paquetes fueron analizados en el día cero, de los cuales uno fue utilizado para los análisis microbiológicos en el laboratorio de la empresa, otro fue trasladado al Supermercado Del Corral para el análisis sensorial y otro fue transportado en una hielera hasta la Escuela Agrícola Panamericana, en donde se realizaron los análisis fisicoquímicos.

### **Análisis fisicoquímicos.**

**Análisis de actividad de agua ( $A_w$ ).** La actividad de agua fue medida con el AquaLab® modelo 3T utilizando muestras de 3 g de carne de cada tratamiento. Se realizaron tres observaciones para cada tratamiento según el método AOAC 978.18 (AOAC 1995) en los días 0, 10 y 20. Se ejecutaron tres repeticiones en diferentes tiempos.

**Análisis de rancidez.** Se midió el índice de estabilidad oxidativa según el método AOCS Cd 12b-92. Se pesaron 0.5 g de carne en una balanza analítica (Adventurer® Ohaus), dentro de un recipiente de reacción del equipo Rancimat (modelo 873 Metrohm). Se agregaron al

tubo 2.5 g de manteca de palma (grasa vegetal) a la muestra y en otro tubo se pesó 3 g de la misma grasa como control. Se ingresaron al Rancimat los dos tratamientos al mismo tiempo. Dentro del equipo, una corriente de aire pasó sobre las muestras a 111.5 °C. El aire efluente se transportó a un recipiente con agua desionizada que cambió su conductividad por los ácidos grasos que fueron producto de la oxidación de la grasa (AOCS 2018). Se realizaron tres repeticiones en los días 0, 10 y 20.

**Análisis del potencial de hidrógeno (pH).** Se molió la carne y se pesó 1 g de esta dentro de un tubo de ensayo. Se diluyó la muestra en 9 ml de agua destilada y se utilizó un vórtex para una mejor homogenización. Se midió el pH con un potenciómetro (Thermo Scientific Orion 5 star). Se realizaron tres mediciones para cada tratamiento en los días 0, 10 y 20 en las tres repeticiones.

**Análisis de color.** Se evaluaron los parámetros ( $L^*a^*$  y  $b^*$ ) a muestras de aproximadamente 10 g (hasta cubrir el lente del equipo) en el colorímetro ColorFlex HunterLab® utilizando el método AN 1018.00 (Hunter lab 2014). Se realizaron tres lecturas de cada tratamiento en los días 0, 10 y 20 para cada una de las réplicas.

#### **Análisis microbiológicos.**

Para los análisis microbiológicos se transportaron las muestras en una hielera, desde la planta de Agroindustrias Del Corral hasta el Laboratorio de Microbiología de la empresa. Se asignaron los códigos de rastreabilidad de la carne y se utilizó un paquete de cada tratamiento. Las muestras se tomaron de varias partes del paquete con la ayuda de pinzas y tijeras esterilizadas. Se realizaron tres repeticiones en los días 0, 10 y 20.

**Coliformes totales.** Para determinar los coliformes se utilizó el método AOAC 991.14, para lo que se pesaron 25 g de muestra, la cual fue diluida en 225 ml de agua peptonada al 0.1%. Se sembraron 10 ml de la muestra homogenizada, con la ayuda de una pipeta mecánica de canal simple, en una Placa 3M™ Petrifilm™ para recuento de *E. coli*/ Coliformes EC, la cual contiene nutrientes de Bilis Rojo Violeta VRB. Las placas fueron incubadas a 35 °C durante 24 horas (AOAC 2002).

**Mesófilos aerobios.** Para la determinación de bacterias mesófilas aerobias se aplicó el método AOAC 990.12. Se pesaron 25 g de carne y se realizaron diluciones  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$  con agua peptonada al 0.1%. La muestra fue sembrada en una Placa 3M™ Petrifilm™ para Recuento de Aerobios que contiene los nutrientes del “Agar Standard Methods”. La incubación de las placas fue durante 48 horas a 35 °C (AOAC 2002).

#### **Análisis sensorial.**

Se realizó un análisis sensorial de aceptabilidad y uno de preferencia a un panel conformado por 35 personas no entrenadas en los días 0, 10 y 20, totalizando 102 panelistas en cada día de anaquel, siguiendo las recomendaciones de Alfaro *et al.* (2013), quienes indican que para este tipo de pruebas se requiere un mínimo de 100 personas. Las muestras fueron cortadas en trozos de  $2 \times 2 \times 2$  cm y cocidas hasta los 75 °C internamente, por 5 min, cumpliendo con la norma establecida de superar los 62.8 °C durante 3 min (USDA 2015). Las muestras

de cada tratamiento se sirvieron calientes a los panelistas, en bandejas, con su respectivo código formado de tres números al azar. Para cada panelista se colocó un vaso con agua para neutralizar el sabor de su paladar antes y después de probar cada muestra.

Para el análisis de aceptabilidad se tomó en cuenta los siguientes atributos: color, olor, textura, sabor y la aceptación general, calificados en un rango del 1 al 5, siendo 5 el mayor grado de aceptabilidad y 1 el menor. Además, se realizó un análisis sensorial de preferencia en el cual se solicitó al consumidor determinar la muestra preferida.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Análisis de pH.**

Según Zimmerman (sf.) después de la cosecha del animal, la carne sufre un cambio químico llamado *rigor mortis*, en donde existe un descenso del pH. Esta acidificación es producto de la transformación del glucógeno en ácido láctico y ocurre en un transcurso de 15 a 36 horas en vacunos. El pH alcanza valores finales entre 5.5 y 5.7.

En el cuadro 3 se muestran las concentraciones de iones de hidrógeno para las carnes evaluadas. La media del potencial de hidrógeno al día 0 en el control (C) fue de  $5.58 \pm 0.08$ , este valor está dentro del rango de pH normal para carne de res. Adicionalmente, se observó una diferencia ( $P < 0.05$ ) entre el pH del control (C) y la carne marinada (M) en los días 0, 10 y 20. El tratamiento M presentó un pH más elevado que el C, esto se debió a la adición del marinador de carne de res y el producto comercial Pat Tender, los cuales contienen sal (NaCl) y fosfatos como parte de sus ingredientes. Los fosfatos y la sal solubilizan la miosina e incrementan el pH de la carne (Lowder y Mireles Dewitt 2014).

El potencial de hidrógeno en el tratamiento M no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre el día 0 y 10, pero disminuyó ( $P < 0.05$ ) en el día 20. El control mostró un incremento ( $P < 0.05$ ) en el pH

al día 10 y descendió ( $P < 0.05$ ) al día 20. Esto coincide con las observaciones de Hoffman *et al.* (2012), quienes midieron pH durante 19 días y encontraron el mismo patrón de crecimiento y caída en carne proveniente de varios músculos de la res, tanto en el control como en los tratamientos con diferentes mezclas de di- y trifosfatos y lactatos.

En el control (C), el incremento del pH entre el día 0 y 10 puede haberse producido por acción de los microorganismos y sus enzimas que desnaturalizan las proteínas, liberando aminoácidos que forman amoníaco y aminas que incrementan la alcalinidad (Lyu *et al.* 2018). En ambos tratamientos, la reducción en el pH a partir del día 10 puede atribuirse al crecimiento de bacterias ácido lácticas que normalmente crecen en carnes refrigeradas empacadas al vacío (Gómez y Lorenzo 2012). Aunque el pH de la carne tratada (M) disminuyó en el día 20, esta continuó presentando un pH superior al control; es muy probable que la combinación del lactato y diacetato de sodio hayan reducido el crecimiento de bacterias ácido lácticas como fue demostrado en un estudio realizado por Serdengecti *et al.* (2006).

Cuadro 3. Medias del potencial de hidrógeno y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media ± DE		
	0	10	20
Control	5.58 ± 0.08 <sup>yB</sup>	5.82 ± 0.10 <sup>yA</sup>	5.44 ± 0.07 <sup>yB</sup>
Marinada	6.26 ± 0.12 <sup>xA</sup>	6.38 ± 0.04 <sup>xA</sup>	6.03 ± 0.08 <sup>xB</sup>
CV (%)	1.35	1.71	1.80

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

#### Análisis actividad de agua ( $A_w$ ).

La actividad de agua de la carne está entre 0.98 y 0.99, lo que favorece al crecimiento de todos los microorganismos (Restrepo *et al.* 2001). En el cuadro 4 se muestra que la  $A_w$  de los dos tratamientos estudiados no fue diferente ( $P > 0.05$ ) y tampoco se observó una diferencia significativa a través del tiempo en ninguno de ellos ( $P > 0.05$ ). Esto difiere con Chen y Shelf (1992), quienes comprobaron que la adición de lactato de sodio reduce la actividad de agua en la carne, argumentando que esta es la razón de la supresión de los microorganismos. Además, Lowder y Mireles Dewitt (2014) afirman que a un mayor pH hay una mayor retención de humedad y por lo tanto, una reducción de la actividad de agua.

Cuadro 4. Medias de la actividad de agua y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día <sup>¥</sup>		
	Media ± DE <sup>(NS)</sup>		
	0	10	20
Control	0.982 ± 0.003	0.961 ± 0.015	0.977 ± 0.001
Marinada	0.965 ± 0.022	0.958 ± 0.009	0.972 ± 0.010
CV (%)	1.37	0.65	0.73

<sup>¥</sup> No existieron diferencias significativas en el tiempo ( $P > 0.05$ ).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

#### Análisis microbiológicos.

El recuento de coliformes es un indicador importante de la calidad de higiene y saneamiento durante el proceso en planta (Serdengecti *et al.* 2006). Los coliformes totales (cuadro 5) no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, lo que indica que el marinado no causó

ningún efecto en la actividad microbiana. Según Restrepo *et al.* (2001) los microorganismos crecen en un rango de 5 a 8 de pH. En este estudio, durante los 20 días el pH de ambos tratamientos se encontró en este rango. De igual manera, las medias de actividad de agua de ambos tratamientos fue de 0.97, siendo una condición favorable para el crecimiento microbiano.

El tratamiento M no mostró un crecimiento significativo a través del tiempo, pero en tratamiento C el recuento incrementó ( $P < 0.05$ ) en 0.9 Log UFC/ g del día 0 al día 20. A pesar de que no se detuvo el crecimiento de coliformes, ambos tratamientos se encontraron dentro del límite microbiológico permitido para el consumo, siendo las cargas menores a 5 Log UFC/g (SENASA 2000).

Cuadro 5. Medias de los coliformes totales (Log UFC/g) y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>		
	0	10	20
Control	1.25 $\pm$ 0.70 <sup>B</sup>	1.23 $\pm$ 0.50 <sup>B</sup>	2.13 $\pm$ 0.21 <sup>A</sup>
Marinada	1.10 $\pm$ 0.46 <sup>A</sup>	1.46 $\pm$ 0.66 <sup>A</sup>	1.54 $\pm$ 0.58 <sup>A</sup>
CV (%)	15.30	17.10	17.19

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

No se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el conteo de bacterias mesófilas aerobias entre tratamientos (cuadro 6). El crecimiento de las bacterias mesófilas aerobias en la carne marinada no fue diferente ( $P > 0.05$ ) a través del tiempo. No obstante, la carne sin marinar exhibió un crecimiento ( $P < 0.05$ ) de 0.7 Log UFC/g de los 0 a los 20 días de almacenamiento. Estos resultados pueden ser producto de la manipulación de cada muestra de carne para los diferentes días, siendo las cargas iniciales diferentes.

Los valores finales de bacterias mesófilas aerobias en ambos tratamientos están dentro del límite dictado por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria en el reglamento de inspección de carnes y productos cárnicos, en donde se establece una carga máxima de 6-7 Log UFC/g (SENASA 2000). La temperatura de almacenamiento de la carne (4 °C) pudo haber sido un factor que evitó que los mesófilos aerobios sobrepasaran el número permitido, ya que según Restrepo *et al.* (2001) la temperatura óptima para su crecimiento es de 37 °C.

El incremento del pH al día 10 en ambos tratamientos no resultó en un aumento de los recuentos de bacterias mesófilas aerobias ni coliformes totales. Usualmente un aumento en el pH está relacionado con procesos de proteólisis causada por los microorganismos y en este estudio ese efecto no se encontró (Lyu *et al.* 2018). Adicionalmente estos resultados

difieren con el estudio realizado por Serdengecti *et al.* (2006), quienes encontraron una reducción en el crecimiento de coliformes y mesófilos aerobios en carne tratada con lactato de sodio, acetato de sodio y diacetato de sodio.

Cuadro 6. Medias de las Bacterias Mesófilas Aerobias (Log UFC/g) y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>		
	0	10	20
Control	3.86 $\pm$ 0.73 <sup>B</sup>	3.77 $\pm$ 0.44 <sup>B</sup>	4.59 $\pm$ 0.17 <sup>A</sup>
Marinada	3.77 $\pm$ 0.61 <sup>A</sup>	3.89 $\pm$ 0.33 <sup>A</sup>	4.24 $\pm$ 0.44 <sup>A</sup>
CV (%)	2.97	2.06	5.77

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

### Análisis de color.

El color de la carne es la principal característica que el consumidor juzga para tomar su decisión de compra. La mioglobina es responsable del color rojo de la carne, pero al empacarse al vacío se genera la dexoximioglobina la cual otorga un color púrpura. Cuando se oxida la desoximioglobina se forma la metamioglobina, la cual confiere a la carne un color pardo no deseado por el consumidor (Sánchez *et al.* 2008).

El valor de  $L^*$  representa la luminosidad en una escala de 0 a 100, dependiendo de si toda la luz es absorbida o es reflejada (Strydom y Hope-Jones 2014). En el cuadro 7 se observa que existieron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre el valor  $L^*$  de los tratamientos a través del tiempo. La luminosidad no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en el día 0, pero en los días 10 y 20 el control obtuvo significativamente ( $P < 0.05$ ) tonalidades de color más claras. En las carnes marinadas el valor  $L^*$  disminuyó ( $P < 0.05$ ) a partir del día 10 de almacenamiento. No obstante, no se observó el mismo efecto en las carnes para asar sin marinar.

Estos resultados indican que el marinado (M) influyó en la luminosidad de la carne, debido a que esta posee un mayor pH (cuadro 3) y mientras más elevado es el pH existe una menor cantidad de agua libre en la superficie; en consecuencia, una menor dispersión de luz que está representada por un valor más bajo de  $L^*$  (Onega 2005). Además, en un estudio realizado por Baublits *et al.* (2006), el valor  $L^*$  disminuyó al incrementar las concentraciones de NaCl en el marinado. Por otro lado, la luminosidad del tratamiento C pudo haberse elevado debido a la mayor cantidad de purga que se produjo a través del tiempo.

Cuadro 7. Medias del valor L\* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media ± DE (∞)		
	0	10	20
Control	30.81 ± 1.43 <sup>x B</sup>	32.89 ± 2.55 <sup>x AB</sup>	37.00 ± 3.44 <sup>x A</sup>
Marinada	32.68 ± 1.90 <sup>x A</sup>	27.74 ± 1.65 <sup>y B</sup>	29.96 ± 0.95 <sup>y B</sup>
CV (%)	5.60	9.59	9.21

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo (P < 0.05).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(∞): Escala del valor L\*: 0 = negro, 100 = blanco

El valor a\* en la carne está relacionada con la cantidad de mioglobina (Falomir-Lockhart *et al.* 2015). La mioglobina al oxidarse forma oximioglobina, lo que resulta en un mayor enrojecimiento que se representa con valores más altos de a\*. En el cuadro 8 se observa que no hubo diferencias (P > 0.05) ni entre tratamientos ni en el tiempo de almacenamiento, esto podría deberse a que en la carne empacada al vacío el cambio de la escala de a\* es menor al no haber presencia de oxígeno (Łopacka *et al.* 2016). Se sabe que la adición de fosfato de sodio aumenta la estabilidad del color al ser un antioxidante. Sin embargo, al usar fosfato de sodio en presencia de sal no se obtienen incrementos en la tonalidad roja de la carne. Esto es debido a que la sal siendo un pro-oxidante contribuye a la oxidación de la mioglobina (Lowder y Mireles Dewitt 2012).

Cuadro 8. Medias del valor a\* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día <sup>¥</sup>		
	Media ± DE (∞) (NS)		
	0	10	20
Control	17.33 ± 0.78	14.96 ± 2.33	17.74 ± 2.85
Marinada	16.33 ± 1.90	15.18 ± 1.72	16.86 ± 1.32
CV (%)	4.67	3.99	6.25

<sup>¥</sup> No existieron diferencias significativas en el tiempo (P > 0.05).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos (P > 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación. (∞): Escala del valor a\*: -60 = verde, 60 = rojo

El valor b\* no fue diferente (P > 0.05) ni entre tratamientos, ni a través del tiempo. En un estudio realizado por Duysen *et al.* (2015) el valor b\* presentó una correlación significativa

con el pH, contenido de humedad, pérdida por cocción y jugosidad de la carne. Sin embargo, los resultados de  $b^*$  de este estudio no se vieron influenciados por el pH ni la actividad de agua (cuadro 9).

La razón de no haber encontrado diferencias tanto en el valor  $a^*$  como en el  $b^*$  pudo deberse a que el ajuste de modelo no fue lineal ( $R^2 < 0.70$ ), producto de las diferentes tonalidades entre los músculos utilizados para este estudio.

Cuadro 9. Medias del valor  $b^*$  y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día <sup>‡</sup>		
	Media $\pm$ DE ( $\infty$ ) <sup>(NS)</sup>		
	0	10	20
Control	15.64 $\pm$ 0.96	15.67 $\pm$ 0.44	16.84 $\pm$ 1.13
Marinada	16.20 $\pm$ 1.18	14.37 $\pm$ 1.11	16.01 $\pm$ 1.41
CV (%)	5.38	3.86	3.86

<sup>‡</sup> No existieron diferencias significativas en el tiempo ( $P > 0.05$ ).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

( $\infty$ ): Escala del valor  $L^*$ : -60 = azul, 60 = amarillo

### **Análisis de rancidez (Índice de estabilidad oxidativa).**

La oxidación de los lípidos es un factor importante en el deterioro de la carne, esta es producida por la reacción de los ácidos grasos en presencia de oxígeno, lo cual genera radicales libres. Esto da paso a la formación de hidroperóxidos y se originan reacciones secundarias que causan la rancidez oxidativa. Este proceso afecta las características sensoriales como el sabor, olor y valor nutricional (Sánchez *et al.* 2008). El cuadro 10 presenta el tiempo de inducción del rancimat en ambos tratamientos, indicando el período de formación de hidroperóxidos (Rodríguez *et al.* 2015).

Shon *et al.* (2010) demostraron que la proteína de soya (ingrediente del Pat Tender) redujo la oxidación de los lípidos en carne fresca. Por otro lado, Ponrajan *et al.* (2012) encontraron resultados similares al combinar (NaCl), fosfatos y diacetato de sodio. Los resultados de este estudio difieren de los resultados de estos autores ya que el tiempo de inducción no fue diferente ( $P > 0.05$ ) ni entre tratamientos, ni a través del tiempo (cuadro 10). El ajuste del modelo no fue lineal ( $R^2 < 0.70$ ), consecuencia del diferente contenido graso que tienen los distintos músculos que conformaron las muestras, por esto no se logró obtener resultados que justifiquen una menor oxidación en las carnes marinadas (M).

Cuadro 10. Medias del tiempo de inducción (h) del Rancimat y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día <sup>‡</sup>		
	Media ± DE <sup>(NS)</sup>		
	0	10	20
Control	1.31 ± 0.47	1.23 ± 0.44	1.66 ± 0.15
Marinada	1.31 ± 0.45	1.24 ± 0.65	1.56 ± 0.17
CV (%)	29.07	28.52	13.29

<sup>‡</sup> No existieron diferencias significativas en el tiempo (P > 0.05).

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos (P > 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

### Análisis sensorial.

Las medias del atributo de color del análisis sensorial de aceptación fueron diferentes (P < 0.05) entre tratamientos. El cuadro 11 muestra que las carnes marinadas (M) fueron calificadas con valores más altos. Los panelistas las catalogaron como “me agrada moderadamente”. El almacenamiento de la carne marinada hasta los 20 días no tuvo efecto (P > 0.05) en el color percibido por los panelistas, lo que difiere con lo encontrado en la carne no tratada, ya que en ésta la aceptación fue menor (P > 0.05) a los 20 días.

Cuadro 11. Medias y desviaciones estándar del atributo color del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media ± DE (*)		
	0	10	20
Control	3.77 ± 1.17 <sup>yA</sup>	3.87 ± 0.95 <sup>yA</sup>	3.18 ± 0.91 <sup>yB</sup>
Marinada	4.33 ± 0.86 <sup>xA</sup>	4.22 ± 0.85 <sup>xA</sup>	4.19 ± 0.70 <sup>xA</sup>
CV (%)	25.30	22.32	21.98

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo (P < 0.05).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(\*): Escala hedónica: 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho.

Los resultados de aceptación de suavidad (cuadro 12) también fueron diferentes (P > 0.05) entre tratamientos. La carne marinada presentó calificaciones más altas que el control y no cambió sus puntuaciones a través del tiempo (P > 0.05). En el día 20, el promedio de calificación de M fue de 4.30 ± 0.70, es decir que estuvo dentro de la clasificación “me agrada moderadamente”. A diferencia de la carne marinada, la carne control (C) fue más

suave ( $P < 0.05$ ) a los 10 días que a los 20 días. Este cambio en la suavidad del tratamiento control a través del tiempo es poco usual y una posible razón es que en el día 10 pudo haberse utilizado carne con menor cantidad de tejido conectivo que en los otros días, lo que significa una menor dureza percibida por los panelistas.

La suavidad presentada en la carne tratada de debió a las enzimas proteolíticas que contenía el marinador de carne de res. Se desconoce el nombre de la enzima que fue parte del marinador, pero se sabe que, para ablandar la carne, la industria utiliza diferentes proteasas como la papaína (de la papaya), la bromelina (de la piña) la actinidina (del kiwi) y la ficina que proviene del higo (Eshamah *et al.* 2014). Además, la carne M fue tenderizada dos veces, ablandando el tejido mediante cuchillas que rompen las fibras musculares (Vandenbergh-Descamps *et al.* 2018).

Cuadro 12. Medias y desviaciones estándar del atributo suavidad del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE (*)		
	0	10	20
Control	2.36 $\pm$ 1.30 <sup>yB</sup>	3.01 $\pm$ 1.27 <sup>yA</sup>	2.51 $\pm$ 1.25 <sup>yB</sup>
Marinada	4.38 $\pm$ 0.87 <sup>xA</sup>	4.49 $\pm$ 0.81 <sup>xA</sup>	4.30 $\pm$ 0.70 <sup>xA</sup>
CV (%)	32.80	28.36	29.72

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(\*): Escala hedónica: 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho.

En cuanto a la aceptación de la jugosidad de la carne (cuadro 13), las carnes marinadas fueron más jugosas ( $P < 0.05$ ) que las del tratamiento C, con una media de  $4.48 \pm 0.75$  al final del estudio, clasificando entre los criterios “me agrada moderadamente” y “me agrada mucho”.

La maltodextrina es un azúcar que tiene afinidad con las moléculas de agua y al retenerla forma un gel que se asemeja a la grasa, aportando una mayor jugosidad (Carvalho *et al.* 2017). Sumado a esto, la goma xantana y la goma guar también secuestran moléculas de agua y mejoran la jugosidad, por esto son utilizadas para reemplazar a las grasas en productos cárnicos (Lurueña-Martínez *et al.* 2004).

Cuadro 13. Medias y desviaciones estándar del atributo jugosidad del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE (*)		
	0	10	20
Control	2.64 $\pm$ 1.18 <sup>yB</sup>	3.31 $\pm$ 1.34 <sup>yA</sup>	2.55 $\pm$ 1.28 <sup>yB</sup>
Marinada	4.44 $\pm$ 0.74 <sup>x A</sup>	4.52 $\pm$ 0.77 <sup>x A</sup>	4.48 $\pm$ 0.75 <sup>x A</sup>
CV (%)	27.74	27.91	29.88

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo (P < 0.05).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(\*): Escala hedónica: 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho.

Los resultados de aceptación de sabor (cuadro 14) indican una diferencia (P < 0.05) entre tratamientos, teniendo la carne marinada mayor aceptación por parte del consumidor. Al final del estudio el tratamiento M obtuvo una calificación de 4.64  $\pm$  0.52, que significa “me agrada mucho”, a diferencia de C, el cual fue juzgado como “no me agrada ni me desagrada”, con una media de 2.79  $\pm$  1.09 en el día 20. El sabor de la carne marinada (M) mostró un mejoramiento significativo en el sabor, influenciado por el marinador y el adobo.

Cuadro 14. Medias y desviaciones estándar del atributo sabor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE (*)		
	0	10	20
Control	2.60 $\pm$ 1.33 <sup>yB</sup>	2.99 $\pm$ 1.28 <sup>yA</sup>	2.79 $\pm$ 1.09 <sup>yAB</sup>
Marinada	4.47 $\pm$ 0.66 <sup>x A</sup>	4.62 $\pm$ 0.75 <sup>x A</sup>	4.64 $\pm$ 0.52 <sup>x A</sup>
CV (%)	29.56	27.50	23.06

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo (P < 0.05).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(\*): Escala hedónica: 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho.

La evaluación sensorial de aceptación general (cuadro 15) mostró resultados diferentes (P<0.05) entre tratamientos, como era de esperarse, ya que la carne M fue mejor calificada en las características de color, suavidad, jugosidad y sabor. En el día 20 la carne M fue

catalogada como “me agrada moderadamente” y el control como “no me agrada ni me desagrada”. Por lo tanto, el análisis de preferencia (cuadro 16) también mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, siendo la carne marinada la preferida a través del tiempo en comparación a la carne no tratada.

Cuadro 15. Medias y desviaciones estándar de aceptación general del análisis sensorial de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Media $\pm$ DE (*)		
	0	10	20
Control	2.89 $\pm$ 1.06 <sup>yB</sup>	3.25 $\pm$ 0.98 <sup>yA</sup>	2.89 $\pm$ 1.05 <sup>yB</sup>
Marinada	4.45 $\pm$ 0.67 <sup>xA</sup>	4.48 $\pm$ 0.69 <sup>xA</sup>	4.42 $\pm$ 0.57 <sup>xA</sup>
CV (%)	24.17	21.88	23.14

<sup>AB</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

<sup>xy</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

(\*): Escala hedónica: 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho.

Cuadro 16. Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia a través del tiempo.

Tratamiento	Día		
	Panelistas (%)		
	0	10	20
Control	6.86	9.80	2.94
Marinada	93.14	90.20	97.06
Chi-cuadrado	75.92	65.92	90.35
Probabilidad	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

#### **4. CONCLUSIONES**

- El marinado mediante masajeo de carne previamente tenderizada afecta el potencial de hidrógeno a través del tiempo y la luminosidad de la carne para asar, pero no la oxidación de las grasas ni la actividad de agua.
- El crecimiento de coliformes y bacterias mesófilas aerobias no fue afectado por el marinado a través del tiempo.
- Los consumidores prefirieron la carne para asar marinada y el tiempo de almacenamiento no afectó su aceptación.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Evaluar el efecto del marinado en microorganismos más específicos como bacterias ácido lácticas responsables del deterioro en carne refrigerada empacada al vacío.
- Evaluar la estabilidad microbiológica de la carne marinada después de los 20 días de almacenamiento.
- Evaluar diferentes concentraciones de los ingredientes del marinado para mejorar la luminosidad de la carne para asar y obtener un efecto antimicrobiano a través del tiempo.

## 6. LITERATURA CITADA

Alfaro R, Jiménez M, Braña D, Torres M, Del Razo O. 2013. Evaluación sensorial de la carne de cabra y cabrito [internet] Querétaro: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [consultado 2018 abr 13]. [http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Evaluaci%C3%B3n%20Sensorial%20de%20la%20Carne%20de%20Cabra%20y%20Cabrito\\_Baja%20Res.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Evaluaci%C3%B3n%20Sensorial%20de%20la%20Carne%20de%20Cabra%20y%20Cabrito_Baja%20Res.pdf)

Antoniewski MN, Barringer SA. 2010. Meat shelf-life and extension using collagen/gelatin coatings: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 50(7):644–653. eng. doi:10.1080/10408390802606691.

AOAC International. 1995. Method 978.18D of reference salt slushes. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional.* Airlington VA.

AOAC International. 2002. Official method 990.12 aerobic plate count in foods. [consultado 2018 mar 08]. [https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-990.12.pdf](https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-990.12.pdf)

AOAC International. 2002. Official method 991.14 Coliform and *Escherichia coli* counts in foods. [consultado 2018 mar 08]. [http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-991.14.pdf](http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-991.14.pdf)

AOCS (The American Oil Chemist´ Society) 2018. Official methods and recommended practices of the AOCS. AOCS Official Method Cd 12b-92. [consultado 2018 abr 04]. <https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods/methods/method-detail?productId=111524>

Baublits RT, Pohlman FW, Brown AH, Yancey EJ, Johnson ZB. 2006. Impact of muscle type and sodium chloride concentration on the quality, sensory, and instrumental color characteristics of solution enhanced whole-muscle beef. *Meat Sci.* 72(4):704–712. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2005.09.023.

Baugreet S, Kerry JP, Allen P, Gallagher E, Hamill RM. 2018. Physicochemical characteristics of protein-enriched restructured beef steaks with phosphates, transglutaminase, and elasticized Package Forming. *J Food Qual.* 2018(2):1–11. doi:10.1155/2018/4737602.

Carvalho G R, Milani T M , Trinca N R, Nagai L Y, Barretto A C. 2017. Textured soy protein, collagen and maltodextrin as extenders to improve the physicochemical and sensory properties of beef burger. *Food Sci. Technol.* 37(suppl 1):10–16. doi:10.1590/1678-457X.31916.

Chen N, Shelf LA. 1992. Relationship between water activity, salts of lactic acid, and growth of listeria monocytogenes in a meat model system. *J Food Prot.* 55(8):574–578. doi:10.4315/0362-028X-55.8.574.

Chotyakul N, Lamela CP, Torres JA. 2012. Effect of model parameter variability on the uncertainty of refrigerated shelf-life estimates. *J Food Process Eng.* 35(6):829–839. doi:10.1111/j.1745-4530.2010.00631.x.

Crist CA, Williams JB, Schilling MW, Hood AF, Smith BS, Campano SG. 2014. Impact of sodium lactate and vinegar derivatives on the quality of fresh Italian pork sausage links. *Meat Sci.* 96(4):1509–1516. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2013.11.016.

Duysen KE, Brooks JC, Moon CT, Martin JN, Thompson LD. 2015. Proximate composition of raw and cooked Australian retail lamb cuts. *Meat Sci.* 101:143. doi:10.1016/j.meatsci.2014.09.101.

Eshamah H, Han I, Naas H, Acton J, Dawson P. 2014. Antibacterial effects of natural tenderizing enzymes on different strains of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes on beef. *Meat Sci.* 96(4):1494–1500. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2013.12.010.

Falomir-Lockhart AH, Rogberg-Muñoz A, Papaleo-Mazzucco J, Goszczynski DE, Lirón JP, Fernández ME, Añón MC, Melucci LM, Giovambattista G. 2015. Study of the influence of genes related to muscle oxidative processes on beef color. *Meat Sci.* 108:17–20. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2015.05.005.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2014. Perspectivas alimentarias-Análisis del mercado mundial. [consultado 2017 nov 21] <http://www.fao.org/3/a-i4137s.pdf>

Fik M, Leszczyńska-Fik A. 2007. Microbiological and sensory changes in minced beef treated with potassium lactate and sodium diacetate during refrigerated storage. *International J Food Prop.* 10(3):589–598. doi:10.1080/10942910601048911.

Fik M, Surówka K, Firek B. 2008. Properties of refrigerated ground beef treated with potassium lactate and sodium diacetate. *J. Sci. Food Agric.* 88(1):91–99. doi:10.1002/jsfa.3050.

García I, Ordóñez JA, Cambero MI, Cabeza MC. 2012. Use of e-beam for shelf-life extension and sanitizing of marinated pork loin. *Int J Microbiol.* 2012:962846. eng. doi:10.1155/2012/962846.

Gómez M, Lorenzo JM. 2012. Effect of packaging conditions on shelf-life of fresh foal meat. *Meat Sci.* 91(4):513–520. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2012.03.007.

Hoffman LC, Vermaak A, Muller N. 2012. Physical and chemical properties of selected beef muscles infused with a phosphate and lactate blend. *SA J. An. Sci.* 42(4). doi:10.4314/sajas.v42i4.1. }

Hunter Associates Laboratory. 2014. Using hitch standardization on a series of color measuring instruments. [consultado 2018 abr 04]. [https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application\\_Notes/AN\\_1018\\_Hitch\\_Stdz\\_EU.pdf](https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application_Notes/AN_1018_Hitch_Stdz_EU.pdf)

Łopacka J, Póltorak A, Wierzbicka A. 2016. Effect of MAP, vacuum skin-pack and combined packaging methods on physicochemical properties of beef steaks stored up to 12 days. *Meat Sci.* 119:147–153. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2016.04.034.

Lowder AC, Mireles Dewitt CA. 2014. Impact of high pressure processing on the functional aspects of beef muscle injected with salt and/or sodium phosphates. *J Food Process Pres.* 38(4):1840–1848. doi:10.1111/jfpp.12155.

Lurueña-Martínez MA, Vivar-Quintana AM, Revilla I. 2004. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Sci.* 68(3):383–389. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2004.04.005.

Lyu F, Zhao Y, Shen K, Zhou X, Zhang J, Ding Y. 2018. Using pretreatment of carbon monoxide combined with chlorine dioxide and lactic acid to maintain quality of vacuum-packaged fresh beef. *J Food Qual.* 2018(1):1–9. doi:10.1155/2018/3158086.

Onega Pagador ME. 2005. Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales: memoria para optar al grado de doctor. Madrid: [Universidad Complutense], Servicio de Publicaciones. 1 disco (CD-ROM) (Tesis doctorales. Ciencias de la salud). ISBN: 84-669-2165-6.

Ponrajan A, Harrison MA, Pringle TD, Segers JR, Lowe BK, McKeith RO, Stelzleni AM. 2012. Effect of sodium citrate plus sodium diacetate or buffered vinegar on quality attributes of enhanced beef top sirloins. *Meat Sci.* 91(1):43–49. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2011.12.003.

Restrepo D, Arango Mejía C, Restrepo Digiammarco, Amézquita Campuzano A. 2001. *Industria de carnes.* Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

Rodríguez G, Villanueva E, Glorio P, Baquerizo M. 2015. Oxidative stability and estimate of the shelf life of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Sci. Agropecu.* 155–163. doi:10.17268/sci.agropecu.2015.03.02.

Sánchez Escalante A, Torrescano Urrutia G, Camou Arriola J, González Méndez N, Hernández Guatanave G. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. Sonora, México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo; [consultado el 19 de feb. de 2018]. [http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v2n2/Nacameh\\_v2n2\\_124SanchezEscalanteycol.pdf](http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v2n2/Nacameh_v2n2_124SanchezEscalanteycol.pdf).

SENASA (Secretaría de Agricultura y Ganadería) 2000. Reglamento de inspección de carnes y productos cárnicos [internet]. Tegucigalpa. [consultado 2018 jun 18]. <https://honduras.eregulations.org/media/Acuerdo%20078-00.pdf>

Serdengecti N, Yildirim I, Gokoglu N. 2006. Effects of sodium lactate, sodium acetate and sodium diacetate on microbiological quality of vacuum-packed beef during refrigerated storage. *J Food Safety.* 26(1):62–71. doi:10.1111/j.1745-4565.2005.00029.x.

Shon J, Eo J-H, Eun J-B. 2010. Effect of soy protein isolate coating on quality attributes of cut raw Han-Woo (korean cow) beef, aerobically packaged and held refrigerated. *J Food Qual.* 33:42–60. doi:10.1111/j.1745-4557.2010.00332.x

Strydom PE, Hope-Jones M. 2014. Evaluation of three vacuum packaging methods for retail beef loin cuts. *Meat Sci.* 98(4):689–694. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2014.05.030.

Sullivan G, Calkins C. 2007. Ranking beef muscles for Warner-Bratzler shear force and trained sensory panel ratings. University of Nebraska – Lincoln. [consultado 2017 nov 28]. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1089&context=animalscinbcr>

USDA (U. S. Department of Agriculture) 2015. Safe minimum internal temperature; [consultado 2018 feb 13]. [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct\\_index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct_index).

Vandenberghe-Descamps M, Sulmont-Rossé C, Septier C, Follot C, Feron G, Labouré H. 2018. Impact of blade tenderization, marinade and cooking temperature on oral comfort when eating meat in an elderly population. *Meat Sci.* 145:86–93. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2018.06.004.

Zimmerman M. sf. PH de la carne y factores que lo afectan [Internet]. [consultado 2018 jul 08]. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina\\_carne/146-carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf).

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica del producto PatTender.



05/05/2011  
Page 1 of 1

#### Especificación del Producto

Fecha de Revisión  
Abril 26, 2011

PAT TENDER SO-1562-1 (PMA 506-272)  
550-043-0-00

#### 1. FORMULA CUALITATIVA

Proteína de soja, sal, fosfatos de uso alimentario, goma xanthan, goma guar

#### 2. ESPECIFICACIONES

##### 2.1 FISICO-QUIMICAS

% Humedad			5.00
% Sal	33.00	a	37.00
pH (@ 1%)	7.50	a	9.50

##### 2.3 SENSORIALES

Apariencia	Polvosa
Color	Crema

#### 3. APLICACION SUGERIDA

Aprezar al 10 - 125% (m/m) del producto terminado

#### 4. EMPAQUES

2-01	PAT TENDER SO-1562-1 (bolsa kraft 25 kg)	Vida Útil
2-02	PREMEZCLA A BASE DE PROTEINAS (bolsa kra)	180 días
2-03	PAT TENDER SO-1562-1 (bolsa kraft 30 kg)	180 días
2-04	PAT TENDER SO-1562-1(bolsa LDPE 23 kgs/b)	180 días

#### 5. ALMACENAMIENTO

Lugar fresco, limpio y seco (las condiciones óptimas de almacenamiento incluyen una temperatura inferior a 25°C y una humedad relativa constante de 70%±). Proteger de cualquier contaminación y de la luz solar directa. Rotación de inventarios FIFO

#### 6. DECLARACION DE ALERGENOS Y SENSITIVOS

SOYA

Usuario: SA  
Elaborado por: SA  
Modificado por: SA

FICHAS TECNICAS DE CONDIMENTOS - DEPTO. DE PRONI

## Anexo 2. Ficha técnica del Marinador de res.



### Especificación del Producto

Fecha de Revisión  
Abril 07, 2011

MARINADOR PARA CARNE DE RES HS  
580-772-0-00

#### 1. FORMULA CUALITATIVA

Sal, fosfatos de uso alimentario, maltodextrina, enzima proteolítica (como ablandador de carnes)

#### 2. ESPECIFICACIONES

##### 2.1 FISICO-QUIMICAS

% Humedad		*	4.00	Máximo 4%
% Sal	64.10	a	69.50	*
pH (@ 1%)	8.31	a	9.01	Tiene fosfatos

##### 2.3 SENSORIALES

Apariencia				Polvosa
Color				Blanco
Sabor @ 5% solución agua tibia				Verificar solubilidad

#### 3. APLICACION SUGERIDA

1.0% sobre el peso total del producto.  
Preparar la salmuera adicionando al marinador el agua a 6°C máximo y agitando para disolver bien.

#### 4. EMPAQUES

2-01 MARINADOR PARA CARNE DE RES HS (bolsa LD)

Vida Útil  
180 días

#### 5. ALMACENAMIENTO

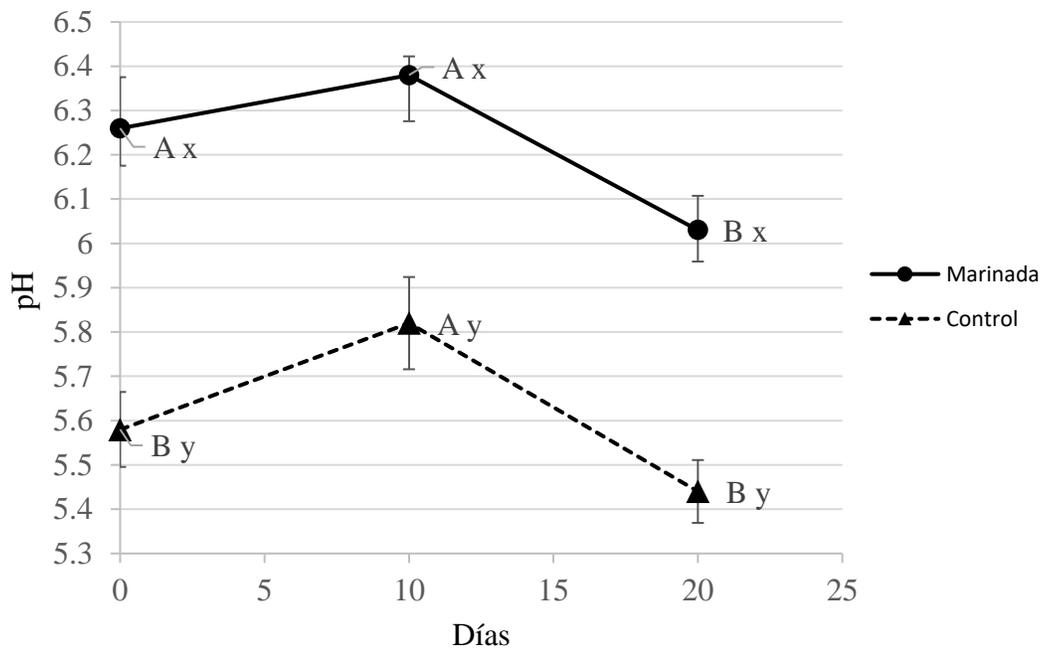
Lugar limpio, fresco y seco (las condiciones óptimas incluyen una temperatura constante de 25°C y una humedad relativa constante de 70%). El producto debe protegerse siempre de cualquier tipo de contaminación y rotarse correctamente según sistema FIFO.

#### 6. DECLARACION DE ALERGENOS Y SENSITIVOS

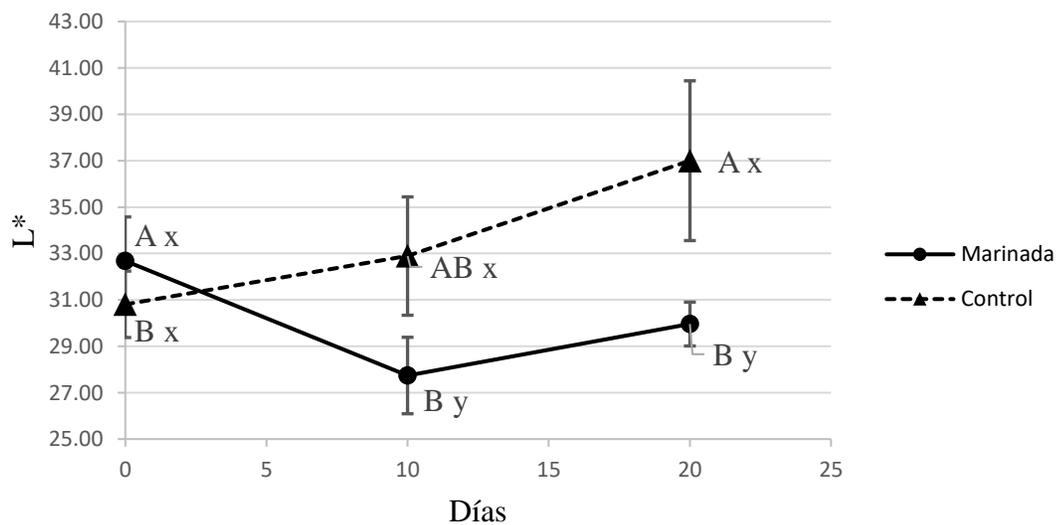
7.

Usuario: sa  
Elaborado por: sa  
Modificado por: sa

**Anexo 3.** Resultados de pH en los dos tratamientos a través del tiempo.



**Anexo 4.** Resultados de la escala L\* en los tratamientos a través del tiempo.



**Anexo 5.** Hoja de evaluación sensorial de aceptación y preferencia.

**ANÁLISIS SENSORIAL**

**Instrucciones:** Tome un mordisco de galleta y un sorbo de agua antes probar cada muestra. Llene la hoja de evaluación después de probar cada una, marcando con una X la calificación que posee en un rango del 1 al 5, de acuerdo a su criterio.

Muestra #: .....

PARÁMETRO	1 Me desagrada mucho	2 Me desagrada moderadamente	3 No me agrada ni me desagrada	4 Me agrada moderadamente	5 Me agrada mucho
<b>Color</b>	1	2	3	4	5
<b>Suavidad</b>	1	2	3	4	5
<b>Jugosidad</b>	1	2	3	4	5
<b>Sabor</b>	1	2	3	4	5
<b>Aceptación en general</b>	1	2	3	4	5

¿Cuál muestra prefiere? .....

Comentarios:.....  
 .....  
 .....

**Anexo 6.** Correlaciones de las calificaciones de color, suavidad, jugosidad y sabor con la aceptación general de la carne control.

Atributo		Color	Suavidad	Jugosidad	Sabor
Aceptación general	Día 0	0.25	0.47	0.75	0.52
	Día 10	0.54	0.74	0.67	0.71
	Día 20	0.51	0.56	0.55	0.53

Todos los coeficiente de correlación fueron significativos (P<0.05)

**Anexo 7.** Correlaciones de las calificaciones de color, suavidad, jugosidad y sabor con la aceptación general de la carne marinada.

<b>Atributo</b>		<b>Color</b>	<b>Suavidad</b>	<b>Jugosidad</b>	<b>Sabor</b>
Aceptación general	Día 0	0.37	0.48	0.57	0.54
	Día 10	0.31	0.63	0.57	0.62
	Día 20	0.59	0.67	0.56	0.55

Todos los coeficiente de correlación fueron significativos ( $P < 0.05$ )