

**Efecto de niveles de sal y tiempo de masaje  
en las características fisicoquímicas,  
microbiológicas y sensoriales en jamón de  
cerdo**

**Paola Alejandra Noriega Rivera**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de niveles de sal y tiempo de masaje  
en las características fisicoquímicas,  
microbiológicas y sensoriales en jamón de  
cerdo**

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

**Paola Alejandra Noriega Rivera**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2015

# **Efecto de niveles de sal y tiempo de masaje en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en jamón de cerdo**

Presentado por:

Paola Alejandra Noriega Rivera

Aprobado:

---

Adela Acosta, Dra. C.T.A.  
Asesora Principal

---

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

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

Departamento de Agroindustria Alimentaria  
Noviembre, 2015

## **Efecto de niveles de sal y tiempo de masajeo en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en jamón de cerdo**

**Paola Alejandra Noriega Rivera**

**Resumen:** Numerosas agencias gubernamentales recomiendan que la población disminuya el consumo de sodio para reducir la ocurrencia de enfermedades crónicas degenerativas. El jamón posee un porcentaje de sal considerable dentro de su formulación, debido a su función tecnológica aparte de impartir sabor. Asimismo, se reconoce que el masajeo asiste tecnológicamente las funciones de la sal. Se evaluaron cuatro tiempos de masajeo (TM) (6, 9, 12 y 16 horas) y cuatro concentraciones de sal (CS) (1.6, 1.0, 0.8 y 0.5%), en un jamón. Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 16 tratamientos y tres repeticiones, con medidas repetidas en el tiempo para los días 1, 14 y 28 para un total de 48 unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey y medias ajustadas, con una probabilidad de 95%. La CS es el factor con efecto principal en la aceptación sensorial de los panelistas y en las características físicas del jamón (purga, fuerza de corte y variable color L y b). El TM y CS no afectan el pH, rendimiento de cocción y rebanado, ni las cargas microbiológicas de aerobios totales y *enterobacterias*. Un jamón con 0.8% de sal (50% de reducción con el control) y 6 h de masajeo (50% de reducción con el control) fue aceptado de igual forma que el control (1.6% sal y 12 h masajeo). Se recomiendan estudios con enfoque en la reducción de purga inicial del producto ya que ambos factores tienen efecto sobre la misma.

**Palabras clave:** Cloruro de sodio, producto cocido, producto reestructurado, solubilidad de proteínas.

**Abstract:** Numerous governmental agencies are recommending the population to adopt changes in their diet, decreasing sodium consumption to reduce the occurrence of chronic degenerative diseases. Cooked ham has a percentage considerable of salt within its formulation, due to their technological function in addition to impart flavor. Likewise, it is known that tumbling assist technologically the functions of salt. Therefore, four times of tumbling (TM) were evaluated (6, 9, 12 and 16 hours) and four concentrations of salt (CS) (1.0, 0.8, 1.6 and 0.5%), in a cooked ham. A Randomized Complete Block design (RCB) was used, with 16 treatments and three repetitions, with repeated measures in time for day 1, 14 and 28, with a total of 48 experimental units. An analysis of variance with mean separation of Tukey and adjusted means, with a probability of 95%. The CS is the factor with main effect on the sensory acceptance of the panelists and the physical characteristics of the cooked ham (drip loss, texture and color variable of L and b). The TM and CS did not affect pH, cooking and sliced yield, or the microbiological quality of total aerobic and *Enterobacteriaceae*. A cooked ham with 0.8% of salt (reduction of 50%) and 9 h of tumbling (25% of reduction) was accepted in the same way as the control (1.6% salt and tumbling 12 h). Recommended studies with focus on the reduction of initial product purge since both factors have an effect on it.

**Key words:** Cooked product, proteins solubility, restructured product, sodium chloride.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros y Figuras .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Formulación para cada cantidad de sal.....	4
2. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y.....	7
3. Medias y desviaciones estándares del rendimiento de cocción de jamones de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo. ....	8
4. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y.....	8
5. Medias y desviaciones estándares del rendimiento de rebanado de jamones de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo. ....	9
6. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción en la medición de purga. ....	10
7. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día 1 en la fuerza de corte.....	11
8. Separación de medias y desviación estándar para análisis de pH en jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo. ....	12
9. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día 1 en la luminosidad.....	12
10. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día 1 en el valor a. ....	13
11. Separación de medias y desviación estándar de los conteos microbiológicos de aerobios mesófilos presentes en el jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo. ....	15
12. Separación de medias y desviación estándar para análisis microbiológico de <i>enterobacterias</i> en jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.....	16
Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de jamón de cerdo. ....	5
2. Porcentaje de purga al día 1 para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.....	10
3. Valores de fuerza de corte al día 1 para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.....	11
4. Valores de luminosidad al día 1 para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.....	13
5. Valores de b al día 1 para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo. ....	14

# 1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud recomienda reducir la ingesta de sodio para reducir la presión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares (OMS, 2015). La presión arterial alta obliga al corazón a trabajar más y puede dañar los vasos sanguíneos y los órganos, aumentando así el riesgo a padecer de enfermedades del corazón, renales y posibles derrames cerebrales (FDA, 2015). Como consecuencia de los cambios en las tendencias alimentarias de la sociedad y demanda de los consumidores, la industria alimentaria se ha visto obligada a desarrollar y aplicar nuevas tecnologías con el fin de suministrar un amplio rango de productos de alta calidad sensorial e higiénica sanitaria (Gutiérrez y Orzaez, 2003).

La FDA mencionó en el 2010 que aproximadamente el 75% del consumo de sodio se lleva mediante los alimentos procesados y restaurantes. Este alto consumo se da ya que la sal imparte un sabor deseable y único en los productos cárnicos. La sal es esencial en la extracción de las proteínas miofibrilares de la carne, permitiendo el aumento en la habilidad de ligar agua y grasa en las proteínas actina y miosina, dando como resultado mejor textura y rendimiento en los productos cárnicos (Schroeder, 2013).

La sal, especialmente en los productos cárnicos embutidos, tiene la función de extraer las proteínas miofibrilares que ayudarán a formar una buena cohesividad, emulsión y un producto final con textura adecuada (Rocha, 2015). En productos reestructurados, el uso de acción mecánica tales como el masajeo, asiste en la extracción de proteínas, que permite que se forme una superficie viscosa responsable de la unión de la matriz cárnica durante la cocción. (Mittal and Barbut, 1990). El masajeo involucra el uso de un tambor rotatorio que transfiere energía cinética a la carne, permitiendo que la salmuera penetre y mejore la extracción de proteínas. (Price y Schweigert, 1987). Así mismo permite asegurar la jugosidad, mejora la suavidad y permite que el producto presente una apariencia atractiva al momento de ser rebanado. (Fox *et al.*, 1984). Hullberg *et al.* (2005), reportaron que incluir masajeo en el procesamiento de carne resultaba en una distribución uniforme en el color de curado.

Varias investigaciones previas han tenido por objetivo disminuir el porcentaje de sal presente en diversos productos cárnicos. Zambrano (2013), se basó en la reducción parcial de cloruro sodio y sustitución del mismo con cloruro de potasio, concluyendo que se puede sustituir el cloruro de sodio por cloruro de potasio hasta un 25% ya que a mayores niveles, éste se torna amargo. Saavedra (2013), estudió el efecto de la reducción de sodio, pero compensando el mismo con la adición de transglutaminasa, obteniendo como resultado que la reducción de sal y adición de transglutaminasa, no afecta el crecimiento microbiológico. En la universidad de Nebraska, Schroeder (2013), realizó un estudio del efecto de masajeo

al vacío, niveles de sal y alternativas de fosfato en pechugas de pavo, donde encontró que la reducción de sal afectó la calidad de rebanado en las pechugas de pavo.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el efecto de la disminución de sal en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en un jamón de cerdo.
- Evaluar el efecto de distintos tiempos de masaje en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el jamón de cerdo.
- Evaluar la interacción entre tiempo de masaje y reducción de sal y cómo influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el jamón de cerdo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El jamón de cerdo fue elaborado en la Planta de Cárnicos de Zamorano, lugar donde además se realizó la toma de datos experimentales de purga, rendimiento de cocción, pérdida por rebanado y análisis de pH. En el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) se realizaron los análisis de fuerza de corte y color. Los análisis microbiológicos de bacterias mesófilas aerobias y enterobacterias se llevaron a cabo en el Laboratorio de Microbiología de Zamorano (LAMZ). Todas las instalaciones forman parte del Parque Agroindustrial de Zamorano, ubicado a 30 km al Este de Tegucigalpa, carretera a Danlí, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de  $4 \times 4$ , donde se evaluaron cuatro tiempos de masajeo (6, 9, 12 y 15 h) y cuatro niveles de reducción de sal (0, 25, 50 y 62%). Se realizaron medidas repetidas en el tiempo al día 1, 14 y 28. Se elaboraron 16 tratamientos con tres repeticiones cada uno, para un total de 48 unidades experimentales (UE).

**Análisis estadístico.** Se utilizó el programa de Statistical Analytica System (SAS® versión 9.3) (Base SAS®). Se utilizó un análisis de varianza con un modelo lineal general (GLM), además se utilizó una separación de medias Tukey con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Los datos en porcentaje se transformaron por arcoseno para poder ser analizados. Para determinar el efecto de los factores y las interacciones, se realizó una prueba de LSMEANS.

**Tratamientos.** Los tratamientos presentaron cuatro porcentajes de sal los cuales fueron 38, 50, 75 y 100% de la sal original en la formulación control, que equivalen al 0.5, 0.8, 1 y 1.6% respectivamente de la formulación. La formulación (Cuadro 1) se adecuó para trabajar con cinco libras por tratamiento. Cada nivel de sal se sometió a cuatro tiempos de masajeo siendo de 6, 9, 12 y 15 horas, obteniéndose un total de 16 tratamientos.

Cuadro 1. Formulación para cada cantidad de sal.

Ingredientes	Porcentaje de sal (%)			
	1.6	1	0.8	0.5
	Cantidad (g)			
Carne de cerdo magra	1906.0	1906.0	1906.0	1906.0
Agua	114.0	114.0	114.0	114.0
Hielo	114.0	114.0	114.0	114.0
Azúcar	28.8	28.8	28.8	28.8
Condimento jamón	14.4	14.4	14.4	14.4
Tripolifosfato de sodio	9.6	9.6	9.6	9.6
Eritorbato de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0
Sal nitrificada	4.8	4.8	4.8	4.8
Sal yodada	38.0	24.0	19.0	12.0
Lactato de sodio	50.0	50.0	50.0	50.0

**Elaboración de jamones.** Se realizó el pesado de los ingredientes no cárnicos variando entre cada tratamiento la cantidad de cloruro de sodio. Se pesaron 68 libras de carne de Cerdo X1 en la balanza Ohaus serie 5000, continuamente se dividieron en dos partes para pasar por el molino (Thompson Meat machinery) donde 34 libras se molieron por medio del disco riñón y las otras 34 libras por el disco de 0.48 cm.

Una vez molida la carne, se tomaron 4.2 libras de ingredientes cárnicos y se adicionaron los ingredientes no cárnicos mezclándose con agua y hielo para obtener la salmuera. Una vez completa la mezcla de carne molida y salmuera, se masajearon en la masajeadora LT-15, masajeando durante 6, 9, 12 o 15 horas con intervalos de 15 minutos de masajeo y 15 minutos de descanso a 60 rpm y una presión de 15 psi.

Al cumplir el tiempo de masajeo, la carne mezclada se embutió en la embutidora Frey Konti C120 Koch Equipment en fundas de poliamida y se colocaron en la marmita a una temperatura de 80 °C durante 2.5 horas, hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C. Continualmente se colocaron en un recipiente con agua para enfriarlos hasta 25 °C. Los jamones fueron almacenados en el cuarto frío hasta alcanzar una temperatura de 4 °C para su posterior almacenamiento durante 24 horas para ser rebanados en la rebanadora Multivac A 496 FB. Se empacaron al vacío (Ultravac modelo UV2100) en bolsas (4 × 8 cm) de 5 capas conformadas por nylon, polietileno de baja densidad, EVOH, polietileno de baja densidad y nylon. Se almacenaron en presentaciones de 200 ± 10 g, en el cuarto frío a 4 °C durante 28 días. En la Figura 1 se detalla el flujo de proceso para la elaboración de jamones.

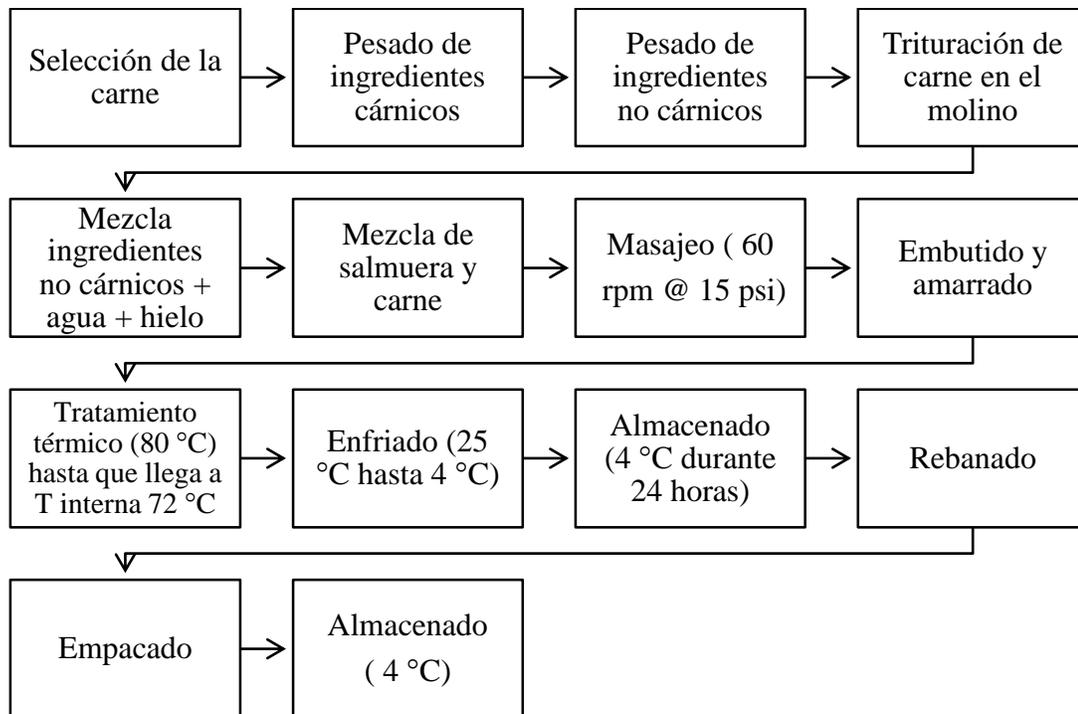


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de jamón de cerdo.

**Rendimiento de cocción.** Para realizar los cálculos de rendimiento de cocción, se pesaron las muestras antes de ingresar al tratamiento térmico en la marmita y se pesaron nuevamente después de haber sido enfriadas. El porcentaje de rendimiento cocción se obtuvo por medio de la siguiente Ecuación 1 (Drummond y Sun, 2006):

$$\frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [1]$$

**Perdida por rebanado.** La perdida por rebanado es todo jamón que no supero los estándares de calidad sometidos por la Planta de Cárnicos de Zamorano fueron considerados no aptos para el empacado. Se utilizó la Ecuación 2 (Dimitrakopoulou *et al.*, 2005)

$$\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [2]$$

**Medición de purga.** Se tomaron bolsas de producto terminado y empacado al vacío en presentaciones de  $200 \pm 10$  g. Se realizaron mediciones de purga con medidas repetidas en el tiempo de día uno, catorce y veintiocho. Basado en la Ecuación 3, se determinó la purga por diferencia de pesos, se retiró el líquido en la bolsa y jamones con papel toalla (Correa *et al.*, 2007).

$$\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [3]$$

**Potencial de hidrogeno (pH).** Se determinó el pH mediante AOAC 981.12 (AOAC, 1982). Se utilizó el potenciómetro OAKTON Waterproof Double Junction. Se tomó una muestra de cada empaque al vacío de  $200 \pm 10$  g. Se realizaron tres mediciones por cada tratamiento en los días 1, 14 y 28.

**Análisis de color.** Para determinar el color, se realizaron mediciones mediante el Colorflex Hunter L a b, se colocaron las muestras hasta cubrir el diámetro de la base del acople. Se realizaron tres mediciones por cada tratamiento en los días 1, 14 y 28.

**Análisis de fuerza de corte.** La fuerza de corte fue medida por el Texture Analyzer Brookfield CT3 4500 en el día 1, 14 y 28. Se utilizaron cubos de jamón de  $2 \times 2 \times 2$  cm con una carga de activación de 0.044 N, velocidad de 2 mm/s, sonda TA25/1000 y elemento TA-RT-KI, utilizando el acople de guillotina basado en las especificaciones del fabricante. Entre cada análisis se realizaron tres mediciones por tratamiento.

**Análisis microbiológicos.** Se preparó el buffer de fosfato para el uso en la dilución de las muestras de jamón. Se tomó 1.87 mL de la solución madre de buffer de fosfato y se diluyó en 1500 mL de agua destilada. Se pesaron 10 g en la balanza Fisher Scientific Model SLF152-US, de cada muestra para posteriormente ser diluidos en 90 mL de buffer de fosfato diluido. Las bolsas para preparar las diluciones de cada tratamiento pasaron al homogeneizador Stomacher IUL Instrument por un periodo de dos minutos.

Después de homogenizadas las muestras, se tomó 1 mL por tratamiento y se depositó en un plato Petri. Mediante el método de vaciado en placa, se vertieron los agares. Se utilizó Agar Cuenta Estándar (ACE) según el método de AOAC 966.23 (FDA, 2001) y Agar Bilis Rojo Violeta con Glucosa (ABRVG) para determinar mesófilos aerobios y *enterobacterias* respectivamente. Las muestras permanecieron en incubación (Thermo Scientific Model 6856) a una temperatura de 35 °C durante 24 y 48 horas para *enterobacterias* y mesófilos aerobios respectivamente.

**Análisis sensorial.** Se realizó una prueba hedónica de aceptación para cada uno de los tratamientos al día 1, 14 y 28. Los panelistas fueron estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, que tienen costumbre de consumir jamón. Para llevar a cabo este análisis, se utilizó un diseño de bloques incompletos al azar debido a la cantidad de tratamientos en el estudio. Se necesitaron 40 panelistas por repetición de cada día en cada bloque, a cada uno de los panelistas se le entregó cuatro muestras al azar para analizar. Los atributos sensoriales a medir fueron: color, aroma, textura, jugosidad, sabor y aceptación general.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimiento de cocción.** Según los resultados del análisis estadístico (Cuadro 2), los factores tiempo de masajeo (TM), concentración de sal (CS) e interacción de las mismas no tuvieron un efecto significativo ( $P > 0.05$ ) sobre el rendimiento de cocción. La mayoría de los tratamientos se comportaron de la igual manera, sin importar la CS presente en la formulación (Cuadro 3). En un estudio realizado por Ruusunen *et al.* (2001), reportaron que a menor cantidad de sal mayor será la pérdida por cocción, lo cual no se observó en este estudio.

Cuadro 2. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción en rendimiento de cocción.

Source	DF	F Value	Pr > F *
TM	3	0.710	0.554
CS	3	0.750	0.530
TM × CS	9	2.140	0.055

TM: Tiempo de masajeo.

CS: Cantidad de sal.

\*: Significancia del estudio ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 3. Promedios y desviaciones estándares del rendimiento de cocción de jamones de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo.

Tratamiento	Rendimiento de Cocción (%)	
	Media ± DE £	
M6-S1.6	100 ± 0.00	
M6-S1	99 ± 0.08	
M6-S0.8	99 ± 0.06	
M6-S0.5	100 ± 0.00	
M9-S1.6	100 ± 0.00	
M9-S1	100 ± 0.00	
M9-S0.8	100 0.00	
M9-S0.5	99 ± 0.08	
M12-S1.6	99 ± 0.08	
M12-S1	100 ± 0.00	
M12-S0.8	100 ± 0.00	
M12-S0.5	99 ± 0.08	
M15-S1.6	99 ± 0.08	
M15-S1	99 ± 0.08	
M15-S0.8	100 ± 0.00	
M15-S0.5	100 ± 0.00	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	3.52	

**DE:** Desviación estándar.

**M:** Tiempo de masajeo en horas.

**S:** Cantidad de sal utilizada.

**£:** No hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

**Rendimiento por rebanado.** En el Cuadro 4 se muestran los datos obtenidos del análisis estadístico. Se observa que ninguno de los factores logró influir sobre el rendimiento por rebanado ( $P > 0.05$ ), por lo tanto los tratamientos se comportaron de igual manera entre ellos.

Cuadro 4. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción en rendimiento de rebanado.

Source	DF	F Value	Pr > F*
TM	3	0.480	0.700
CS	3	0.140	0.936
TM × CS	9	0.890	0.542

**TM:** Tiempo de masajeo

**CS:** Cantidad de sal.

**\***: Significancia del estudio ( $P < 0.05$ ).

Se consideraron como no aptas para el empaque todas aquellas rebanadas que presentaron una unión débil, hoyos de aire y un fácil desprendimiento (Xargayó *et al.*, 2009). En el Cuadro 5 se muestran las medias y desviaciones estándares para el rendimiento de rebanado, no hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

Cuadro 5. Promedios y desviaciones estándares del rendimiento de rebanado de jamones de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo.

Tratamiento	Rendimiento de rebanado (%)
	Media $\pm$ DE $\xi$
M6-S1.6	86.75 $\pm$ 3.49
M6-S1	86.55 $\pm$ 3.31
M6-S0.8	88.95 $\pm$ 5.32
M6-S0.5	87.14 $\pm$ 2.19
M9-S1.6	87.78 $\pm$ 1.11
M9-S1	88.14 $\pm$ 4.93
M9-S0.8	88.21 $\pm$ 1.54
M9-S0.5	91.19 $\pm$ 6.61
M12-S1.6	89.28 $\pm$ 4.27
M12-S1	87.88 $\pm$ 4.58
M12-S0.8	88.52 $\pm$ 5.14
M12-S0.5	85.41 $\pm$ 2.55
M15-S1.6	89.58 $\pm$ 4.30
M15-S1	89.20 $\pm$ 3.42
M15-S0.8	86.28 $\pm$ 2.86
M15-S0.5	84.04 $\pm$ 1.86
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	<b>8.25</b>

**DE:** Desviación estándar.

**M:** Tiempo de masajeo en horas.

**S:** Cantidad de sal utilizada.

**$\xi$ :** No hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

**Medición de purga.** La interacción entre las variables de tiempo de masajeo (TM) y concentración de sal (CS) presentadas en el Cuadro 6 no influyeron en la cantidad de purga obtenida por tratamientos. Sin embargo, los factores individuales si tuvieron un efecto sobre la purga ( $P<0.05$ ). En el día 14 ninguno de los factores influyó sobre la purga, contrario al día 28 donde la CS tuvo efecto significativo sobre los resultados ( $P<0.05$ ).

Cuadro 6. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día uno en la medición de purga.

Source	DF	F Value	Pr > F*
TM	3	3.110	0.039
CS	3	4.290	0.011
TM × CS	9	0.380	0.934

TM: Tiempo de masajeo.

CS: Cantidad de sal.

\*: Significancia del estudio ( $P < 0.05$ )

Se observa en la Figura 2 que al día uno los jamones presentaron valores mayores a 3% de purga después del empaçado. En su estudio, Hur *et al.* (2013) demostraron que los productos en empaques al vacío, poseen una menor capacidad de retención de agua. Esto es explicado por Payne *et al.* (1998) donde la succión del aire y la presión ejercida por el vacío dañan levemente la matriz cárnica, generando un aumento de purga al disminuir la capacidad de retención de agua.

La tendencia del porcentaje de purga presente en los tratamientos disminuyó a medida había mayor porcentaje de sal en la formulación y mayor tiempo de masajeo. Lo cual concuerda con estudios realizados por Li *et al.* (2011) donde menciona que a mayor presencia de sal, la capacidad de retención de agua aumenta.

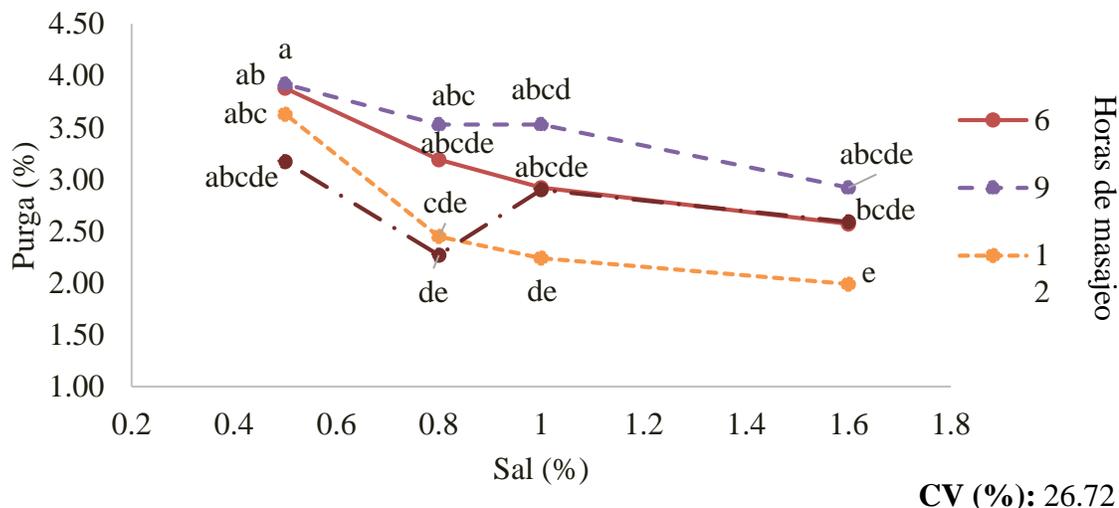


Figura 2. Porcentaje de purga al día uno para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.

a-e: Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de fuerza de corte.** En el análisis estadístico para la fuerza de corte (Cuadro 7), el factor CS fue el único que mostró un efecto significativo sobre la toma de datos ( $P < 0.05$ ), al día 14 y 28 ninguno de los factores logró influir sobre los tratamientos.

Cuadro 7. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día uno en la fuerza de corte.

Source	DF	F Value	Pr > F *
TM	3	0.410	0.747
CS	3	4.430	0.010
TM × CS	9	0.540	0.834

TM: Tiempo de masajeo.

CS: Cantidad de sal.

\*: Significancia del estudio ( $P < 0.05$ ).

La fuerza de corte fue menor a medida el porcentaje de sal disminuía (Figura 3). La adición de sal facilita la unión de proteína-proteína, por consiguiente mejora la textura general de los productos reestructurados (Doyle, 2008). Los tratamientos elaborados con 15 horas de masajeo obtuvieron mayores valores de fuerza de corte sin importar la CS de la formulación. El aumento del tiempo de masajeo, permite un lapso para la extracción de las proteínas miofibrilares, permitiendo tener jamones más compactos, además de aumentar la dureza y gomosidad (Casiraghi *et al.*, 2007).

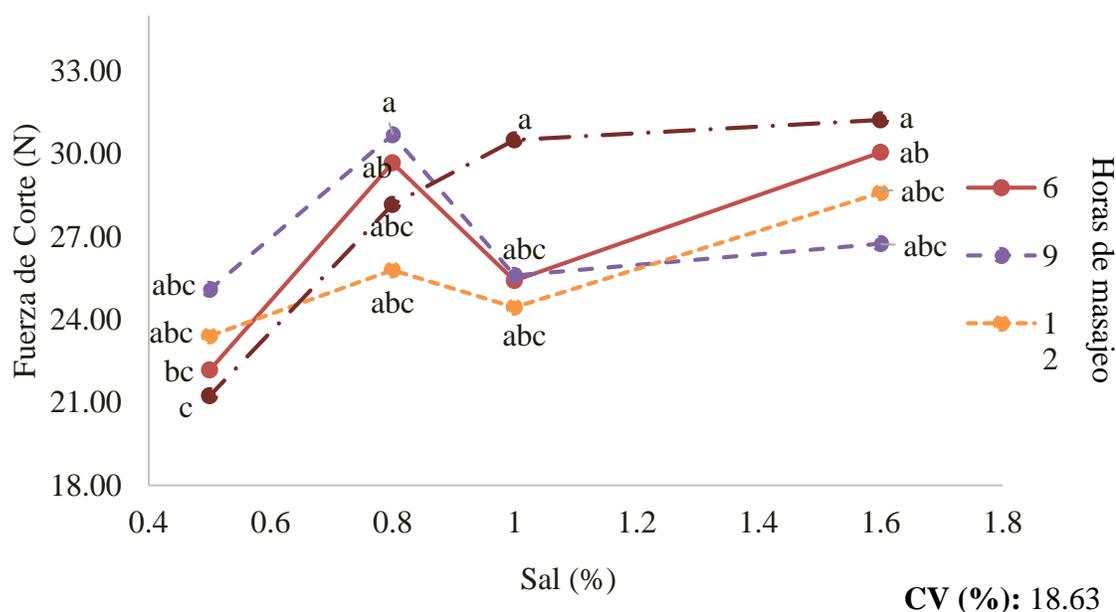


Figura 3. Valores de fuerza de corte al día uno para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.

a-c: Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de potencial de hidrogeno.** El Cuadro 8 muestra las medias para los tratamientos, se expresó de esta manera ya que no hubo diferencia significativa entre tratamientos ni a través del tiempo ( $P>0.05$ ). El pH óptimo para jamones cocidos se encuentran en el rango de 5.8 y 6.2, valores encontrados en este estudio (Dikeman y Devine, 2004).

Cuadro 8. Separación de medias y desviación estándar para análisis de pH en jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo.

Tratamientos	pH ¶		
	Día 1 Media $\pm$ DE £	Día 14 Media $\pm$ DE £	Día 28 Media $\pm$ DE £
1 - 16	6.17 $\pm$ 0.06	6.21 $\pm$ 0.09	6.20 $\pm$ 0.07
CV (%)	1.06	1.58	1.59

CV: Coeficiente de variación.

DE: Desviación estándar.

¶: No hubo diferencia significativa a través del tiempo ( $P>0.05$ ).

£: No hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

**Análisis de color valor L.** En el Cuadro 9 se observa como la interacción de los factores TM y CS no tuvo un efecto significativo en la toma de datos ( $P<0.05$ ). En cuanto a los factores de forma independiente, se observa que la CS dentro de la formulación sí influyó en los valores recolectados. García *et al.* (2000), mencionaron que a menor valor L mejores características tendrá un jamón, ya que esta variable representa hasta cierto punto el grado de exudación de un alimento. Es por eso que la industria aplica técnicas como el salado, ahumado o marinado, las cuales mejoran la capacidad de retención debido a la adición de sal (López *et al.*, 2013). Por lo tanto, aquellos tratamientos que contenían mayor CS, mostraron un valor menor de luminosidad ya que la presencia de humedad en la superficie de la muestra fue menor (Figura 4).

Cuadro 9. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día uno en la luminosidad.

Source	DF	F Value	Pr > F *
TM	3	0.990	0.411
CS	3	3.140	0.039
TM $\times$ CS	9	0.600	0.787

TM: Tiempo de masajeo.

CS: Cantidad de sal.

\*: Significancia del estudio ( $P<0.05$ ).

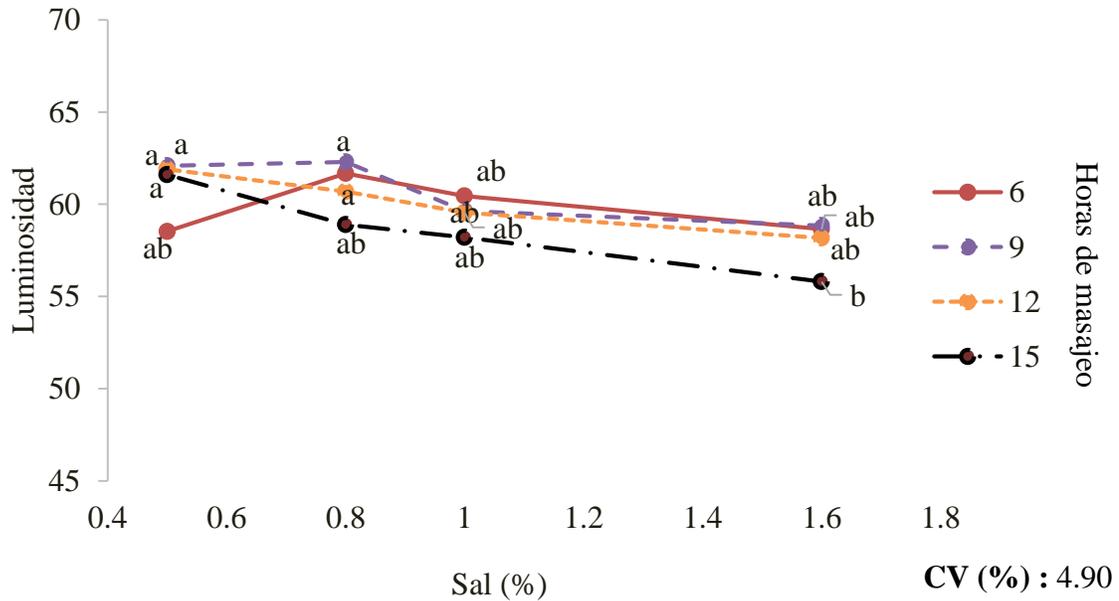


Figura 4. Valores de luminosidad al día uno para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.  
a-b: Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).  
**CV:** Coeficiente de variación.

**Análisis de color para valor a.** Los productos curados contienen un pigmento rosado, para formarlo, es necesario tener la presencia de nitrito de sodio. El nitrito de sodio al entrar en contacto con el agua, se convierte en óxido nítrico el cual penetra en la carne y se une con la mioglobina, los cuales al momento del tratamiento térmico se transforma en nitrosilhemocromo, el color final del curado (Boles y Pegg, 1999). Es por eso la importancia que tiene el valor a, ya que es el encargado de medir la presencia de nitrosilhemocromo en los productos curados. En el Cuadro 10 se muestra que ninguno de los factores, ni la interacción de los mismos influyeron en el color de los jamones.

Cuadro 10. Resultados del análisis estadístico para las variables tiempo de masajeo y cantidad de sal y su interacción al día uno en el valor a.

Source	DF	F Value	Pr > F*
TM	3	0.150	0.927
CS	3	1.390	0.264
TM × CS	9	1.300	0.277

**TM:** Tiempo de masajeo.

**CS:** Cantidad de sal.

**\*: Significancia del estudio ( $P < 0.05$ ).**

**Análisis de color para valor b.** El valor b, no tiene mucha importancia en la industria cárnica, pero es necesario medirlo ya que puede haber presencia de cierta tonalidad amarilla en los jamones. El color amarillento en los jamones puede presentarse al momento de la oxidación del nitrosilhemocromo causado por las porfirinas oxidadas (Pérez y Andújar, 2000).

En la Figura 5 se puede apreciar cómo para algunas horas de masaje aquellos tratamientos que fueron elaborados con menor porcentaje de sal, brindaron un valor b mayor. Se observa que el tratamiento de 6 horas de masaje con 0.5% de sal dio como resultado 9.40 en valor b, pero al aumentar el contenido de sal a 1.6%, su valor b disminuyó a 9.01.

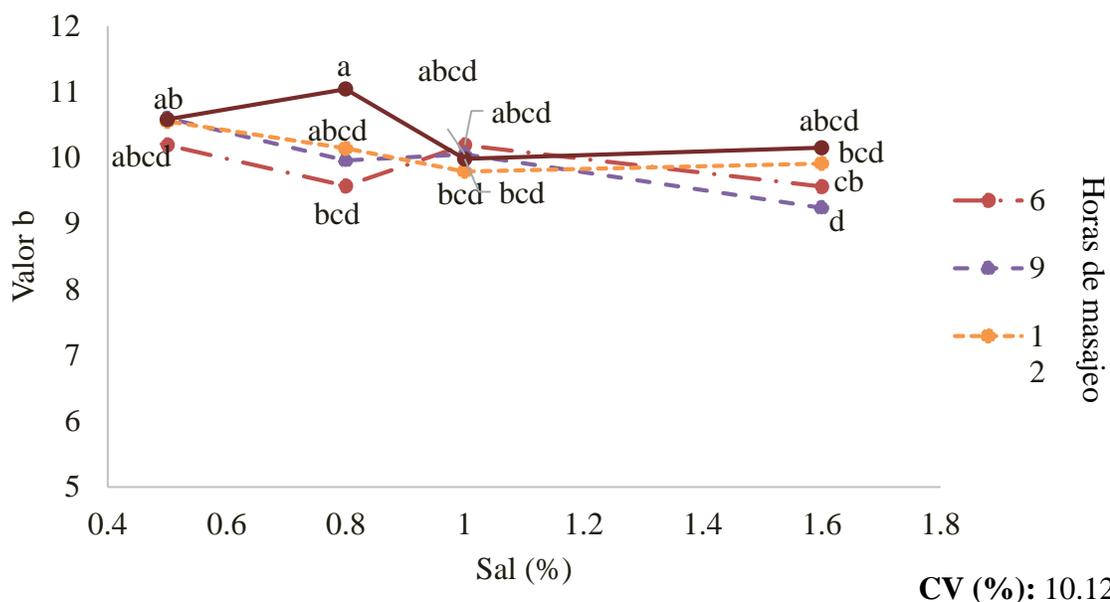


Figura 5. Valor b al día uno para los tratamientos con diferentes niveles de sal y tiempo de masaje.

a-d: Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

CV: Coeficiente de variación.

**Aerobios mesófilos.** En el Cuadro 11 se muestran los conteos microbiológicos para mesófilos aerobios al día 1, 14 y 28. Todos los conteos se encontraron dentro del rango aceptable, según lo estipulado por el Reglamento C.E. 2073/2005, donde el máximo permitido para mesófilos aerobios son 5.7 Log<sub>10</sub> UFC/g.

Cuadro 11. Separación de medias y desviación estándar de los conteos microbiológicos de aerobios mesófilos presentes en el jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempos de masajeo.

Tratamiento	Día 1 £ ¶	Día 14 £ ¶	Día 28 £ ¶
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
M6-S1.6	1.70 ± 0.88	1.24 ± 0.70	1.60 ± 1.32
M6-S1	1.26 ± 0.54	1.32 ± 0.55	1.35 ± 1.12
M6-S0.8	1.10 ± 0.60	1.16 ± 0.79	2.50 ± 0.70
M6-S0.5	1.13 ± 0.51	1.86 ± 0.95	1.90 ± 1.82
M9-S1.6	1.30 ± 0.60	1.33 ± 0.65	1.92 ± 1.14
M9-S1	1.06 ± 0.39	1.16 ± 0.79	1.33 ± 1.09
M9-S0.8	1.36 ± 0.40	1.58 ± 0.57	1.98 ± 1.43
M9-S0.5	0.80 ± 0.17	1.06 ± 0.39	1.67 ± 0.33
M12-S1.6	1.81 ± 0.99	1.57 ± 0.46	1.70 ± 1.06
M12-S1	0.90 ± 0.34	1.92 ± 1.08	2.67 ± 1.55
M12-S0.8	1.33 ± 0.57	1.33 ± 0.65	1.41 ± 0.64
M12-S0.5	1.26 ± 0.24	0.96 ± 0.44	2.48 ± 0.64
M15-S1.6	1.56 ± 0.60	1.36 ± 0.39	2.07 ± 1.86
M15-S1	1.26 ± 0.54	1.73 ± 0.37	3.31 ± 0.81
M15-S0.8	1.91 ± 0.57	1.88 ± 0.59	1.82 ± 1.46
M15-S0.5	1.97 ± 1.15	1.65 ± 1.17	2.29 ± 1.15
CV (%)	36.39	48.71	60.51

CV: Coeficiente de variación.

DE: Desviación estándar.

M: Tiempo de masajeo en horas.

S: Cantidad de sal utilizada.

¶: No hubo diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

£: No hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

**Enterobacterias.** Es importante realizar recuentos de *enterobacterias* en los alimentos ya que están involucradas en la degradación de los mismos, además son indicadores de procesos inocuos. En el Cuadro 12 se muestran los conteos microbiológicos, reflejando así que todos cumplieron el límite máximo de productos cocidos ( $< 1 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$ ).

Cuadro 12. Separación de medias y desviación estándar para análisis microbiológico de *enterobacterias* en jamón de cerdo con diferentes niveles de sal y tiempo de masajeo.

Tratamientos	Día 1 Media ± DE ¶£	Día 14 Media ± DE ¶£	Día 28 Media ± DE ¶£
1 - 16	< 1	< 1	< 1
CV (%)	0.00	0.00	0.00

CV: Coeficiente de variación.

DE: Desviación estándar.

¶: No hubo diferencia significativa a través del tiempo (P>0.05).

£: No hubo diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05).

**Análisis sensorial de color.** El color es el factor más importante que influye en la decisión de compra del consumidor, puede llegar a afectar la percepción de frescura del producto (Boles y Pegg, 1999). El atributo color en el día uno presentó un modelo estadístico, ambas variables (tiempo de masajeo y reducción de sal) presentaron un efecto sobre el mismo. La interacción entre ambas variables no presentó una probabilidad significativa, por lo que no tiene efecto sobre el color. En el día 14, siempre se mantuvo el modelo estadístico, pero la variable tiempo de masajeo perdió su efecto en el color, lo mismo sucedió para el día 28.

Las evaluaciones presentadas por los panelistas en el día uno, muestran como mejor evaluada el tratamiento de 12 horas de masajeo con 1.0% de sal. La muestra peor evaluada fue la de seis horas con 0.5% de sal, cayendo en la categoría de “no me agrada ni me desagrada”. En el día 14, las muestra mejor evaluada fue la de seis horas de masajeo y 0.8% de sal, siendo evaluadas con 7.63 en la escala de “me agrada moderadamente”, la muestra peor evaluada fue la muestra con nueve horas de masajeo y 0.5% de sal, siendo evaluada como “me gusta poco”.

Para el día 28, la muestra que presentó mejor evaluación fue la muestra de 15 horas de masajeo con 1.6% de sal, siendo categorizada como “me gusta moderadamente” con una evaluación de 7.36. La muestra peor evaluada fue la de nueve horas y 0.5% de sal, cabe mencionar que a lo largo de tiempo la muestra fue evaluada con 6.33, 6.30 y 5.8 para el día 1, 14 y 28 respectivamente, siendo el día 28 el peor evaluado.

**Análisis sensorial de aroma.** No existió un modelo significativo para el análisis de aroma, ni tampoco influyó la variable masajeo, reducción de sal ni la interacción de ambas sobre las calificaciones obtenidas por parte de los panelistas. Para el día uno, dentro de los tratamientos con seis horas de masajeo, 1 y 0.8% de sal fueron evaluados diferentes, siendo éste último el que obtuvo una mejor aceptación por los panelista, con un valor cercano a 7 en la escala “me gusta moderadamente”. Para el día 14, se tuvo diferencias entre los tratamientos pertenecientes a las seis horas de masajeo, siendo peor evaluado el que contenía 0.5%, con un valor de 6 en la escala “me gusta poco.”

Al día 28, no hubo diferencias en la evaluación para todos los tratamientos con 15 horas de masaje, todos fueron evaluados con un valor cercano a siete en la escala “me gusta moderadamente”. A través del tiempo todos los tratamientos con 12 horas no presentaron cambios, evaluados con un valor de seis en la escala “me gusta poco”.

**Análisis sensorial de textura.** Las clasificaciones obtenidas por parte de los panelistas demuestran que la variable textura presentó un modelo significativo. La reducción de sal y su interacción con las horas de masaje tuvieron un efecto sobre la textura evaluada por los panelistas, haciendo que al día uno del análisis los tratamientos M12-S0.8 y M15-S1.6 tuvieran una calificación de siete en la escala “me gusta moderadamente, siendo mejor calificados que los tratamientos M15-S0.5 y M6-S1 los cuales obtuvieron una calificación cercana a seis en la escala “me gusta poco”.

Al día 14, la mayoría de los tratamientos con seis horas de masaje fueron evaluados de igual forma a excepción del que contenía 0.5% de sal, el cual obtuvo una calificación de seis en la escala “me gusta poco”. Para el día 28 el tratamiento M6-S0.8 en comparación al M15-S0.8 obtuvo una calificación más baja siendo evaluado como “me gusta poco”. A través del tiempo todos los tratamientos con nueve horas de masaje fueron evaluados de igual manera teniendo una calificación cercana a siete, en la escala “me gusta poco”.

**Análisis sensorial de jugosidad.** La sensación de jugosidad es organizada por dos componentes: la humedad que se produce al iniciarse la masticación y el efecto estimulante de la grasa sobre el flujo salivar, siendo esta última más duradera, por lo tanto está más relacionada con el contenido graso que con la capacidad de retención de agua de la carne. En el caso del jamón se ve influida por la sal, actuando de esta forma similar al contenido graso. (Serrano *et al.*, 2006). Para el atributo de jugosidad en el día uno, sí hubo un modelo estadístico brindando también una interacción entre las variables e influyendo individualmente las mismas. Los panelistas decidieron evaluar el tratamiento de 15 horas de masaje y 1.6% de sal como el mejor entre los tratamientos del día, también entre los tratamientos de 15 horas, se encuentra el peor evaluado, con 5.56 “no me gusta ni me disgusta” siendo este el que presentaba el menor porcentaje de sal dentro de la formulación.

El día 14 tanto el modelo, como la interacción de las variables y su efecto individuales se mantuvieron. En cuanto a la muestra mejor evaluada fue M6-S0.8, con 7.60 indicando un “me gusta poco”, la muestra que presentó la evaluación más baja fue nueve horas de masaje con 0.5% de sal. Para el día 28, tanto el modelo como las variables independientes si tuvieron un efecto en la jugosidad, pero la interacción entre tiempo de masaje y reducción de sal se perdió. Los panelistas consideraron el tratamiento mejor evaluado de este día fue el tratamiento de 15 horas de masaje y 1.6% de sal. A través del tiempo el tratamiento con aceptación de jugosidad más baja fue el M15-S0.5.

**Análisis sensorial de sabor.** El sabor es uno de los componentes de calidad que influyen al consumidor al momento de realizar una futura compra. Para la evaluación del atributo sabor sí hubo un modelo estadístico, pero la interacción de las variables no presentó un efecto sobre el sabor. En cuanto a las variables independientes la única que sí tuvo un efecto sobre la percepción del consumidor fue la reducción de sal, esto se puede atribuir a que el uso de la sal en la industria cárnica ha sido una práctica antigua que permite mejorar el

sabor de la carne (Miller, 2006). Para el día 14, la variable de tiempo de masaje influyó en la evaluación sensorial de sabor, pero siempre la variable reducción de sal tuvo un mayor impacto. En el día 28, tanto el modelo, como el efecto de las variables sobre la evaluación sensorial no tuvieron efecto alguno.

Sensorialmente los panelistas evaluaron mejor aquellas muestras que presentaron mayor porcentaje de sal en sus formulaciones. El adicionar sal mejora las características sensoriales de casi todos los productos, por lo tanto, el brindarles un producto reducido en sal a personas que están acostumbradas al alto consumo de la misma, tienden a sentirlo insípido y rechazarlo. (Henney *et al.*, 2010). El tratamiento de 12 horas de masaje y 1.6% de sal fue la mejor evaluada tanto al día 14 como al 28.

**Análisis sensorial de aceptación general.** En el día uno sí hubo un modelo estadístico, en cuanto a la variable tiempo de masaje no mostró tener efecto sobre la aceptación general del consumidor, siendo ésta completamente influenciada por la reducción de sal. Los panelistas evaluaron como “me agrada moderadamente” los tratamientos de 0.8% de sal de 6 y 12 horas de masaje.

En el día 14, tanto las variables independientes como la interacción de las mismas tuvieron un efecto en la aceptación general. Los tratamientos de 9 y 12 horas de masaje con 1.6 % de sal en la formulación fueron mejores evaluadas. El día 28, solo las variables independientes tuvieron un impacto sobre la decisión del consumidor. El tratamiento mejor evaluado al día 28 fue el de 15 horas de masaje y 1.6% de sal.

## 4. CONCLUSIONES

- La concentración de sal es el factor con efecto principal en la aceptación sensorial de los panelistas, como también en las características físicas (fuerza de corte, purga, variable de color L y b) del jamón.
- El tiempo de masajeo y concentración de sal no afectan el pH, rendimiento de cocción y rebanado, ni las cargas microbiológicas de aerobios totales y *enterobacterias*.
- Un jamón con 0.8% de sal y 9 h de masajeo fue sensorialmente aceptado de igual forma que el control y puede ser etiquetado como “reducido en sodio”.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios con enfoque en la reducción de purga inicial del producto ya que ambos factores tienen efecto sobre la misma.
- Llevar a cabo un análisis de niveles de sodio presente en los jamones de cerdo.

## 6. LITERATURA CITADA

AOAC 981.12. 1982. pH of acidified foods. (En línea) consultado el 02 de Noviembre del 2015, disponible en [http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=1&products\\_id=](http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=)

Base SAS® 9.3 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Boles, J. y R. Pegg. (1999). Meat Color. Saskatoon, SK: University of Saskatchewan Department of Applied Microbiology and Food Sciences.

Casiraghi, E., C. Alamprese, y C. Pompei. 2007. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. LWT – Food Sci. Technol. 40,164–169 p.

Correa, J.A., S. Méthot y L. Faucitano. 2007. A modified meat juice container (EZDriploss) procedure for a more reliable assessment of driploss and related quality changes in pork meat. Journal of Muscle Foods 18(1):67-77 p.

Dikeman, M. y Devine, C. 2004. Encyclopedia of Meat Sciences, Three-Volume Set. Londres, Reino Unido. Academic Press, Elsevier. 1500 p.

Dimitrakopoulou, M.A., J.A. Ambrosiadis, F.K. Zetou y J.G. Bloukas. 2005. Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder. Meat Science 70:743-749 p.

Doyle, M. 2008. Sodium Reduction and Its Effect on Food Safety, Food Quality, and Human Health: A Brief Review of the Literature. Food Research Institute, 1-10 p.

Drummond, L. y Sun, D. 2006. Feasibility of water immersion cooking of beef joints: Effect on product quality and yield. Journal of Food Engineering 77, 289 - 294 p.

FDA, 2015. El sodio en su dieta: Use la etiqueta de información nutricional para reducir el consumo de sodio. (En línea) consultado el 03 de Octubre del 2015, disponible en <http://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm316876.htm>

FDA. 2001. BAM: Aerobic plate count. (En línea) Consultado el 03 de Noviembre del 2015, disponible en <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>

FDA. 2010. Lowering salt in your diet (en línea) consultado el 12 de octubre del 2015, disponible en <http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm181577.htm>

Fox, J., D. Kemp, B. Langlois y F. Leak. 1984. Effect of tumbling and tumbling time on quality and microflora of Dry-Cured Hams. *Journal of Food Science*. 49(3):695 – 698 p.

García, J., C. Ruiz, G. Ortega y Nuñez, F. 2000. Efecto de la materia prima y de las características del proceso en la calidad de jamón cocido. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Gutiérrez, C. y T. Orzaez., 2003. La información al consumidor en los productos dietéticos. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos, S.A. 325 p.

Henney, J., C. Taylor, C. Boon. 2010. Institute of Medicine Committee on Strategies to Reduce Sodium Intake. Washington DC, Estados Unidos. 473 p.

Hullberg A., L. Johansson, K. Lundstrom. 2005. Effect of tumbling and *RN* genotype on sensory perception of cured-smoked pork loin. *Meat Sci*. 2005;69:721–732 p.

Hur, S. Jin, S., Parks, J. Jung, S. and Lyu, H. 2013. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of low grade beef during cold storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*: 26(12): 1781-1789 p.

Li, C., S. Szczepaniak, L. Steen, O. Goemaere, S. Impens, H. Paelinck y G. Zhou. 2011. Effect of tumbling time and cooking temperature on quality attributes of cooked ham. *International Journal of Food Science and Technology*. 46, 2159-2163.

López, A., E. García, I. Fernández, 2013. Determinación de la capacidad de detención de agua. Método de Prensado. Universidad Politécnica de Valencia.

Miller, R. 2006. Functionality of Non-Meat Ingredients Used in Enhanced Pork. Texas A&M University.

Mittal, G y S, Barbut. 1990. Effects of tumbling speed and cumulative revolutions on restructured hams' quality. Ontario, Canada. University of Guelph.

Organización Mundial de la Salud. 2015. Reducir la ingesta de sodio para reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares en adultos. (En línea) consultado el 02 de Noviembre del 2015, disponible en [http://www.who.int/elena/titles/sodium\\_cvd\\_adults/es/](http://www.who.int/elena/titles/sodium_cvd_adults/es/)

Payne S., C. Durham, M. Scott, C. Devine. 1998. The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. *Meat Science*; 49:277–287 p.

Pérez, D. y Andújar, G. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Rev. Cubana Aliment Nutr*; 14(2): 23 -114 p.

Price, J., y B. Schweigert. 1987. *The Science of meat and meat products* (3rd Ed.). Westport, CT: Food & Nutrition Press.

Ruusunen, M., Tirkkonen, M, Puolanne, E. 2001. Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content *Agric. Food Sci. Finland*, 10, pp. 27–32 p.

Rocha, A. 2015. Menos sodio para embutidos. (En línea) Consultado el 03 de octubre del 2015, disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/72521-menos-sodio-embutidos>

Saavedra, I. 2013. Efecto de la disminución de sal y uso de transglutaminasa en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del jamón de cerdo. Tesis. Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 27p.

Serrano, A. Rodriga, A. Rivera, J. Ochoa, O., Gonzalez, J. 2006. *Personal Laboral Oficiales de Cocina*. Editorial Mad, S.L. Sevilla, España.

Schroeder, D. 2013. Effect of vacuum tumbling time, salt level, and phosphate alternatives on processing characteristics of natural deli-style turkey breast. Thesis. Master of Science. Lincoln, Nebraska.

Xargayó, M., J. Lagare, E. Fernandez, D. Borell, D, Sanz. 2009. The impact of tenderization on increased slicing yield (En línea). Consultado el 25 de Octubre de 2015. Disponible en <http://en.metalquimia.com/upload/document/article-en-4.pdf>

Zambrano, J. 2013. Efecto de la reducción y sustitución parcial de cloruro de sodio por cloruro de potasio en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en jamón de cerdo. Tesis. Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 26 p.