

**Efectos de parámetros de procesamiento y  
formulación en las características físico  
químicas, microbiológicas y sensoriales de  
carne de cerdo reestructurada con  
transglutaminasa**

**Germán Andres Gloor Silva  
Máxima Alejandra Burgos Hernández**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras  
Noviembre, 2013**

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efectos de parámetros de procesamiento y formulación en las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa**

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

Presentado por

**Germán Andres Gloor Silva**  
**Máxima Alejandra Burgos Hernández**

**Zamorano Honduras**  
Noviembre, 2013

# **Efectos de parámetros de procesamiento y formulación en las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa**

Presentado por:

Germán Andres Gloor Silva  
Máxima Alejandra Burgos Hernández

Aprobado:

---

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

---

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

---

Blanca Carolina Valladares, M. Sc  
Asesora

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

# **Efectos de parámetros de procesamiento y formulación en las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa**

**Germán Andres Gloor Silva**  
**Máxima Alejandra Burgos Hernández**

**Resumen:** Carne de cerdo del músculo *Rhomboideus* se reestructuró con transglutaminasa. Para identificar el efecto del tamaño de partícula, tiempo de masaje y concentración de sal sobre sus propiedades físico químicas y atributos sensoriales, se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de 3×2 (27 unidades experimentales) y medidas repetidas en el tiempo (1 y 7 días). Se determinó que el tamaño de partícula (1.27 – 2.54 cm) no afecta la fuerza de corte ( $P>0.05$ ), el factor significativo es el tiempo de masaje (0.5 – 1 h) ( $P<0.05$ ) existiendo interacción entre sal (1.0 – 1.5%) y masaje ( $P<0.05$ ). La interacción de los factores afecta el color, si se aumenta la concentración de sal se da una disminución en el color. La purga de productos reestructurados fue de 1.83% a diferencia del control que obtuvo una media de 3.20% ( $P<0.05$ ). La pérdida por cocción se vio afectada por el tamaño de partícula, a menor tamaño de partícula menor pérdida en cocción ( $P<0.05$ ). Los tratamientos no tuvieron diferencia significativa en la aceptación sensorial de sabor, color, textura y apariencia. Los consumidores aceptaron de igual manera el control como el producto reestructurado. La carne reestructurada es una opción para la industria cárnica porque mejora la jugosidad, textura y sabor que el cliente demanda.

**Palabras clave:** Masajeo, *Rhomboideus*, Sal.

**Abstract:** Muscle Pork *Rhomboideus* was restructured with transglutaminase. To identify the effect of particle size, massaging time and concentration of salt on its physicochemical properties and sensory attributes. The design that was used was a randomized complete block, the 3×2 (27 experimental units) and repeated measurements over time (1 to 7 days). The particle size (1.27 – 2.54 cm) does not affect shear force ( $P>0.05$ ), the significant factor is massaging time (0.5 – 1h) ( $P<0.05$ ), an interaction between salt (1- 1.5%) and massaging time was established ( $P< 0.05$ ). The interaction of factors affects the color, if the salt concentration increases there is a decrease in color. The pure in the restructured products was 1.83%, different from the control which obtained an average of 3.20% ( $P< 0.05$ ). Cooking yield was affected by the particle size; a smaller particle size had a lower cooking loss ( $P<0.05$ ). The treatments had no significant difference in taste, color, texture or appearance. The consumers generally accepted both the control and the restructured product. Restructured meat is an option for the meat industry because it improves juiciness, texture and flavor that the customers' demand.

**Key words:** Massaging, *Rhomboideus*, Salt

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras 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>9</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>25</b>
<b>7 ANEXOS.....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos. ....	4
2. Formulación de las salmueras. ....	4
3. Medias de la variable L (luminosidad) de las carnes de cerdo reestructuradas de los tratamientos con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	10
4. Medias de la variable a (intensidad de rojo) de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	11
5. Medias de la variable b de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	13
6. Medias de la variable purga de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa. ....	14
7. Medias de coliformes totales de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	15
8. Medias de aerobios mesófilos de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	16
9. Medias de variable pH de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	17
10. Medias de pérdida por cocción de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	18
11. Medias del atributo jugosidad de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	20
12. Medias del atributo apariencia de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	21
13. Medias del atributo de aceptación general de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7. ....	22

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa. ....	5
2. Interacción de fuerza de corte en tiempo de masaje y concentración de sal...	9
3. Interacción de tamaño de partícula, concentración de sal y tiempo de masaje para la variable a al día 7 .....	12
1. Interacción entre tamaño de partícula y concentración de sal para la variable perdida por cocción (%). ....	19

Anexos	Página
1. Hoja de análisis de evaluación sensorial.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

La carne se define como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin” (Codex Alimentarius 2012). La población mundial en los últimos años ha venido incrementándose de una manera acelerada y la industria cárnica ha venido evolucionando tratando de satisfacer las necesidades del cliente. La innovación que la industria cárnica ha implementado le permite desarrollar nuevos productos que satisfagan las necesidades del cliente que hoy en día demanda productos fáciles de consumir, nutritivos, económicos y exquisitos, por lo que se han desarrollado una amplia variedad de productos que cumplan con estos requisitos para brindarles a las personas de clase media que hoy en día son mayoría y en los próximos años tendrán un poder adquisitivo más alto una mejor alternativa de consumir proteína cárnica.

El valor nutritivo de la carne de cerdo la señala como uno de los alimentos más completos y de gran importancia en la dieta humana, debido en gran parte a su aporte en proteínas de alto valor biológico (18-20 g proteína/100 g de carne) posee un alto contenido en carne de cerdo pueden ser suficientes para cubrir las recomendaciones de ingesta diaria de hierro, potasio, magnesio, zinc (Hernández *et al.* sf) Sin embargo, durante muchos años la carne de cerdo se ha visto afectada por la falta de conocimiento del cliente, ya que piensa que la carne de cerdo es un alimento “pesado”, grasoso, con muy alto contenido en calorías y colesterol y es asociado con enfermedades cardiovasculares y parásitos.

La alta demanda de los consumidores por productos con un bajo contenido de sodio ha creado un nuevo segmento de mercado dirigido hacia personas que padecen de enfermedades como hipertensión, problemas cardiovasculares, retención de líquidos, entre otros. La sal se ha utilizado desde años remotos para aumentar el sabor y la conservación de los productos, pero también juega un papel importante en el aumento de la capacidad de retención de agua (CRA) y en la solubilidad de proteínas miofibrilares.

La transglutaminasa es una enzima que se ha venido utilizando para la elaboración de carne reestructura y con esto brindarle opciones a la industria cárnica de la utilización de recortes para crear nuevos productos con valor agregado. Productos de carne reestructurada incluyen cualquier carne, productos que están parcial o completamente desmontados y luego son reformados en la misma o en una forma diferente (Pearson y Gillett 1999).

El masajeo es mayormente aplicado en la industria cárnica en trozos de carne pequeños y deshuesados, ya que es muy difícil lograr una buena distribución de los ingredientes cuando estos se encuentran en piezas grandes, impidiendo tener un producto homogéneo y



uniforme. Además el masajeo puede dañar los productos que tienen huesos, separándolos y creando una pérdida morfológica del producto (Xargayó *et al.* 2012).

La sensación de ternura está dada por la facilidad con que se produce la mordida, cómo se deshace en la boca y por el residuo que queda después de masticar. El masajeo se trata de un método físico que se puede reproducir de manera objetiva (Almada 2004). Según Potter y Hotchkiss (1999), el ablandamiento de los cortes de carne se puede lograr también cortándolos, golpeándolos o mediante vibraciones con ultrasonidos, esto separa y rompe sus fibras, se han realizado estudios de productos reestructurados con tamaño de partículas 1.44 -2.0 mm donde se han encontrado diferencias significativas en la fuerza de corte (Noble *et al.* 1985)

El propósito de este estudio fue investigar el efecto de parámetros de procesamiento y formulación en las características físico químicas, microbiológico y sensorial de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa. Por lo consecuente los objetivos de esta investigación fueron:

- Establecer las diferencias físico químicas y microbiológicas entre un producto de carne de cerdo reestructurado con transglutaminasa y un músculo entero *Rhomboideus*.
- Identificar el efecto de masajeo, concentración de sal y tamaño de partícula sobre las propiedades físicas y químicas de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa.
- Evaluar el efecto de masajeo, concentración de sal y tamaño de partícula en la aceptación de los atributos sensoriales de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa en relación a un músculo entero *Rhomboideus*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del estudio.** La elaboración de la carne de cerdo reestructurada se llevó a cabo en la Planta de Cárnicos de Zamorano; la evaluación sensorial fue realizada en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Zamorano; los análisis físicos de textura y color se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LAMZ). Todos los laboratorios antes mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano y están ubicados en el Valle de Yeguaré, km 30 al Este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El proyecto consistió en la formulación de un producto de carne de cerdo reestructurado con dos tamaños de partícula (1.27 – 2.54 cm), dos tiempos de masajeo (0.5 – 1 h) y dos concentraciones de sal (1.0 – 1.5%). Se realizaron nueve tratamientos incluyendo el control, siendo este último el músculo entero (*Rhomboideus*). Se efectuaron tres repeticiones por cada tratamiento en semanas diferentes. Se analizó el efecto del tiempo de empacado del producto tomando en cuenta propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales los días 1 y 7. Entre estas características se evaluó color, pH, purga, pérdida por cocción y fuerza de corte.

Se realizó un análisis afectivo para obtener el grado de aceptación de atributos como apariencia, color, textura, jugosidad, sabor y aceptación general; y un análisis de preferencia para el mejor de los tratamientos según propiedades físicas en comparación al control. Se realizó un análisis microbiológico de aerobios mesófilos y coliformes totales a cada uno de los tratamientos en los días 1 y 7.

**Diseño experimental.** El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de  $2 \times 2 \times 2$  y medidas repetidas en el tiempo en los días 1 y 7. En el Cuadro 1 se describen los tratamientos con cada uno de los factores (tamaño de partícula, tiempo de masajeo y concentración de sal) y sus niveles.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Concentración de sal (%)
1	1.27	0.5	1.0
2	1.27	1.0	1.5
3	1.27	0.5	1.5
4	1.27	1.0	1.0
5	2.54	0.5	1.0
6	2.54	1.0	1.5
7	2.54	0.5	1.5
8	2.54	1.0	1.0
Control	Entero	0.5	1.0

Para la elaboración de los tratamientos se utilizó una salmuera base que incluye la enzima transglutaminasa, tripolifosfato de sodio, sal común (NaCl) y agua en las proporciones que se observan en el Cuadro 2, donde el único ingrediente que varía es la sal, el porcentaje utilizado fue de 1 a 1.5%, dicho porcentaje en base al peso de la carne.

Cuadro 2. Formulación de las salmueras.

Ingredientes	Cantidades para la formulación de 1.0% de sal	Cantidades para la formulación de 1.5% de sal
	(g)	(g)
Enzima Transglutaminasa	15.0	15.0
Tripolifosfato de sodio	4.9	4.9
Sal (NaCl)	9.8	14.7
Agua	90.8	90.8

**Flujo de proceso.** Para la elaboración de los tratamientos se realizó el mismo procedimiento en todas las repeticiones (Figura 1). La cantidad de carne usada fue de 1.8 kg por tratamiento incluyendo el control de músculo entero *Rhomboideus*.

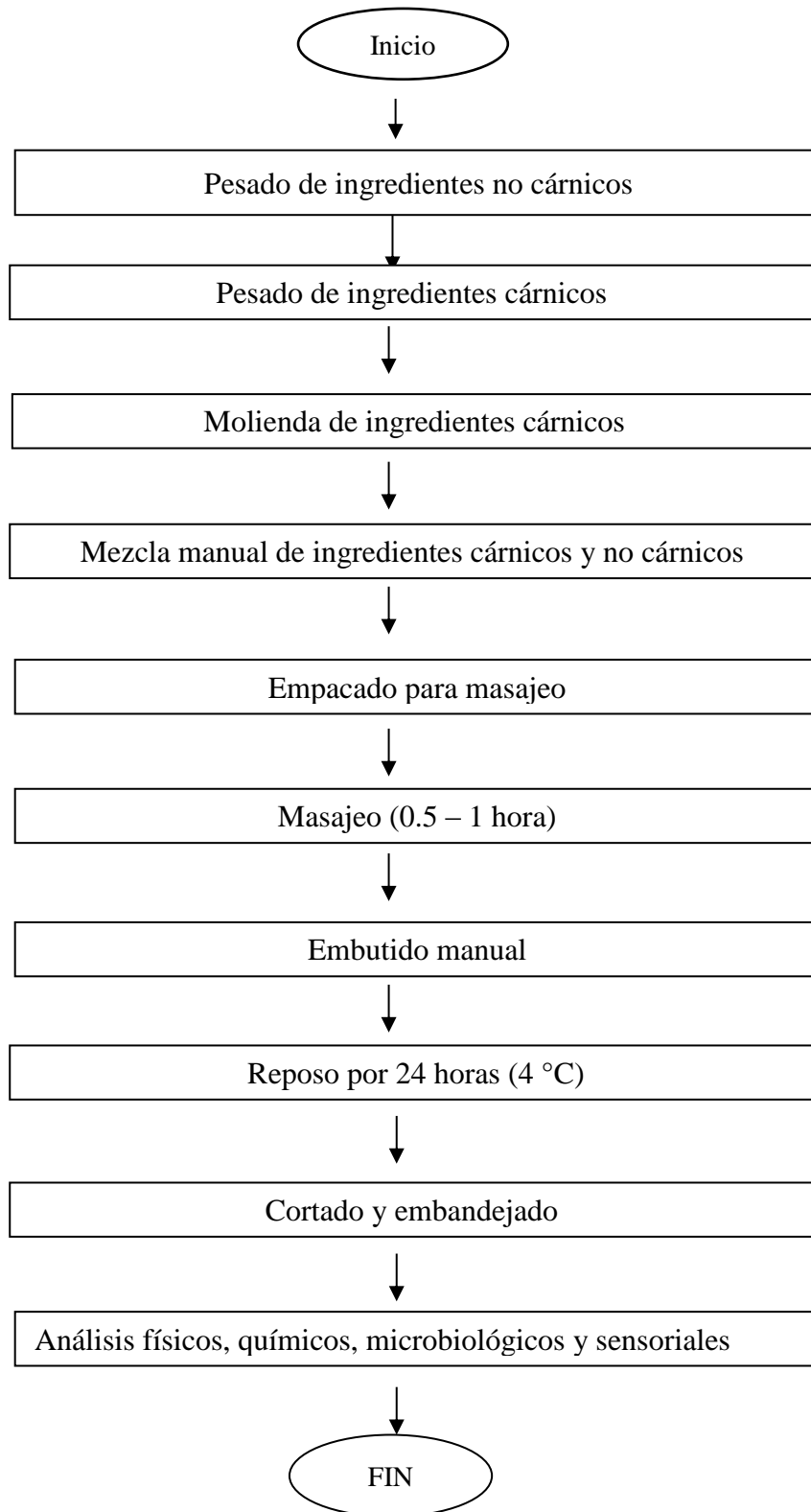


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa.

**Pesado de ingredientes no cárnicos.** Se realizó el pesado de los ingredientes para los nueve tratamientos que incluían diferentes concentraciones de sal común, tripolifosfato de sodio, transglutaminasa y agua.

**Pesado de ingredientes cárnicos.** Se pesaron los recortes del músculo *Rhomboideus* en una balanza “Fisher scientific “(SLF 152 – US).

**Molienda de ingredientes cárnicos.** Se molieron los recortes de carne de cerdo con dos tamaños de discos (1.27 y 2.54 cm).

**Mezcla manual de ingredientes cárnicos y no cárnicos.** Se le adicionó la mezcla a cada tratamiento.

**Masajeo.** Se masajearon por 0.5 y 1 hora en una masajeadora LT-15 al vacío a una velocidad de 60 rpm.

**Embutido Manual.** Se realizó un embutido manual en bolsas de poliamidas, asegurándose que se extraía el aire presente y que toda la carne quedaba en contacto sin espacio alguno durante 24 h a 4 °C.

**Corte y embandejado.** Se realizó un corte manual y luego se procedió a colocar el producto en bandejas de poliestireno.

**Análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales.** Se realizaron análisis de color, textura, pH, aerobios mesófilos, coliformes totales al igual que sensorialmente se midió apariencia, color, textura, jugosidad, sabor y aceptación general al día 1 y 7.

**Análisis físico.** Se realizaron análisis físicos de purga y fuerza de corte. La purga fue evaluada por el porcentaje de pérdida de agua por diferencia de peso de la carne de cerdo reestructurada. Se tomó el peso inicial de cada bandeja de carne, luego se retiró el exudado presente en el empaque por medio de un papel toalla. La diferencia de peso se expresó en porcentaje lo que representa la porción de agua perdida por la carne.

$$Purga = (\textit{peso inicial} - \textit{peso final}) \div (\textit{peso final}) \quad [1]$$

Para evaluar la fuerza de corte de la carne de cerdo reestructurada se utilizó el equipo “BROOKFIELD CT3”, mediante el acople TA-SBA. La fuerza de corte mayor fue medida en Newton (N). Se efectuaron tres cortes para cada muestra realizados en el día 1 y 7, las muestras median 2×2×2 cm y se utilizó una fuerza de 0.067 N.

**Análisis químico.** Se realizaron análisis químicos de pH, las mediciones de pH se realizaron con un potenciómetro portátil “Oakton” a todos los tratamientos antes y después de masajeo, a los días 1 y 7.

**Análisis sensorial.** Se realizó un análisis sensorial descriptivo de Bloques Incompletos Balanceados (BIB) con 108 panelista por cada repetición, el análisis se dividió en 3 bloques con tres tratamientos cada uno, el análisis se realizó al día 1 y 7. Los atributos sensoriales analizados fueron: apariencia, color, textura, jugosidad, sabor y aceptación general. Para este análisis se utilizó una escala hedónica de nueve puntos.

Los tratamientos se cocinaron en horno, logrando una temperatura interna de 71 °C, para realizar el análisis sensorial las muestras se mantuvieron en un calentador para mantener la temperatura. El panelista recibió 3 muestras de carne de cerdo reestructurada, galleta de soda y un vaso con agua para limpiar el paladar.

**Análisis microbiológico.** Se realizaron análisis microbiológicos de coliformes totales y aerobios mesófilos. La detección de coliformes es usada como un indicador general de las condiciones sanitarias en el procesamiento de alimentos. El método utilizado para el conteo de coliformes totales se realizó a través de un medio de cultivo sólido que utiliza “Violet Red Bile Agar” (VRBA) que contiene un indicador de pH rojo neutro, este descrito en el capítulo 4 de el Método de Análisis Bacteriológicos por sus siglas en ingles BAM “Bacteriological Analytical Method” (FDA 2001).

El análisis de aerobios mesófilos es utilizado para indicar los niveles de microorganismos de un producto; para esto se utilizó el método estándar para el conteo de microorganismos aerobios mesófilos contenido en el capítulo 3 del BAM (FDA 2001). Esta prueba se realizó a todos los tratamientos de las 3 repeticiones al día 1 y 7. Se preparó agua peptonada con una solución madre de agua peptonada al 0.1% de peptona. Se preparó el medio de cultivo selectivo para coliformes totales VRBA y el medio no selectivo “Plate Count Agar” (PCA) para aerobios mesófilos según el manual de instrucciones del fabricante. Se esterilizaron todos los utensilios a utilizar, incluyendo los materiales como el agua peptonada. Se tomaron 10 g de cada tratamiento y se colocaron dentro de las bolsas “Stomacher” estériles. A cada bolsa “Stomacher” se le agrego 90 ml de agua peptonada. Las bolsas se homogenizaron en el “Stomacher Seward Stomacher 400” durante 2 minutos. Se realizaron siembras mediante la técnica de vertido o “Pour Plate” en el medio VRBA para el análisis de coliformes y en el medio PCA para el análisis de aerobios mesófilos de las diluciones  $10^{-2}$  a  $10^{-5}$ , se incubaron los platos petri a 35 °C por 24 horas para el análisis de coliformes y a 35 °C por 48 horas para los aerobios mesófilos.

**Análisis estadístico.** Los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos y sensoriales se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA) por medio de “General Linear Model” (GLM) con una separación de media “Tukey” con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y a través del tiempo. Se realizó

“Least Squares Means” (LSmeans) para observar los factores que afectan directamente a los tratamientos evaluados. Todos los datos evaluados fueron sometidos a una prueba de normalidad y a una de residualidad para identificar los datos fuera de tipo. Para los análisis estadísticos se utilizó una probabilidad de 95% ( $P < 0.05$ ). Se realizaron correlaciones para ver si había una relación directa con otras variables evaluadas, también se realizó la transformación a Arcoseno para el porcentaje de purga. Los resultados fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS<sup>®</sup> versión 9.1).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la fuerza de corte indican que no hubo diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre la fuerza de corte de los tratamientos reestructurados, aunque todos presentaron fuerza de corte más baja que el control ( $P<0.05$ ). Estudios de productos reestructurados realizados con tamaño de partículas más pequeños a los estudiados (1.44 -2.0 mm) sí han encontrado diferencias significativas (Noble *et al.* 1985). La terniza es una de las características más buscadas por los consumidores en la carne (Garriz 2001) por lo cual el producto reestructurado es una mejor opción sobre el control. Se determinó que el factor significativo es el masajeo ( $P<0.05$ ) existiendo interacción entre sal y masajeo ( $P<0.05$ ) (Figura 2). Se obtuvo una fuerza de corte menor en 0.5 hora de masajeo con ambas concentraciones de sal (1 y 1.5%).

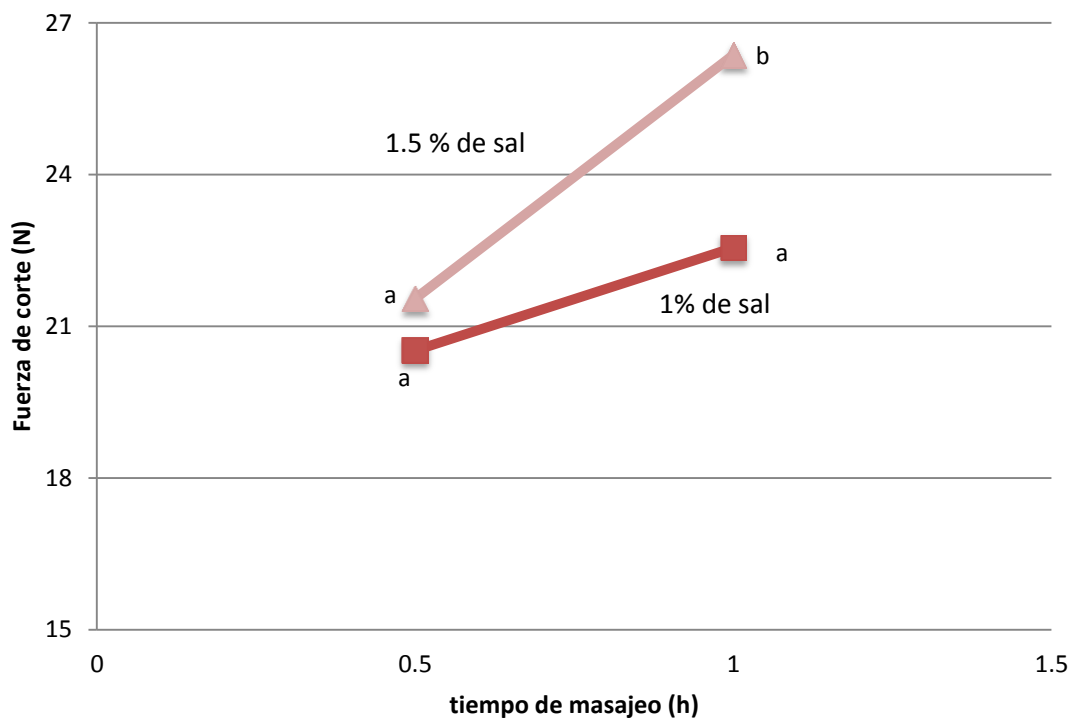


Figura 2. Interacción de fuerza de corte en tiempo de masajeo y concentración de sal. a –b: letras distintas son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ )

En el día 7 sí se encontraron diferencias significativas, siendo la sal el factor que influye en la fuerza de corte, ( $P=0.0370$ ). La sal está relacionada con el incremento de la ligazón, rendimiento y aroma (Mandigo 1988), por esta razón a mayor concentración de sal mayor fuerza de corte.



En el Cuadro 3 representa la variable L de luminosidad, que va de una escala de cero a cien, siendo cero negro y cien blanco, dicha variable se ve afectada por el menor tamaño de partícula con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) mientras que a un mayor tamaño no se encontraron diferencias. Algunos estudios indican que el tiempo de masajeo tiene un efecto en el color (Booren *et al.* 1981). Las partículas de menor tamaño con menor tiempo de masajeo obtuvieron mayor luminosidad.

Cuadro 3. Medias de la variable L (luminosidad) de las carnes de cerdo reestructuradas de los tratamientos con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Conc. de sal (%)	VARIABLE L	
				DÍA 1	DÍA 7
				Media $\pm$ DE <sup>e</sup>	Media $\pm$ DE <sup>e</sup>
1	1.27	0.5	1.0	37.83 $\pm$ 1.54 b (x)	38.55 $\pm$ 1.84 ab (x)
2	1.27	1.0	1.5	45.57 $\pm$ 4.77 a (x)	42.86 $\pm$ 3.10 a (x)
3	1.27	0.5	1.5	40.32 $\pm$ 6.24 ab (x)	41.09 $\pm$ 4.25 ab (x)
4	1.27	1.0	1.0	38.11 $\pm$ 3.31 b (x)	36.26 $\pm$ 1.72 abc (x)
5	2.54	0.5	1.0	39.06 $\pm$ 6.42 b (x)	34.90 $\pm$ 2.44 bc (x)
6	2.54	1.0	1.5	37.12 $\pm$ 2.44 b (x)	31.36 $\pm$ 0.04 c (y)
7	2.54	0.5	1.5	37.59 $\pm$ 3.95 b (x)	38.83 $\pm$ 4.69 b (x)
8	2.54	1.0	1.0	38.69 $\pm$ 3.21 b (x)	36.17 $\pm$ 5.49 bc (x)
Control	entero	0.5	1.0	40.81 $\pm$ 0.28 ab (x)	41.18 $\pm$ 7.12 c (x)
CV <sup>§</sup> (%)				9.06	9.00

§Concentración

<sup>e</sup>DE: Desviación estándar

a- c: Medias con letras distintas en la misma columna tienen diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

x-y: Medias con letras distintas en la misma fila tienen diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

<sup>§</sup>CV: Coeficiente de variación

La variable “a” representa la intensidad de color rojo, tiene una escala de negativo sesenta (-60) a positivo sesenta (+60), siendo -60 verde y +60 rojo. El consumidor prefiere un valor “a” entre 5.08 – 6.64 (Poto 2005). Los resultados de la variable “a” de color indican que hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos al día 1 y 7 debido a la interacción que hubo con el tiempo de masajeo; a menor tiempo de masajeo mayor intensidad de color rojo ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, el tiempo de masajeo influye en el día 7 cuando tiene interacción con tamaño de partícula y concentración de sal. La decoloración de filetes reestructurados puede ser causada por el mecanismo prooxidativo de la sal (Huffman y Cordray, 1979) (Figura 3). En el Cuadro 4 se puede observar que el control obtuvo el menor valor “a”. El valor “a” está relacionado con la purga ya que el que mayor purga presento fue el que menor valor a registró (Cuadro 4). Hubo una correlación negativa entre la purga (Cuadro 6) y el valor “a” en el día 7.

Cuadro 4. Medias de la variable a (intensidad de rojo) de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Conc. de sal (%)	Tiempo de masajeo (h)	VARIABLE a	
				DÍA 1 Media ± DE <sup>ε</sup>	DÍA 7 Media ± DE <sup>ε</sup>
1	1.27	1.0	0.5	10.10 ± 1.04 a (x)	9.31 ± 1.07 abc (x)
2	1.27	1.5	1.0	6.75 ± 0.20 b (x)	7.15 ± 1.84 c (x)
3	1.27	1.5	0.5	9.96 ± 1.30 a (x)	9.29 ± 1.29 abc (x)
4	1.27	1.0	1.0	9.12 ± 0.22 a (x)	10.09 ± 0.96 a (y)
5	2.54	1.0	0.5	9.20 ± 1.55 a (x)	9.96 ± 1.11 ab (x)
6	2.54	1.5	1.0	9.10 ± 1.07 a (x)	10.40 ± 0.46 a (y)
7	2.54	1.5	0.5	8.64 ± 1.85 a (x)	9.57 ± 1.53 ab (x)
8	2.54	1.0	1.0	7.87 ± 1.00 ab (x)	7.62 ± 1.15 c (x)
control	Entero	1.0	0.5	7.54 ± 0.38 ab (x)	5.98 ± 1.99 d (x)
CV <sup>§</sup> (%)				11.05	14.40

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

a -d: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferente (P<0.05)

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

<sup>§</sup>CV: Coeficiente de variación

§Concentración

Valor a: -60 a +60

En la figura 3 se muestra la interacción que existe entre el tamaño de partícula, concentración de sal y tiempo de masajeo, donde a 0.5 h de masajeo, ambas concentraciones de sal y menor tamaño de partícula se obtiene el mismo valor “a”. Sin embargo, con los tamaños de partículas más grande se obtiene un valor “a” más alto con 1.0% de sal. Al día 7 con 1.0% sal más 1.27 cm y 1.5% de sal más 2.54 cm se obtiene una relación positiva con el tiempo de masajeo.

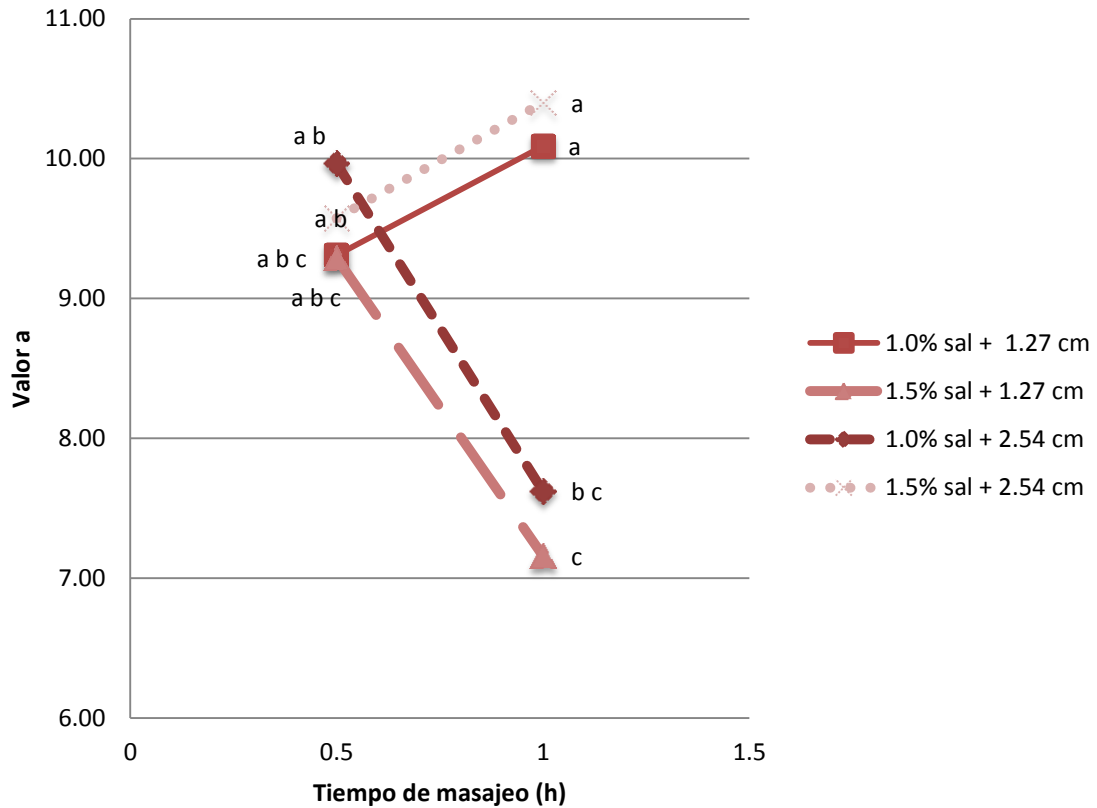


Figura 3. Interacción de tamaño de partícula, concentración de sal y tiempo de masajeo para la variable a al día 7

a –c: letras distintas son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

La variable “b” demuestra colores azules (positivos) y amarillos (negativos) en una escala de -60 a 60, la industria cárnica busca valores “b” entre 7.55 - 8.5 (Poto 2005). La separación de media de los valores de la variable “b” muestra que hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos y a través del tiempo (Cuadro 5). Se determinó que todos los factores antes mencionados afectan estadísticamente, el tamaño de partícula ( $P < 0.0001$ ) afecta “b” en el día 1 y la interacción de todos los factores en el día 7 ( $P < 0.0001$ ). Al aumentar la concentración de sal se da una disminución en el color de la carne (Huffman y Cordray 1979).

Cuadro 5. Medias de la variable b de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Conc. de sal (%)	VARIABLE b	
				DÍA 1	DÍA 7
				Media ± DE <sup>ε</sup>	Media ± DE <sup>ε</sup>
1	1.27	0.5	1.0	9.63 ± 0.56 ab (x)	9.09 ± 0.36 abc (y)
2	1.27	1.0	1.5	9.49 ± 1.19 ab (x)	9.19 ± 0.26 abc (x)
3	1.27	0.5	1.5	9.98 ± 0.66 a (x)	9.78 ± 1.16 a (x)
4	1.27	1.0	1.0	9.42 ± 1.13 ab (x)	9.23 ± 0.57 abc (x)
5	2.54	0.5	1.0	9.12 ± 0.75 ab (x)	8.47 ± 0.10 bcd (x)
6	2.54	1.0	1.5	8.67 ± 0.25 b (x)	8.23 ± 0.05 cd (y)
7	2.54	0.5	1.5	8.76 ± 0.24 ab (x)	9.46 ± 0.84 ab (y)
8	2.54	1.0	1.0	8.67 ± 0.33 b (x)	7.76 ± 0.53 d (y)
control	Entero	0.5	1.0	8.68 ± 0.34 ab (x)	8.59 ± 0.60 bc (x)
CV <sup>§</sup> (%)				6.67	5.64

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

§Concentración

a-d: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferente (P<0.05)

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

<sup>§</sup>CV: Coeficiente de variación

Según Offer y Knigh (1988), el músculo entero tiene mayor CRA debido a que el agua se encuentra dentro de las miofibrillas. Sin embargo, en este estudio no es el caso (Cuadro 6). La media de productos reestructurados fue de 1.83% a diferencia del control que obtuvo mayor porcentaje de purga con una media de 3.20%. Se encontró que el tiempo de masajeo está relacionado directamente con la CRA (P<0.05). A diferencia de los otros tratamientos el control no tuvo en su formulación transglutaminasa, lo cual ayuda a la retención de agua por la acción gelificante que no permite la sinéresis (Pietrasik y Li-Chan 2002).

Cuadro 6. Medias de la variable purga de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Concentración de sal (%)	PURGA (%) DÍA 7 Media $\pm$ DE <sup>€</sup>
1	1.27	0.5	1.0	1.53 $\pm$ 0.71 a
2	1.27	1.0	1.5	1.86 $\pm$ 0.39 a
3	1.27	0.5	1.5	1.79 $\pm$ 0.40 a
4	1.27	1.0	1.0	2.03 $\pm$ 0.65 a
5	2.54	0.5	1.0	1.84 $\pm$ 0.51 a
6	2.54	1.0	1.5	2.02 $\pm$ 0.25 a
7	2.54	0.5	1.5	1.71 $\pm$ 0.62 a
8	2.54	1.0	1.0	1.84 $\pm$ 0.10 a
control	Entero	0.5	1.0	3.20 $\pm$ 0.42 b
CV <sup>¥</sup> (%)				22.67

<sup>€</sup>DE: Desviación estándar.

<sup>¥</sup>CV: Coeficiente de variación

a -b: medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

No se presentaron cambios en el conteo microbiológico de coliformes totales entre los tratamientos dentro de cada día (Cuadro 7). Sin embargo, sí se encontraron diferencias estadísticas comparando el día 1 y el 7. Los conteos microbiológicos se encuentran al límite permitido por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA), en los tratamientos 2, 3 y control supera el límite es decir la vida útil de estos tratamientos se ve limitada por el tiempo de almacenaje según el Reglamento de Inspección de Carnes y Productos Cárnicos, que indican que lo permitido para coliformes totales es 5 Log.

Cuadro 7. Medias de coliformes totales de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Concentración de sal (%)	Coliformes totales (Log)	
				DÍA 1	DÍA 7
				Media ± DE <sup>e</sup> (NS)	Media ± DE <sup>e</sup> (NS)
1	1.27	0.5	1.0	1.81±1.86(x)	5.04±0.53(y)
2	1.27	1.0	1.5	2.60±1.28(x)	5.40±0.20(y)
3	1.27	0.5	1.5	1.70±0.00(x)	5.45±0.28(y)
4	1.27	1.0	1.0	1.77±1.81(x)	5.26±0.56(y)
5	2.54	0.5	1.0	1.13±0.98(x)	5.08±0.31(y)
6	2.54	1.0	1.5	2.59±1.26(x)	4.51±2.14(y)
7	2.54	0.5	1.5	2.68±1.39(x)	4.90±2.68(y)
8	2.54	1.0	1.0	1.81±1.87(x)	4.94±0.70(y)
control	entero	0.5	1.0	1.70±0.00(x)	5.41±0.03(y)
CV <sup>z</sup> (%)				58.71	16.13

<sup>e</sup>DE: Desviación estándar. CV<sup>z</sup>: Coeficiente de variación

NS: Medias en columnas no difieren estadísticamente (P>0.05).

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Según SENASA, en el Reglamento de Inspección de Carnes y Productos Cárnicos, que indican que lo permitido para aerobios mesófilos entre 6 – 7 Log. Como se puede observar en el Cuadro 8, en el conteo de aerobios mesófilos no hubo diferencia estadística (P>0.05) entre tratamiento dentro de cada día. Sin embargo, sí hubo diferencias significativas en el día 7 es decir el efecto del tiempo afecta directamente al conteo de microorganismos (Faria *et al.* 2001). Los tratamientos en el día 1 y 7 están dentro de los límites establecidos.

Cuadro 8. Medias de aerobios mesófilos de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Conc. de sal (%)	Aerobios Mesófilos (Log)	
				DÍA 1	DÍA 7
				Media ± DE <sup>ε</sup> (NS)	Media ± DE <sup>ε(NS)</sup>
1	1.27	0.5	1.0	2.60±3.14(x)	6.53±0.05 (x)
2	1.27	1.0	1.5	3.37±2.36(x)	6.83±0.42 (x)
3	1.27	0.5	1.5	4.05±1.03(x)	6.66±0.18 (y)
4	1.27	1.0	1.0	2.63±2.51(x)	6.95±0.34 (x)
5	2.54	0.5	1.0	2.71±2.48(x)	7.13±0.08 (y)
6	2.54	1.0	1.5	3.66±1.67(x)	6.55±0.51 (x)
7	2.54	0.5	1.5	4.07±1.12(x)	6.75±0.79 (x)
8	2.54	1.0	1.0	3.44±4.38(x)	6.07±0.94 (x)
control	entero	0.5	1.0	4.40±1.35(x)	6.88±0.20 (x)
CV <sup>¥</sup> (%)				61.93	5.82

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

NS: Medias en columnas no difieren estadísticamente (P>0.05).

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

a -b: medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

<sup>¥</sup>CV: Coeficiente de variación

Según Aberle (2001), la carne de los animales antes de la cosecha tiene un pH de 7.1. Después de cosecha el glucógeno presente en la carne se transforma en ácido láctico resultando en un descenso del pH. La carne de cerdo alcanza su valor de pH más bajo de 5.4 a 5.8 en 6 a 10 horas después de sacrificio. La carne con mayor pH tiene mejores propiedades de retención de agua ya que el pH se aleja del punto isoeléctrico. En el Cuadro 9 se contempla que no hubo diferencia estadística en cuanto al valor de pH (P>0.05) entre tratamiento ni en el tiempo (P>0.05), en el caso del control se puede observar que sí hubo cambios al pasar los días, esto se debe a que los ingredientes no cárnicos fueron masajeados y no permitieron el paso de los mismos hacia la matriz del músculo entero y no hubo la reacción de la actina-miosina lo cual produjo la disminución de pH característico del músculo (Knipe sf).

Cuadro 9. Medias de variable pH de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Conc. de sal (%)	TM (h)	pH		
				INICIAL Media±DE <sup>ε(NS)</sup>	DÍA 1 Media±DE <sup>ε(NS)</sup>	DÍA 7 Media±DE <sup>ε(NS)</sup>
1	1.27	1.0	0.5	6.05±0.06(x)	6.66±0.66(y)	6.48±0.26(y)
2	1.27	1.5	1.0	6.16±0.05(x)	6.70±0.65(y)	6.53±0.39(y)
3	1.27	1.5	0.5	6.08±0.15(x)	6.74±0.83(y)	6.53±0.39(y)
4	1.27	1.0	1.0	6.18±0.12(x)	6.88±0.92(y)	6.47±0.24(y)
5	2.54	1.0	0.5	6.14±0.05(x)	6.47±0.71(y)	6.27±0.26(y)
6	2.54	1.5	1.0	6.31±0.15(x)	6.88±0.80(y)	6.49±0.45(y)
7	2.54	1.5	0.5	6.29±0.14(x)	6.90±0.76(y)	6.52±0.38(y)
8	2.54	1.0	1.0	6.20±0.08(x)	6.73±0.84(y)	6.36±0.36(y)
control	Entero	1.0	0.5	6.08±0.09(x)	6.05±0.20(y)	6.24±0.19 (z)
CV <sup>§</sup> (%)				1.64	10.61	5.01

§Concentración. <sup>ε</sup>DE: Desviación estándar. <sup>§</sup>CV: Coeficiente de variación

qTM: tiempo de masajeo

NS: Medias en columnas no difieren estadísticamente (P>0.05).

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Los resultados en pérdida de cocción fueron afectados por el factor tamaño de partícula. A menor tamaño de partícula menor pérdida en cocción (Sen y Karim 2003) lo cual establece una relación con este estudio, ya que el control es el músculo entero y se diferencia con los demás por su mayor pérdida en peso (P<0.05) (Cuadro 10). El músculo entero tiene mayor CRA debido a que el agua se encuentra dentro de las miofibrillas (Offer y Knigh 1988), pero no fue así en este estudio.



Cuadro 10. Medias de pérdida por cocción de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Conc. de sal (%)	Pérdida por cocción (%)	
				DÍA 1 Media ± DE <sup>ε</sup>	DÍA 7 Media ± DE <sup>ε</sup>
1	1.27	0.5	1.0	13.86 ± 0.94 ab (x)	13.41 ± 3.49 ab (x)
2	1.27	1.0	1.5	10.69 ± 2.23 a (x)	10.84 ± 3.73 a (x)
3	1.27	0.5	1.5	15.34 ± 4.53 b (x)	13.75 ± 5.57 ab (x)
4	1.27	1.0	1.0	16.65 ± 3.67 b (x)	13.99 ± 3.93 ab (x)
5	2.54	0.5	1.0	16.64 ± 0.73 b (x)	17.78 ± 1.87 bc (x)
6	2.54	1.0	1.5	17.27 ± 3.94 b (x)	17.97 ± 4.11 bc (x)
7	2.54	0.5	1.5	17.09 ± 1.84 b (x)	18.80 ± 0.91 c (y)
8	2.54	1.0	1.0	14.56 ± 3.25 b (x)	17.78 ± 1.85 c (y)
control	entero	0.5	1.0	25.17 ± 1.39 c (x)	26.52 ± 2.05 d (x)
CV <sup>§</sup> (%)				15.31	18.25

§Concentración

εDE: Desviación estándar

a-d: Medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

§CV: Coeficiente de variación

La menor pérdida por cocción se obtuvo con el menor tamaño de partícula y con la mayor concentración de sal (1.5%) (Figura 4), lo cual demuestra que la sal permite retener mayor cantidad de agua porque aleja a las proteínas del punto isoeléctrico (Aljawad y Bowers 1988). Esto no favorece a la industria ya que se está tratando disminuir el porcentaje de sal. La menor pérdida por cocción se obtuvo con el menor tamaño de partícula y 1.5% de sal (tratamiento 2).

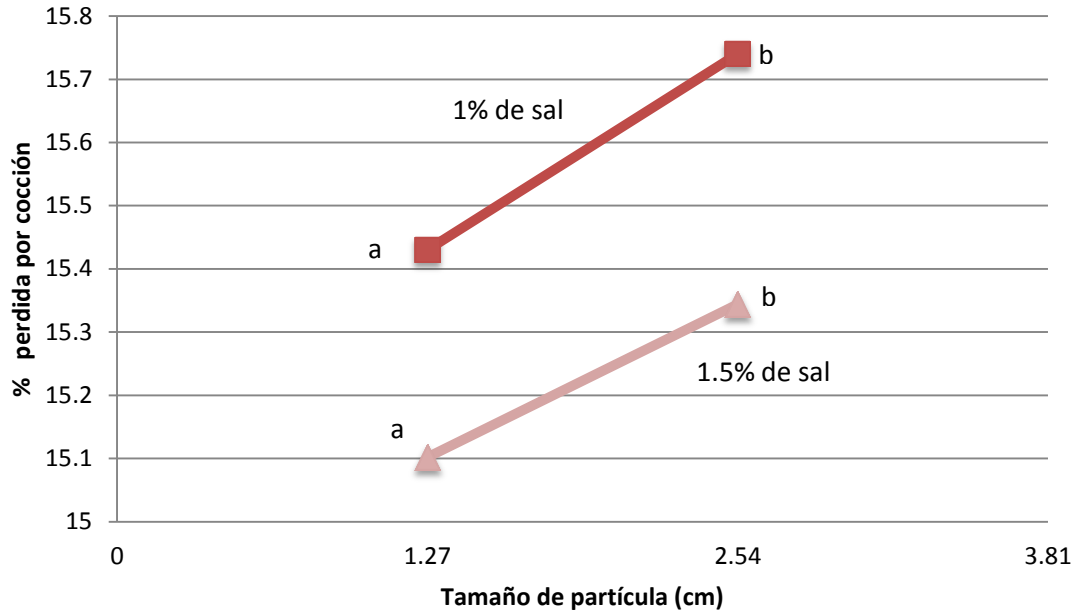


Figura 4. Interacción entre tamaño de partícula y concentración de sal para la variable pérdida por cocción (%).

a –b: letras distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

La jugosidad es uno de los atributos de mayor importancia en la aceptación del producto, al momento de masticar el producto este libera jugos de la carne que poseen muchos compuestos volátiles, aromáticos responsable del sabor (Xargayó *et al.* 2012). Los datos obtenidos muestran como resultado que existen diferencias significativa con el control en el atributo de jugosidad ( $P > 0.05$ ) en el día 1, quiere decir que los tratamientos con molienda y transglutaminasa en su proceso fueron más jugosos que el músculo entero, la enzima transglutaminasa permite aumentar la CRA (Pietrasik y Li-Chan 2002).

Los datos obtenidos en el día 7 muestran similitud teniendo la menor jugosidad el control. Comparando la jugosidad de los días 1 y 7 muestra diferencia debido a la pérdida en cocción (Cuadro 10). Los consumidores no lograron identificar ninguna diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) para los atributos afectivos de sabor y color.

El promedio de las medias para el atributo jugosidad es de 7.5 para la carne reestructurada acercándose a “me gusta mucho”, para el control es de 6.7 acercándose a “me gusta moderadamente” en una escala hedónica de 9 puntos. Estos resultados indican que el consumidor acepta en el atributo jugosidad más a la carne reestructurada que al control de músculo entero (Cuadro 11).

Cuadro 11. Medias del atributo jugosidad de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Conc. de sal (%)	Jugosidad	
				DÍA 1 Media±DE <sup>ε</sup>	DÍA 7 Media±DE <sup>ε</sup>
1	1.27	0.5	1.0	7.58±1.06 a (x)	7.23 ± 1.30 a b (y)
2	1.27	1.0	1.5	7.45±1.11 a (x)	7.46 ± 1.02 a (x)
3	1.27	0.5	1.5	7.46±1.10 a (x)	7.14 ± 1.17 a b (x)
4	1.27	1.0	1.0	7.68±1.02 a (x)	7.26 ± 1.23 a b (y)
5	2.54	0.5	1.0	7.59±1.06 a (x)	7.17 ± 1.28 a b (y)
6	2.54	1.0	1.5	7.46±1.19 a (x)	7.34 ± 1.46 a (x)
7	2.54	0.5	1.5	7.62±1.07 a (x)	8.06 ± 1.29 a b (y)
8	2.54	1.0	1.0	7.46±1.33 a (x)	7.21 ± 1.13 a b (x)
control	entero	0.5	1.0	6.87±1.38 b (x)	6.76 ± 1.40 b (x)
CV <sup>§</sup> (%)				15.43	17.25

§Concentración

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

a -b: medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

<sup>§</sup>CV: Coeficiente de variación

Escala: 1 “me disgusta extremadamente”- 9 “me gusta extremadamente”

Los resultados del atributo de apariencia de la evaluación sensorial demostraron que no existen diferencias significativas dentro del día 1 esto demuestra que los consumidores no detectaron. Visualmente la diferencia de un músculo entero con los tratamientos que son molidos, siendo esto muy satisfactorio para la industria cárnica ya que se puede vender un producto cárnico reestructura y el consumidor no diferencia con el músculo entero. Los tratamientos se mantuvieron en una escala de entre 7 -8 que es equivalente a “Me agrada moderadamente” y “Me agrada mucho” Sin embargo en el día 7 los tratamientos son significativamente diferentes (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medias del atributo apariencia de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Concentración de sal (%)	Apariencia	
				DÍA 1 Media ± DE <sup>ε(NS)</sup>	DÍA 7 Media ± DE <sup>ε(NS)</sup>
1	1.27	0.5	1.0	6.64 ± 1.40 a	6.54 ± 1.29 b
2	1.27	1.0	1.5	7.01 ± 1.23 a	6.82 ± 1.31 a b
3	1.27	0.5	1.5	6.93 ± 1.40 a	6.66 ± 1.39 a b
4	1.27	1.0	1.0	6.83 ± 1.38 a	6.79 ± 1.33 a b
5	2.54	0.5	1.0	6.73 ± 1.59 a	7.03 ± 1.25 a b
6	2.54	1.0	1.5	6.70 ± 1.28 a	7.12 ± 1.19 a
7	2.54	0.5	1.5	6.78 ± 1.22 a	6.86 ± 1.22 a b
8	2.54	1.0	1.0	6.85 ± 1.39 a	6.80 ± 1.24 a b
control	entero	0.5	1.0	6.88 ± 1.56 a	6.80 ± 1.30 a b
CV <sup>¥</sup> (%)				20.14	18.81

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

NS: Medias en filas no difieren estadísticamente (P>0.05).

a -b: medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

<sup>¥</sup>CV: Coeficiente de variación

Escala: 1 “me disgusta extremadamente”- 9 “me gusta extremadamente”

En los análisis de evaluación sensorial en el atributo de aceptación general (Cuadro 13) se demostró que no hay diferencias significativas dentro del día 1 (P<0.05), los consumidores aceptan el producto reestructurado igual que el músculo entero (control). Sin embargo, en el día 7 el control es el menos aceptado por los consumidores. Este resultado es muy favorecedor para la industria cárnica, debido a que se puede vender un producto reestructurado y el consumidor le da la misma aceptación que al músculo entero *Rhomboideus*.

Cuadro 13. Medias del atributo de aceptación general de los tratamientos de las carnes de cerdo reestructuradas con dos niveles de sal, masajeo, tamaño de partícula con transglutaminasa de los días 1 y 7.

TRT	Tamaño de partícula (cm)	Tiempo de masajeo (h)	Concentración de sal (%)	Aceptación General	
				DÍA 1 Media ± DE <sup>ε(NS)</sup>	DÍA 7 Media ± DE <sup>ε</sup>
1	1.27	0.5	1.0	7.41 ± 1.05 (x)	7.16 ± 1.08a b (x)
2	1.27	1.0	1.5	7.35 ± 1.09 (x)	7.39 ± 0.96a (x)
3	1.27	0.5	1.5	7.54 ± 1.00 (x)	7.10 ± 1.10a b (x)
4	1.27	1.0	1.0	7.51 ± 1.09 (x)	7.35 ± 0.99a (x)
5	2.54	0.5	1.0	7.56 ± 1.10 (x)	7.14 ± 1.06a b (y)
6	2.54	1.0	1.5	7.55 ± 1.04 (x)	7.52 ± 1.14a (x)
7	2.54	0.5	1.5	7.49 ± 1.21 (x)	7.17 ± 1.12a b (y)
8	2.54	1.0	1.0	7.12 ± 1.35 (x)	7.29 ± 1.14a b (x)
control	entero	0.5	1.0	7.39 ± 1.01 (x)	6.83 ± 1.34 b (x)
CV <sup>‡</sup> (%)				14.92%	15.35%

<sup>ε</sup>DE: Desviación estándar

NS: Medias en columnas no difieren estadísticamente (P>0.05).

x-y: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).

a -b: medias con letras distintas tienen diferencia significativa según (P<0.05)

<sup>‡</sup>CV: Coeficiente de variación

Escala: 1 “me disgusta extremadamente”- 9 “me gusta extremadamente”

## 4. CONCLUSIONES

- La carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa físicamente es más suave, de color más rojo y presenta menor pérdida de cocción y purga que la carne de músculo entero *Rhomboideus*.
- La reestructuración no presenta efecto en la calidad microbiológica de la carne de cerdo, en el día 7.
- El tiempo de masajeo tiene efecto directo con la purga, a más tiempo de masajeo menor purga. En el caso de terneza, este factor tiene efecto inverso, al igual que la concentración de sal.
- La interacción de la concentración de sal, tiempo de masajeo y tamaño de partícula afecta el color y la pérdida de cocción de los productos reestructurados.
- El producto reestructurado es igualmente aceptado sensorialmente que el músculo entero *Rhomboideus*.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Utilizar recortes de carne de cerdo de diferentes músculos.
- Evaluar el efecto de la transglutaminasa con diferentes concentraciones.
- Evaluar el efecto de menor concentración de sal.

## 6. LITERATURA CITADA

Aberle, D., J. Forrest, D. Gerrard, E. Mills,. 2001. Principles of Meat Science. Estados Unidos. 354p.

Aljawad y Bowers. 1988. Producción animal y gestión de la empresa ganadera. Capacidad de retención de agua 12p.

Almada, C. 2004. Transferencia tecnológica calidad organoléptica de la carne terneza (en línea). Agro y veterinaria. Consultado 22 Sept 2013. Disponible en: [http://www.vet-uy.com/articulos/tecnologia\\_alimentos/050/007/ta007bas.htm](http://www.vet-uy.com/articulos/tecnologia_alimentos/050/007/ta007bas.htm)

Booren, A. M., R.W., Mandigo, D. G., Olson, y K.W., Jones.1981. Effect of muscle type and mixing time on sectioned and formed beef steaks. Journal of Food Science, 46, p 1665–1672.

Codex Alimentarius. 2005. Code of hygienic practice for meat. (en línea). Consultado el 07 de sept de 2013. Disponible en [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)

Faria Reyes, J. F., K., Valero Leal, A. C., Garcia Urdaneta, A., Garcia Urdaneta,M., Allara Cagnasso. sf. Temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad microbiológica de una bebida pasteurizada formulada a base de un concentrado de proteínas de lactosuero y harina de arroz.347p.

Food and Drug Administration (FDA). 2001. BAM: Aerobic Plate Count (en línea). Consultado el 18 de sept de 2013. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM063346>

Garriz, C. 2001. Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos. Producción bovina de carne.Argentina.5p

Hernández Cázares A.S., C., Narciso Gaytan, J., Velasco Velasco, N., Real Luna, A., Contreras Oliva, sf. Ganadería: Control de Calidad de la Carne de cerdo. Córdoba, Veracruz.

Huffman, D.L., y J.C., Cordray. 1979. Restructured fresh meat cuts from chilled and hot processed pork. Journal of Food Science, 44, p 1564–1567.



Knipe, L. sf. Ciencia Básica del Procesado de la Carne (en línea). Consultado el 28 de sept de 2013, disponible en: [meatsci.osu.edu/SpanishBasic.doc](http://meatsci.osu.edu/SpanishBasic.doc)

Mandigo, R.W. 1988. Restructured meats. In R. Lawrie , Developments in meat science-4., journal Elsevier Science Publication. p 297–315

Miranda, M. 2007. Fosfatos en la industria cárnica. Énfasis alimentación (en línea). Consultado el 14 sept de 2013. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7258-fosfatos-la-industria-carnica>

Noble, B.J., S.C., Seideman, N.M., Quenzer, y W.J., Costello. 1985. The effect of slice thickness and mixing time on the palatability and cooking characteristics of restructured beef steaks. *Journal of Food Quality*, 7, p 201–208.

Offer, G. y P., Knight. 1988. The structural basis of water-holding in meat. In Lawrie, R. A. Ed., *Developments in Meat Science-4*. Elsevier Applied Science, London. p173-243.

Pearson, A.M y T.A., Gillett. 1999. *Processed meats*.3 ed. Gaithersburg, Maryland. Aspen publisher.448 p.

Pietrasik, Z. y Li-Chan, E.C.Y. 2002. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. *Food Research International*, 35, p387–396.

Poto, A., López, G., Medina, P., González, J., Lobera, J.B., Martínez, M. y Peinado, B. 2005. The best way to recover the pig breed chato murciano is improving the meat quality of other breeds.

Potter, N.N. y J.H., Hotchkis. 1999. *Ciencia de los alimentos: carne y productos cárnicos*. Trad. B Sanz. 5 ed. Zaragoza, ES. ACRIBIA. 651p.

Schwartz, W.C., y R.W., Mandigo. 1976. Effect of salt, sodium tripolyphosphate and storage on restructured pork. *Journal of Food Science*, 41, p 1266–1269.

Sen, A.R. y S.A., Karim,. 2003. Effect of meat particle size on quality attributes of estructured mutton steaks. *Journal of Food Science and Technology*, 40, p 423–425.

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras. 1999. *Reglamento de Inspección de Carnes y Productos Cárnicos*.

Xargayó, M., J., Lagares, E., Fernández, D., Borrell, G., Juncà. 2012. Spray Marinating a definitive solution of improving meat texture. Technology Department of METALQUIMIA, S.A.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de análisis de evaluación sensorial.

### EVALUACIÓN SENSORIAL DE CARNE DE CERDO

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Se le presentará **3** muestras codificadas de carne de cerdo, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con agua antes y después de cada muestra.
- Evalúe una muestra a la vez.
- Marque con una “X”, según su calificación de acuerdo a los atributos: apariencia, color, textura, jugosidad, sabor y aceptación general.
- Evalúe cada parámetro separadamente

**Muestra** \_\_\_\_\_

	Me desagrada extremadamente	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada poco	Ni me agrada ni me desagrada (neutro)	Me agrada poco	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho	Me agrada extremadamente
<b>ATRIBUTO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Apariencia</b>									
<b>Color</b>									
<b>Textura</b>									
<b>Jugosidad</b>									
<b>Sabor</b>									
<b>Aceptación general</b>									

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

**Muestra** \_\_\_\_\_

	Me desagrada extremadamente	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada poco	Ni me agrada ni me desagrada (neutro)	Me agrada poco	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho	Me agrada extremadamente
<b>ATRIBUTO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Apariencia</b>									
<b>Color</b>									
<b>Textura</b>									
<b>Jugosidad</b>									
<b>Sabor</b>									
<b>Aceptación general</b>									

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

Muestra \_\_\_\_\_

	Me desagrada extremadamente	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada poco	Ni me agrada ni me desagrada (neutro)	Me agrada poco	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho	Me agrada extremadamente
<b>ATRIBUTO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Apariencia</b>									
<b>Color</b>									
<b>Textura</b>									
<b>Jugosidad</b>									
<b>Sabor</b>									
<b>Aceptación general</b>									

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Cuál de las muestras prefiere? Número: \_\_\_\_\_

**Gracias por su colaboración!**