

**Desarrollo de un producto reestructurado a
partir de los músculos *Pectoralis profundi,*
superficialis y *Gracilis***

**Axel Ivani Humberto Poou
Osman Eduardo Ocampo Arriaga**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo de un producto reestructurado a
partir de los músculos *Pectoralis profundus*,
superficialis y *Gracilis***

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

Presentado por

**Axel Ivani Humberto Poou
Osman Eduardo Ocampo Arriaga**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Desarrollo de un producto reestructurado a partir de los músculos *Pectoralis profundus*, *superficialis* y *Gracilis*

**Axel Ivani Humberto Poou
Osman Eduardo Ocampo Arriaga**

Resumen. Con el propósito de dar valor agregado a la carne de res se evaluó la técnica de reestructuración de carne con transglutaminasa. Se utilizaron dos músculos de res *Pectoralis profundus*, *superficialis* y *Gracilis* los cuales se reestructuraron con 2% de transglutaminasa. Se establecieron cinco tratamientos que fueron *Gracilis* reestructurado y control (músculo entero) y *Pectoralis profundus*, *superficialis* reestructurados con y sin grasa y un control (músculo entero). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cinco tratamientos y seis repeticiones (30 unidades experimentales) y medidas repetidas en el tiempo a los 1 y 7 días. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey con probabilidad del 95%. No hubo diferencias en el conteo de coliformes totales y bacterias mesófilas aerobias entre tratamientos. Hubo un incremento del día 1 al 7 en el conteo de coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias y pH para todos los tratamientos. Hubo un descenso en la actividad de agua y en la aceptación del producto en el día 7 debido a la decoloración de la carne reestructurada. En la aceptación del producto no se encontraron diferencias significativas entre el tiempo excepto en el tratamiento de *Pectoralis profundus*, *superficialis* reestructurado sin grasa, el cual fue aceptado mejor entre los músculos *Pectoralis*, e igual que el *Gracilis* control. El tratamiento que percibió una mayor suavidad fue el *Gracilis* reestructurado, además de ser el tratamiento con la mayor aceptación. El uso de transglutaminasa en productos cárnicos reestructurados mejora la terneza sensorial y aceptación de los músculos. Mas investigaciones se deben realizar en la adición de grasa en cortes reestructurados.

Palabras clave: Enzima, transglutaminasa, valor agregado.

Abstract: With the purpose of adding value to low cost meat, restructuring technique with transglutaminase enzyme on *Pectoralis profundus*, *superficialis* and *Gracilis* was done. The beef muscles were restructured with 2% of transglutaminase enzyme. Five treatments were established restructured *Gracilis* and control intact *Gracilis*, the restructured *Pectoralis profundus*, and *superficialis* with and without fat, and the control. A Randomized Complete Block Design (RCB) was used with five treatments and six replicates, for a total of 30 experimental units (EU) using two repeated measures (days one and seven). An analysis of variance and a Tukey mean separation with probability of 95% was used. There were no significant differences in the count of total coliforms and mesophilic aerobic bacteria among treatments, nevertheless there was an increase between day 1 and 7 in the count of total coliforms, mesophilic aerobic bacteria and pH levels. There was a decrease in water activity and product acceptance on day 7 due to the discoloration of restructured meat products. Product acceptance showed no significant differences among days, except for the treatment *Pectoralis profundus*, and *superficialis* without fat. The treatment that perceived the greatest tenderness and acceptance was the restructured *Gracilis*. The use of transglutaminase provided added value to meat products

Key words: Added value, transglutaminase, restructuring.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	26
5. RECOMENDACIONES.....	27
6. LITERATURA CITADA.....	28
7. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos realizados.....	4
2. Separación de medias y desviación estándar (DE) de pH en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	9
3. Separación de medias y desviación estándar (DE) de textura en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	11
4. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable L en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	12
5. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable a* en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	13
6. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable b* en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	14
7. Separación de medias y desviación estándar (DE) de purga en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	15
8. Separación de medias y desviación estándar (DE) de apariencia en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	16
9. Separación de medias y desviación estándar (DE) de evaluación sensorial de color para los tratamientos medidos a través del tiempo.....	17
10. Separación de medias y desviación estándar (DE) de jugosidad en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	18
11. Separación de medias y desviación estándar (DE) de olor en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	19
12. Separación de medias y desviación estándar (DE) de sabor en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	20
13. Separación de medias y desviación estándar (DE) de suavidad en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	21
14. Separación de medias y desviación estándar (DE) de aceptación general en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	22
15. Separación de medias y desviación estándar (DE) de coliformes totales en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	23
16. Separación de medias y desviación estándar (DE) de bacterias mesófilas aerobias en los tratamientos medidos a través del tiempo.....	24

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de productos reestructurados.	4
2. Separación de medias y desviación estándar (DE) de actividad de agua en los tratamientos medidos a través del tiempo.	10
3. Preferencia de los consumidores medidos a través del tiempo	25
Anexos	Página
1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación.	32
2. Correlaciones entre variables	34

1. INTRODUCCIÓN

La carne es un tejido muscular de origen animal utilizado para la alimentación humana, cosechado bajo condiciones higiénicas. La carne forma la estructura de una canal, recubriendo los huesos, grasa, tendones cartílagos, entre otros (Camarero 2006). La carne es compoene en su mayoría por agua, además de poseer proteína de alta calidad ya que tiene todos los aminoácidos esenciales, minerales, grasas, es rica en vitamina B12 y hierro, además de poseer pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO 2016b).

En Honduras la industria de carne de res no ha podido recuperar el nivel de hato que tenía hace ocho años. Beneficiada por los buenos precios en el mercado se ha mantenido estable, con un aumento de 5% a fin de año (Espinoza 2013). El poco aprovechamiento de los cortes de bajo valor comercial es uno de los mayores problemas para la industria cárnica de res. Para tener un mayor aprovechamiento de los cortes de bajo valor comercial se realiza un proceso denominado reestructuración. La reestructuración es un proceso que se realiza para desarrollar un producto parecido a un músculo intacto (Salinas 2007). La reestructuración se basa en la producción de cortes cárnicos de primera calidad a partir de cortes como el bíceps femoral o largo vasto. También se usan cortes de menor calidad que son más baratos como la paleta y los músculos que rodean a la paleta (Márquez *et al.* sf).

Entre las formas de reestructuración se encuentran el uso de proteínas como fibrinógeno-trombina (FT), sales, y enzimas como la transglutaminasa (TG). El uso del compuesto fibrinógeno-trombina, es proteína 100% natural la cual se extrae del plasma de los bovinos de cosecha. El uso de fibrinógeno-trombina en productos cárnicos ha sido aprobado por USDA (United States Department of Agriculture), FDA (Food and Drug Administration) y CFIA (Canadian Food Inspection Agency), con una adición no mayor al 10%, el cual debe declararse en la etiqueta (Romero 2014).

La reestructuración consiste en la reducción de los cortes cárnicos y luego mezclarlos con sales para lograr extraer la proteína, luego embutirla a presión en moldes, para darle la forma deseada y obtener productos de alto valor. Con esto se les agrega valor a cortes de menor calidad y permite tener mayor cantidad de cortes ya que se le da la forma y tamaño que uno desee. Además de facilitar la preparación y regular el contenido de grasa. Cabe recalcar que no todos los cortes se pueden reestructurar, los cortes que tengan un alto contenido de tejido conectivo no pueden ser reestructurados (Ruiz *et al.* 2001).

La TG puede ser producida mediante la fermentación de la levadura *Streptomyces mobaraensis* o se puede extraer de la sangre de animales destinados para consumo humano (Rocha 2009). La TG es una enzima usada como estabilizador, cataliza reacciones proteína-proteína, proteína-aminoácidos y mejora las características de las

proteínas en textura, sabor y vida de anaquel. La TG trabaja en un rango de pH de 5 a 8, también tiene una alta estabilidad térmica cerca de los 50 °C, lo cual mejora los alimentos ya que la desactivación de sus proteínas se realiza con mayor dificultad. La actividad de la TG es más rápida a menores temperaturas. Cabe recalcar que la TG microbiana no requiere de iones de calcio (Ca^{2+}) a diferencia de la TG proveniente de mamíferos que, sí requiere de iones de calcio, por ende, la TG microbiana tiene mayor aplicación en los alimentos (Grajales *et al.* 2004).

La ventaja de la utilización de TG microbiana es que se le da mayor estabilidad a productos cárnicos sin necesidad de añadirle altas concentraciones de NaCl o fosfatos. En la sangre se encuentra la TG de mamíferos que es dependiente de iones de calcio. La agregación de TG microbiana a productos cárnicos reestructurados mejora la estabilidad en temperaturas de refrigeración (Marquéz *et al.* 2008).

La reestructuración de la carne tiene como ventaja modificar la composición del músculo, a través de la aplicación de tratamientos y reformulación de los productos por la adición de ingredientes deseados. Desde este punto se pueden incorporar o eliminar algunos ingredientes, por lo tanto, modificar las propiedades fisicoquímicas de los productos cárnicos además de enriquecer y hacer más disponibles ciertos compuestos beneficiosos para la salud humana (Moreno 2010). Otra ventaja es que a partir de cortes sin valor se obtiene un producto final con un valor agregado, reduciendo mermas y logrando un mejor aprovechamiento de la carne, también mejora la textura del producto, aporta mayor jugosidad y aumenta la capacidad de retención de agua (Tecnoalimenti S.R.L. 2010). Basado en lo anterior los objetivos para este estudio fueron:

- Desarrollar un producto reestructurado con la enzima transglutaminasa a partir de los músculos *Pectoralis profundus*, *superficialis*, y *Gracilis*.
- Evaluar las características físico químicas, microbiológicas, y sensoriales de la carne reestructurada con la enzima transglutaminasa.
- Establecer la aceptación de los atributos sensoriales en la carne reestructurada con la enzima transglutaminasa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. La elaboración de la carne reestructurada y la toma de datos de purga se realizaron en la Planta de Cárnicos. El análisis físico de textura, los análisis químicos de actividad de agua (Aw) y pH se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. Los análisis microbiológicos para coliformes totales (CT) y bacterias mesófilas aerobias (BMA) se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos. El análisis sensorial de aceptación y preferencia se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Todas estas dependencias son parte de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicadas a 30 km al Este de Tegucigalpa, en el departamento Francisco Morazán, Honduras.

Obtención de materia prima. La carne de res utilizada en el procesamiento de la carne reestructurada fue proveída por la Planta de Cárnicos de Zamorano un día después de la cosecha. Los animales cosechados fueron vacas de raza Holstein y Pardo Suizo entre 25-30 meses de edad. La enzima TG microbiana fue solicitada a la empresa ASEAL de Honduras, localizada en la ciudad de Tegucigalpa.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo (MRT) donde se establecieron cinco tratamientos con seis repeticiones para un total de 30 unidades experimentales. Los análisis físico-químicos, microbiológicos, y sensoriales se realizaron a los días uno y siete para evaluar su efecto a través del tiempo.

Análisis estadístico. Para los análisis estadísticos se utilizó el Statistical Analysis System (SAS[®]) versión 9.4. Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un modelo lineal general (GLM, (General Lineal Model)) y separaciones de medias Tukey y medias ajustadas LSMEANS para determinar el efecto del tiempo en los tratamientos evaluados. También se realizó un análisis de residuales y se eliminaron las observaciones fuera de tipo o “outliers” que se presentaron. Además, se utilizó la función arcoseno, para convertir los valores de porcentaje de purga a valores adimensionales para poder obtener diferencias entre las medias. Se utilizó Chi Cuadrado para determinar la preferencia de los consumidores hacia los tratamientos.

Tratamientos. La descripción de los tratamientos se muestra en el Cuadro 1., fueron *Pectoralis profundis*, *superficialis* de res reestructurado sin grasa (PSG), *Pectoralis profundis*, *superficialis* reestructurado con grasa (PCG), y *Gracilis* reestructurado (GRE). La enzima TG fue agregada a los tratamientos reestructurados en una cantidad equivalente al 2% del peso total de la carne a reestructurar. Los tratamientos se compararon con dos controles a los cuales no se les realizó ningún cambio, siendo estos los músculos *Pectoralis profundis*, *superficialis* (PCC), y *Gracilis* (GCC)

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos realizados.

Tratamiento	Abreviatura
<i>Pectoralis profundis</i> , y <i>superficialis</i> reestructurado sin grasa	PSG
<i>Pectoralis profundis</i> , y <i>superficialis</i> reestructurado con grasa	PCG
<i>Pectoralis profundis</i> , y <i>superficialis</i> control	PCC
<i>Gracilis</i> reestructurado	GRE
<i>Gracilis</i> control	GCC

Flujo de proceso. Para la elaboración de los tratamientos primero se cosecharon las reses siguiendo todos los parámetros de inocuidad y se almacenaron a 4 °C por 24 h. Se despostaron las canales para luego pesar la materia prima. Se procedió a moler la carne en un molino utilizando un disco de riñón (300 3HK TRIUMPH). Se adicionó la enzima TG en una cantidad equivalente al 2% de la masa cárnica a reestructurar y se mezcló manualmente para lograr una mejor distribución de la enzima en la matriz cárnica a reestructurar. Se moldeó la matriz en bolsas de vacío para darle una forma rectangular a la matriz cárnica para posteriormente almacenar el producto en un cuarto frío a 4 °C por 24 horas como se puede observar en la Figura 1.

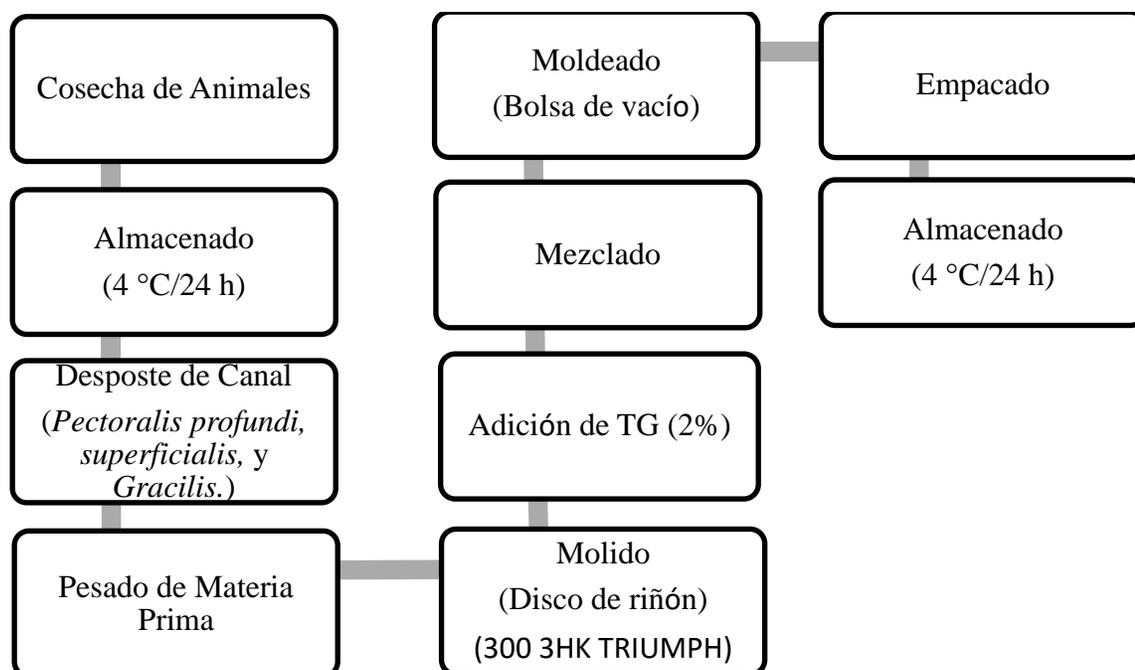


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de los productos reestructurados a partir de los músculos *Pectoralis profundis*, *superficialis*, y *Gracilis*.

Purga. Se midió al día uno y siete para los cinco tratamientos. Se determinó la purga por el pesado inicial de 1000 ± 2 g del producto reestructurado y se anotó el peso, posteriormente el producto se secó con papel toalla y se volvió a pesar obteniendo la purga en porcentaje mediante la diferencia de pesos obtenida. Se realizó el mismo procedimiento para la medición de la purga en el día 7 y se calculó la purga porcentualmente mediante la diferencia de pesos. Para calcular la purga porcentualmente se utilizó la ecuación 1:

$$\frac{\text{Peso inicial de la muestra} - \text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100 \quad [1]$$

Color. El color de todos los tratamientos se midió utilizando la aplicación Color Assist obteniendo valores RGB. Para el análisis de color se cortó el producto en cuadros de 6×6 cm y se realizaron tres lecturas para cada uno de los tratamientos. Los valores RGB fueron transformados a valores $L^*a^*b^*$. Las mediciones de color para cada tratamiento se realizaron en los días uno y siete respectivamente.

Textura. La textura fue medida con el equipo Instron utilizando un acople de guillotina para medir la fuerza de corte en Newton. Las muestras de los tratamientos fueron cortadas en dimensiones de 1.3 cm de ancho \times 1.3 cm de grosor a una velocidad de 200 mm/s. Se tomaron tres lecturas por tratamiento en el día uno y siete.

Potencial de hidrogeno (pH). Los datos de pH se midieron utilizando el potenciómetro Orión 3 Star Thermo Scientific. Se utilizó un acople de aluminio para realizar tres mediciones en lugares diferentes para cada uno de los tratamientos. Las mediciones se realizaron en el día uno y siete respectivamente.

Actividad de agua (Aw). Los datos de Aw fueron tomados utilizando el equipo Aqua Lab. Se calibro el equipo con el estándar Aw 0.984 debido a que la carne de res posee una Aw entre 0.98 – 0.99 (Restrepo *et al.* 2001). Se cortaron las muestras en porciones pequeñas hasta llenar la mitad del recipiente. Se realizaron tres mediciones de Aw para cada tratamiento tanto en el día uno y siete.

Análisis microbiológicos. Se comenzó preparando la solución de buffer de fosfato a ser utilizada en la dilución de las muestras de todos los tratamientos. Se prepararon 3300 mL de solución de buffer para todas las muestras, mezclando 1.25 mL de solución madre para cada 1000 mL de agua destilada. Se vertieron 90 mL de buffer en 30 frascos de vidrio, y 9 mL de buffer en 90 tubos de ensayo. El buffer se esterilizó en la autoclave a 120 °C por 15 min a 120 PSI. Se esterilizaron cuchillos y cubiertos para el pesado de las muestras. Para el procesamiento, se esterilizaron pipetas de 2 y 5 mL envueltas en papel a 121 °C por 20 min a 120 PSI. A todos los materiales se les colocó una cinta testigo para asegurar que se alcanzó la temperatura de esterilización.

Coliformes totales (CT). La presencia de CT fue evaluada utilizando el medio Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) en diluciones 10^0 y 10^{-1} . Se preparó 600 mL de ABRV para las muestras de todos los tratamientos tanto en el día uno como en el día siete. Para la preparación del medio se tomó como referencia la formulación estándar de 41.5 g de medio para 1000 mL de agua destilada. Se realizó la conversión para 600 mL y se pesaron 24.9 g de medio en una balanza Ohaus. Se ajustó el medio a un pH de 7.4 ± 2 para luego ebulir el medio en un matraz Erlenmeyer de 1000 mL, y posteriormente se verificó el pH del medio. Se vació el medio en un frasco estéril y se atempero en un baño maría a 45 °C.

Se pesaron 10 g de muestra para cada tratamiento en una bolsa estéril, se añadió 90 mL de buffer de fosfato y se homogenizó la muestra en el Stomacher por 2 min. Se tomaron 2 mL de la bolsa utilizando una pipeta estéril de 2 mL, se vertió 1 mL en un plato Petri rotulado con la dilución 10^0 y 1 mL en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato obteniendo la dilución 10^{-1} . Se homogenizó el tubo de buffer 10^{-1} por 7 s en el Vortex, se tomó 1 mL con otra pipeta estéril de 2 mL y se vertió en un plato Petri rotulado con la dilución 10^{-1} . Se vertieron 15 mL de ABRV a los platos de ambas diluciones y se homogenizaron con movimientos circulares y laterales. Se dejó enfriar el medio por 5 min para aplicar una segunda capa de 5 mL y se dejó enfriar por 10 minutos. Se incubaron los platos a 35 °C por 24 horas. Se realizó el conteo de CT y se representaron los datos en logaritmo de unidades formadoras de colonia por gramo de la muestra (Log UFC/g).

Bacterias mesófilas aerobias (BMA). La presencia de BMA fue evaluada utilizando el medio Agar Cuenta Estándar (ACE) en diluciones 10^0 , 10^{-1} y 10^{-2} . Se preparó 1400 mL de ACE para las muestras de todos los tratamientos tanto en el día uno como en el día siete. Para la preparación del medio se tomó como referencia la formulación estándar de 23.5 g de medio para 1000 mL de agua destilada. Se realizó la conversión para 1400 mL y se pesaron 32.9 g de medio en una balanza Ohaus. Se ajustó el pH del medio a 7.4 ± 2 para luego ebulir el medio en dos matraces Erlenmeyer de 1000 mL, y posteriormente se verificó el pH del medio. Se vertió el medio en 16 frascos de 90 mL y se esterilizaron en la autoclave a 120 °C por 15 min a 120 PSI. Se atemperó el medio en un baño maría a 45 °C.

Se pesaron 10 g de muestra para cada tratamiento en una bolsa estéril, se añadió 90 mL de buffer de fosfato y se homogenizó en el Stomacher por 2 min. Se tomaron 2 mL de la bolsa utilizando una pipeta estéril de 5 mL, se vertió 1 mL en un plato Petri rotulado con la dilución 10^0 y 1 mL en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato obteniendo la dilución 10^{-1} . Se homogenizó el tubo de buffer 10^{-1} por 7 s en el Vortex. Se tomaron 2 mL con una pipeta estéril de 5 mL, se vertió 1 mL en un plato Petri rotulado con la dilución 10^{-1} y 1 mL en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato obteniendo la dilución 10^{-2} . Se homogenizó el tubo de buffer 10^{-2} por 7 s en el Vortex, se tomó 1 mL con una pipeta estéril de 2 mL y se vertió en un plato Petri rotulado con la dilución 10^{-2} . Se vertieron 15 mL de ACE a los platos de todas las diluciones y se homogenizaron con movimientos circulares y laterales. Se dejó enfriar el medio por 5 min para incubar los platos a 35 °C por 48 horas. Se realizó el conteo de BMA y se representaron los datos en logaritmo de unidades formadoras de colonia por gramo de la muestra (Log UFC/g).

Análisis sensorial. Para el análisis sensorial se utilizaron 36 panelistas en cada una de las repeticiones sumando un total de 216 panelistas. Se realizó una prueba de aceptación con una escala de 1- 9 siendo 1 “me disgusta extremadamente”, 5 “Ni me gusta/Ni me disgusta” y 9 “me gusta extremadamente”. Se evaluaron los atributos de apariencia, color, jugosidad, olor, sabor, suavidad al masticar y aceptación general. La preferencia se evaluó consultándole a los panelistas el orden de preferencia de las muestras proveídas. Se prepararon todos los tratamientos en bandejas con un código único para cada muestra. Se proporcionó una galleta de soda y agua para neutralizar el paladar entre muestras.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químicos.

Potencial de hidrógeno (pH). El pH es la medida de la acidez del medio. El pH es muy importante para la estabilidad del alimento pues determina el crecimiento de microorganismos. Luego de la muerte del animal el descenso del pH depende del tipo de fibras que hay en el músculo. El pH desciende hasta valores de 5.5 y 5.7 después de pasadas las primeras 12 horas de cosecha. Si las reservas de glucógeno se acaban antes de cosecha el pH no descenderá y tendrá una mayor capacidad de retención de agua (CRA) y carnes más oscuras. Si el glucógeno se acumula en el tejido muscular, tendrá un descenso rápido de pH y tendrá una menor CRA obteniendo carnes más claras (Zimerman sf). Como se muestra en el Cuadro 2 en el día 1 el tratamiento PCC (*Pectoralis profundus*, *superficialis* control) no presentó diferencias significativas con el tratamiento PCG, siendo el PCG igual a todos los tratamientos. En el día 7 no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Se determinó que a través del tiempo sí hubo diferencias significativas ya que en todos los tratamientos hubo un aumento en el pH, esto se atribuye a que hay un incremento en el crecimiento de las bacterias proteolíticas en las etapas finales que degradan las proteínas liberando compuestos nitrogenados (Universidad de Murcia 2011). Los pH obtenidos en el día 1 están por debajo del rango encontrado por Jiménez *et al.* (2003) que fueron entre 5.84 ± 0.04 para productos reestructurados crudos, esto se debe a una mayor producción de ácido láctico durante el *rigor mortis*. Los pH obtenidos en el día 7 están por encima de este rango encontrado por Jiménez y colaboradores (2003) ellos en su estudio reportan que los cambios en el pH dependen del agente de ligazón que se use para reestructurar. Los cambios ligeros en el pH con el estudio de Jiménez y colaboradores se deben a la incorporación de hueso a los productos cárnicos lo cual hace variar el pH del producto final.

Cuadro 2. Separación de medias y desviación estándar (DE) de pH en los tratamientos medidos a través del tiempo.

Tratamiento	pH día 1		pH día 7	
	Media ± DE		Media ± DE	
PSG	5.722 ± 0.0437	a Y	5.871 ± 0.0423	a X
PCG	5.692 ± 0.0396	ab Y	5.877 ± 0.0483	a X
PCC	5.663 ± 0.0677	b Y	5.909 ± 0.0512	a X
GRE	5.732 ± 0.0437	a Y	5.909 ± 0.0421	a X
GCC	5.721 ± 0.0660	a Y	5.891 ± 0.0412	a X
CV (%)	1.032		0.764	

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-c = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Actividad de agua (Aw). La actividad de agua (Aw) de la carne oscila entre 0.98-0.99; siendo favorable para el crecimiento microbiano. La carne y sus derivados son altamente perecederos debido a su alta Aw. Las variaciones de Aw de la carne son relacionadas con la humedad relativa del medio. La conservación de la carne se hace en ambientes secos y fríos que dan una buena inhibición microbiana, pero conlleva una pérdida de masa (Restrepo *et al.* 2001). Se demuestra en la Figura 2 que al día 1 hubo diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento GCC obtuvo una actividad de agua mayor a los demás tratamientos, y se observó que el tratamiento PSG fue el que tuvo la menor Aw sin mostrar diferencias significativas con el tratamiento PCG. Al día 7 se observó que los tratamientos PCC y GRE tuvieron los mayores valores de Aw. Se observó que entre los valores obtenidos en el día 1 y 7 sí existieron diferencias significativas debido a que en todos los tratamientos la Aw disminuyó tal como lo menciona Restrepo *et al.* (2001). La Aw es la medida de agua libre disponible para el crecimiento microbiano (NM State University sf). Según los datos recabados por Romero *et al.* (2009) quienes obtuvieron una actividad de agua entre 0.970 ± 0.003 . Los datos obtenidos en este estudio, muestran una mayor cantidad de actividad de agua. La variación se debe a que la proporción añadida de TG fue de 0.1% y no se mezcló homogéneamente, difiriendo de este estudio en que se añadió una proporción de 2% de TG y se realizó un mezclado homogéneo de la enzima TG.

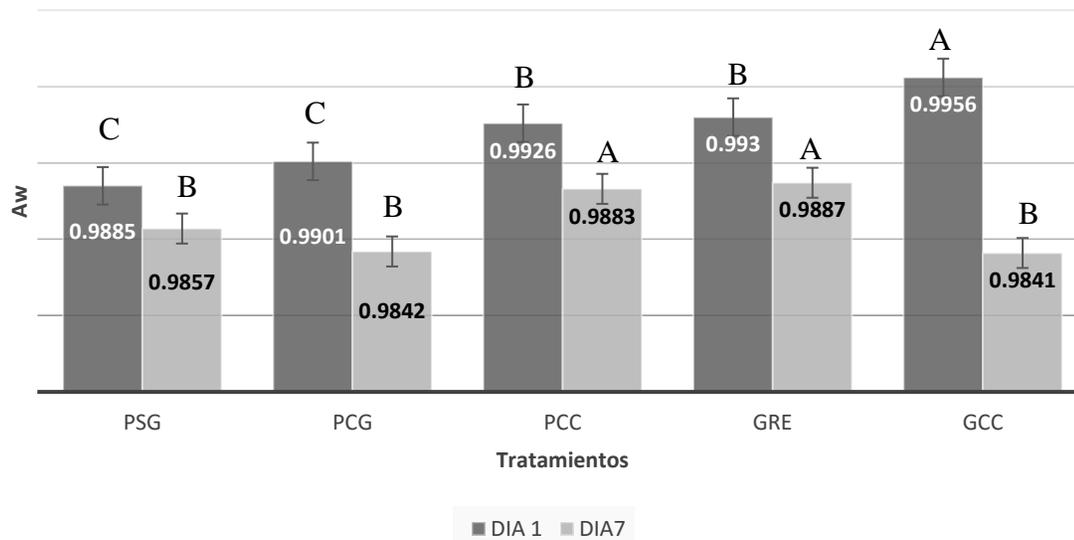


Figura 2. Separación de medias y desviación estándar (DE) de actividad de agua en los tratamientos medidos a través del tiempo.

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

a-c = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

Análisis físicos

Textura. La textura en los productos cárnicos es uno de los criterios que más condiciona su aceptación. En productos reestructurados la textura es uno de los factores más importantes debido a la unión que hay entre partículas. La fuerza de corte es la fuerza necesaria que se debe aplicar en un área para poder separar un producto cárnico (Vigo 2014). La carne a pH alto (≥ 6) es más jugosa y tierna ya que aumenta su capacidad de retención de agua (CRA), aunque la carne posee un color más oscuro (Campo *et al.* sf). En el Cuadro 3 se puede observar que los tratamientos que necesitaron una mayor fuerza de corte al día 1 fueron PCC y PCG. Los tratamientos que requirieron una menor fuerza de corte fueron el PSG y GRE, a ambos tratamientos se les aplico TG. Al día 7 el tratamiento que requirió una mayor fuerza de corte fue el tratamiento PCC y el tratamiento que requirió una menor fuerza de corte fue el tratamiento GRE. Se puede observar que al tratamiento PCC se le necesitó aplicar el doble de fuerza de corte en comparación con los tratamientos PSG y PCG. En los tratamientos GRE y GCC no se encontraron diferencias significativas entre cada uno, se puede notar que el tratamiento GRE necesitó una menor fuerza de corte que el GCC el cual no fue reestructurado. Se encontraron diferencias significativas entre el día 1 y 7 en el tratamiento GCC, en el cual la fuerza de corte en el día 7 fue mayor al del

día 1. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los obtenidos por Gloor y Burgos 2013, quienes reportaron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en textura, pero si reportan una fuerza menor de corte en aquellos tratamientos reestructurados. A diferencia de este estudio se logró hallar diferencias significativas en el día 1 entre el tratamiento (PCC) y el tratamiento PSG. En el día 7 hubo diferencias significativas entre el tratamiento PCC y los tratamientos PSG y PCG ambos fueron reestructurados. Un estudio realizado por Castro-Brionesa *et al.* (2007) muestra que los tratamientos con TG tuvieron niveles más bajos de textura, pero no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con los tratamientos sin TG. Se puede notar que los *Pectoralis profundus*, *superficialis* reestructurados presentan las mismas fuerzas de corte que los *Gracilis* control, lo cual es un gran indicador de que la TG si mejora las cualidades de textura de un músculo. La textura relaciona la cantidad de tejido perimisico que rodea cada haz de fibras y el tamaño de dichos haces. La dureza se mide con relación a tres factores que son la facilidad de los dientes de poder penetrar en la carne, la facilidad con que la carne se puede fragmentar y la cantidad de residuo de carne que queda luego de la masticación. La dureza de la carne va a depender de la duración del rigor mortis y las condiciones ante y postmortem (Amerling sf).

Cuadro 3. Separación de medias y desviación estándar (DE) de textura para los tratamientos medidos a través del tiempo.

Tratamiento	Textura día 1 (Newton)	Textura día 7 (Newton)
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG	25.722 \pm 23.1215 b X	36.689 \pm 29.4034 b X
PCG	59.500 \pm 47.5129 ab X	37.162 \pm 26.0161 b X
PCC	83.875 \pm 60.5631 a X	77.267 \pm 26.3676 a X
GRE	25.789 \pm 14.0489 b X	18.867 \pm 11.2459 b X
GCC	30.178 \pm 11.2967 b Y	46.300 \pm 15.6939 b X
CV (%)	79.889	52.642

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Color (parámetro L). El color es el atributo más importante al momento de comprar un producto cárnico. El color depende de la cantidad y estado de la mioglobina. La coordenada L se relaciona con la valoración visual del consumidor, ya que depende del pH, CRA, contenido de grasa y humedad. Al entrar en contacto la mioglobina con oxígeno forma la oximioglobina dándole un color rojo brillante a la carne y en ausencia de oxígeno se forma la deoximioglobina que le otorga un color rojo oscuro. Luego de un almacenamiento prolongado en presencia de oxígeno se da origen a la metamioglobina que da un color

marrón a la carne. En pH bajos hay una relación con el color principalmente con la luminosidad (L), creando carnes más brillantes (Depetris *et al.* sf). En el Cuadro 4, se observa que en el día 1 el único tratamiento que mostró una tonalidad baja en el parámetro L fue el tratamiento PSG. En el día 7 se puede observar que los controles mantuvieron una luminosidad más alta y que los tratamientos reestructurados tuvieron una tonalidad significativamente más baja. Esto se debe a que los productos reestructurados tienen una decoloración mucho más alta (Chen y Trout 1991). Casi todos los tratamientos tuvieron significancia a través del tiempo con excepción del tratamiento GCC que no tuvo diferencias significativas entre días. En el estudio de Rodríguez (2013) obtuvo valores de 49.02 ± 1.35 lo cual significa que en este estudio se obtuvieron colores con una menor luminosidad a comparación de los obtenidos por Rodríguez en el 2013. Estudio realizado por Vigo (2014) en alpacas muestra valores de $L = 36.17 \pm 2.12$ los cuales están más cercanos a los valores obtenidos en este estudio.

Cuadro 4. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable L de los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	L día 1	L día 7
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG	28.740 \pm 2.0173 c X	27.984 \pm 2.8951 b Y
PCG	32.843 \pm 2.2609 ab X	29.405 \pm 2.1042 b Y
PCC	34.868 \pm 2.9694 a X	32.813 \pm 2.7237 a Y
GRE	32.176 \pm 3.5858 ab X	27.475 \pm 1.8888 b Y
GCC	32.677 \pm 2.3527 ab X	31.767 \pm 2.0116 a X
CV (%)	7.952	7.589

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Color (parámetro a*). La coordenada a* se relaciona con las coloraciones rojas debido el contenido de mioglobina de la carne (Onega 2003). En el Cuadro 5 se observa que en el día 1 el único tratamiento con una tonalidad significativamente más roja fue el tratamiento PSG, los demás tratamientos tuvieron una tonalidad menor. En el día 7 todos los tratamientos tuvieron una tonalidad mucho más roja con excepción del tratamiento PCC. Se observa que en todos los tratamientos hubo diferencias significativas entre el día 1 y 7, ya que todos los tratamientos mostraron una tonalidad más roja en el día 7. Según Rodríguez 2013 se obtuvo valores de a* iguales a 5.32 ± 0.26 por lo que se puede concluir que en este estudio se obtuvieron colores más rojizos y que a medida del paso del tiempo también se obtuvieron coloraciones más rojizas. Según Vigo 2014 obtuvo valores de 11.31 en la escala a* los cuales se asimilan más a los obtenidos en este estudio.

Cuadro 5. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable a* de los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	a* día 1	a* día 7
	Media ± DE	Media ± DE
PSG	18.558 ± 3.0050 a Y	30.620 ± 4.0201 a X
PCG	15.854 ± 2.2747 b Y	32.171 ± 2.1224 a X
PCC	14.212 ± 3.2369 b Y	25.019 ± 4.3688 b X
GRE	14.451 ± 4.5754 b Y	33.567 ± 3.8043 a X
GCC	14.660 ± 1.9778 b Y	31.345 ± 3.4040 a X
CV (%)	14.322	12.070

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día (P < 0.05).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo (P < 0.05).

Color (parámetro b*). El color es uno de los factores más importantes para la aceptación de un producto alimenticio por parte de los consumidores. En los productos cárnicos juega un papel importante ya que da una idea de la calidad de las materias primas y de los procesos de elaboración, almacenamiento y conservación. En los productos reestructurados la decoloración es el mayor problema, disminuyendo la aceptabilidad por parte de los consumidores (Serrano 2006). El Cuadro 6 muestra que al día 1 los tratamientos PSG y PCG tuvieron valores mayores a los demás tratamientos en el parámetro b*. En el día 7 se puede observar que el único tratamiento con una diferencia significativa menor en el parámetro b* fue el del GCC. El único tratamiento que mostró diferencias significativas a través del tiempo fue el tratamiento GRE. Según Rodríguez 2013 los valores obtenidos para la coordenada b* fueron de 16.26 ± 0.27 los cuales fueron mayores a los obtenidos en este estudio. Vigo 2014 obtuvo valores en $b^* = 13.34$. Vigo y Rodríguez obtuvieron tonalidades más amarillas a las hallados en este estudio. De acuerdo al color la agregación de la enzima TG sí afecta el color de la carne sobre todo en la coordenada L, en la cual se obtuvo mayor variabilidad de datos, de acuerdo a la coordenada a* solo se obtuvo cambios entre el día 1 y 7 debido a como menciona Serrano (2006) la decoloración es el mayor problema es los productos reestructurados. La coordenada b* no se vio afectada por la agregación de TG.

Cuadro 6. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable b* en los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	b* día 1	b* día 7
	Media ± DE	Media ± DE
PSG	11.327 ± 1.9522 a X	10.175 ± 3.9169 ab X
PCG	11.807 ± 2.4002 a X	11.491 ± 3.7964 a X
PCC	8.781 ± 2.5521 b X	11.194 ± 4.1268 a X
GRE	9.016 ± 1.8137 b Y	11.139 ± 3.2572 a X
GCC	8.290 ± 1.8684 b X	7.104 ± 2.4319 b X
CV (%)	19.301	33.932

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Purga. La sinéresis o purga es aquel proceso en el cual un producto en este caso carne de res desprende o pierde agua, lo cual se ve reflejado en el fondo del empaque. El crecimiento bacteriano se ve favorecido con esta pérdida de agua del producto (Ramirez 2009). El Cuadro 7 muestra que en el día 1 no hubo diferencias significativas entre tratamientos respecto a la purga. En el día 7 se observa que los tratamientos control PCC y GCC tuvieron una mayor purga que los tratamientos reestructurados. Los tratamientos tuvieron una menor purga que los reportados por Serrano *et al.* 2003 que reporta purga entre 0.51 a 13.22% en el día 2 y en el día 6 reporta purga entre 0.70 a 13.22%. Estas variaciones se deben a que ellos utilizaron una cantidad de 28 g de TG en 4000 g de carne equivalente a un 0.7% y en este estudio se utilizó una relación de 2% de TG/carne. Se puede notar que únicamente dos tratamientos tuvieron diferencias significativas a través del tiempo y fueron los tratamientos PCG y GCC. Al igual que Serrano *et al.* 2003 los tratamientos que fueron reestructurados con TG no presentaron diferencias significativas en el día 1 y 7.

Cuadro 7. Separación de medias y desviación estándar (DE) de purga en porcentaje en los tratamientos medido través del tiempo.

Tratamiento	Purga (%) día 1	Purga (%) día 7
	Media \pm DE (NS)	Media \pm DE
PSG	0.2024 \pm 0.0233 a X	0.3630 \pm 0.0667 b X
PCG	0.2106 \pm 0.0113 a Y	0.3700 \pm 0.0347 b X
PCC	0.2108 \pm 0.0653 a X	1.0011 \pm 0.3757 a X
GRE	0.2078 \pm 0.0286 a X	0.3764 \pm 0.0900 b X
GCC	0.2958 \pm 0.1800 a Y	1.4994 \pm 1.2269 a X
CV (%)	31.296	28.880

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Análisis sensorial

Apariencia. Para la evaluación sensorial se aplicó la escala hedónica de 9 puntos que es usada especialmente para medir la preferencia, aceptación y demás factores de un producto bajo la escala de 1 (extremadamente desagradable), 5 (ni agradable ni desagradable) y 9 (altamente agradable) (Ibáñez y Barcina 2001).

La apariencia visual es muy importante es un producto reestructurado. Cuando el producto es crudo el color deber ser rojo brillante parecido al del músculo intacto y debe tener una distribución uniforme de la grasa, buena textura y buena ligazón. La ligazón es determinada por los trozos de partículas de carne pequeños en las cuales la proteína exudada llega a formar una masa ligante o aglutinante (Beldarrain 1999). El Cuadro 8 muestra que al día 1 los panelistas no encontraron diferencias significativas en la apariencia. En el día 7 los panelistas encontraron una mejor apariencia en el tratamiento GRE y una menor preferencia por tratamiento PCG. Los tratamientos PSG y PCC mostraron diferencias significativas a través del tiempo.

Cuadro 8. Separación de medias y desviación estándar (DE) de apariencia para los tratamientos medidos a través del tiempo.

Tratamiento	Apariencia día 1	Apariencia día 7
	Promedio ± DE	Promedio ± DE
PSG	6.961 ± 1.2399 a X	6.694 ± 1.3164 bc Y
PCG	6.731 ± 1.1781 a X	6.542 ± 1.2581 c X
PCC	6.972 ± 1.1819 a X	6.721 ± 1.1911 abc Y
GRE	6.984 ± 1.2171 a X	7.058 ± 1.2255 a X
GCC	7.056 ± 1.1511 a X	6.937 ± 1.1032 ab X
CV (%)	16.764	17.697

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Color. El color de la carne como ya se mencionó anteriormente se debe a la mioglobina que es usada en el músculo para el almacenamiento de oxígeno. Dependiendo de la especie, raza y edad del animal la concentración y cantidad de mioglobina va variar como por ejemplo la carne de res tiene más mioglobina que la carne de puerco por esa razón la carne de res es más roja. A medida que el animal envejece la concentración de mioglobina aumenta. El hierro presente en la mioglobina es el responsable del cambio de color (Knipe sf). El Cuadro 9 muestra que al día 1 los panelistas tuvieron una mejor percepción de color en el tratamiento GCC y una menor preferencia hacia el tratamiento PCG. En el día 7 hubo una mejor percepción de color en el tratamiento GRE y una menor percepción de color en el tratamiento PCG. Únicamente en los tratamientos GCC y PCC hubo diferencias significativas a través del tiempo.

Cuadro 9. Separación de medias y desviación estándar (DE) de evaluación sensorial de color para los tratamientos medidos a través del tiempo.

Tratamiento	Color día 1	Color día 7
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG	6.884 \pm 1.0867 ab X	6.761 \pm 1.2161 ab X
PCG	6.748 \pm 1.0794 b X	6.600 \pm 1.2223 b X
PCC	6.967 \pm 1.1605 ab X	6.721 \pm 1.1254 ab Y
GRE	7.005 \pm 1.1599 ab X	7.015 \pm 1.2005 a X
GCC	7.076 \pm 1.0521 a X	6.801 \pm 1.1202 ab Y
CV (%)	15.847	16.942

PSG = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Jugosidad. La jugosidad es una variable directamente proporcional de la cantidad de agua retenida y el contenido de lípidos que tenga el producto cárnico, al tener más de cualquiera de estas variables incrementa su jugosidad. Al tener una mayor jugosidad se incrementa el sabor, además que al contener mayor cantidad de agua contribuye a la blandura de la carne haciéndola más fácil de consumir. Las pérdidas de agua se deben a la evaporación y goteo por lo tanto, hay pérdida de jugosidad. Por otro lado, el envejecimiento *post-mortem* de la carne aumenta la jugosidad ya que incrementa su retención de agua (FAO 2016a). El Cuadro 10 muestra que en el día 1 los panelistas sintieron que el tratamiento GRE tenía una mayor jugosidad y que el tratamiento con la menor jugosidad era PCC. En el día 7 al igual que el día 1 los panelistas tuvieron una mayor preferencia hacia el tratamiento GRE y una menor hacia el tratamiento PCC. A través del tiempo hubo diferencias significativas únicamente en los tratamientos PSG y PCC. El tratamiento PSG obtuvo la misma jugosidad que los tratamientos GCC y GRE reflejando que la reestructuración con TG mejoró la jugosidad del músculo *Pectoralis profundi*, y *superficialis* siendo un músculo con una textura muy dura a tener la misma jugosidad que el GRE y GCC.

Cuadro 10. Separación de medias y desviación estándar (DE) de jugosidad para los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	Jugosidad día 1	Jugosidad día 7
	Media ± DE	Media ± DE
PSG	6.757 ± 1.3235 ab X	6.428 ± 1.4339 b Y
PCG	6.467 ± 1.4047 bc X	6.400 ± 1.3042 b X
PCC	6.241 ± 1.2860 c X	5.889 ± 1.3994 c Y
GRE	7.005 ± 1.2553 a X	7.053 ± 1.1838 a X
GCC	6.801 ± 1.2835 ab X	6.591 ± 1.3261 b X
CV (%)	19.216	19.961

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Olor. La carne presenta un olor ligeramente parecido al ácido láctico comercial cuando se encuentra fresca y cruda. Los compuestos que más predominan en la carne de res son los compuestos cíclicos que tienen nitrógeno y azufre. La aparición de olores y sabores extraños se dan por la conservación prolongada de la carne ya que ocurre la degradación de las proteínas, grasas y la acción de los microorganismos (Amerling sf). Como se puede observar en el Cuadro 11, en el día 1 los panelistas tuvieron una mayor aceptación de olor por el tratamiento GCC y una menor aceptación hacia el tratamiento PCG. En el día 7 el tratamiento preferido fue el GRE y el menos preferido fue el PCC. En los tratamientos GRE y PCG no hubo diferencias significativas a través del tiempo y en los restantes tratamientos si se encontraron diferencias significativas a través del tiempo.

Cuadro 11. Separación de medias y desviación estándar (DE) de olor para los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	Olor día 1	Olor día 7
	Media ± DE	Media ± DE
PSG	6.817 ± 1.2314 ab X	6.394 ± 1.2121 bc Y
PCG	6.670 ± 1.2961 b X	6.417 ± 1.3054 bc X
PCC	6.796 ± 1.1693 ab X	6.319 ± 1.2221 c Y
GRE	6.958 ± 1.1926 ab X	6.830 ± 1.2129 a X
GCC	7.086 ± 1.1843 a X	6.733 ± 1.2719 ab Y
CV (%)	17.459	18.234

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Sabor. El sabor es la sensación combinada entre el gusto y el olor. Para que se desarrollen las reacciones que determinan el sabor de la carne es necesario ser sometida a tratamiento térmico. Algunos precursores del sabor en la carne son aminoácidos, péptidos, azúcares reductores, vitaminas, nucleótidos y los lípidos que juegan un papel importante en el sabor ya que el sabor depende de cada especie y la cantidad de grasa que este tenga (Jara 2007). El Cuadro 12 muestra que el tratamiento con una mayor aceptación de sabor en el día 1 fue el tratamiento GCC y el que tuvo la menor aceptación de sabor fue el tratamiento PCC. En el día 7 los tratamientos que tuvieron una mejor aceptación de sabor por parte de los panelistas fueron el GRE y GCC, el tratamiento con la menor aceptación en el sabor fue el tratamiento PCC. En todos los tratamientos se mostraron diferencias significativas a través del tiempo. Como se puede observar el tratamiento GRE tuvo una aceptación buena en el sabor lo cual concuerda con el estudio realizado por Salinas 2007 que mostro que el sabor de la carne reestructurada si les gusto a los panelistas. En el día 1 se puede observar que el PSG tuvo el mismo sabor que el GCC, pero en el día 7 se puede notar que hubo diferencias significativas entre los dos músculos usados ya que los tratamientos con el mejor sabor fueron los tratamientos de *Gracilis*.

Cuadro 12. Separación de medias y desviación estándar (DE) de sabor para los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	Sabor día 1	Sabor día 7
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG	6.939 \pm 1.2163 ab X	6.105 \pm 1.5731 b Y
PCG	6.640 \pm 1.3318 bc X	6.103 \pm 1.5686 b Y
PCC	6.390 \pm 1.3114 c X	5.860 \pm 1.6590 b Y
GRE	6.968 \pm 1.2980 ab X	6.672 \pm 1.5011 a Y
GCC	7.091 \pm 1.2160 a X	6.597 \pm 1.4029 a Y
CV (%)	18.288	22.716

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Suavidad. La suavidad de la carne se ve afectada por su propia composición y comportamiento posterior a la cosecha. La dureza o suavidad está determinada por la estructura que forman las proteínas, grasa y tejido conectivo, además de la cantidad y calidad de estos componentes (Chacón 2004). Como lo muestra el Cuadro 13., en el día 1 los panelistas percibieron una mayor suavidad en el tratamiento GRE y el que tuvo una menor suavidad fue el tratamiento PCC. En los tratamientos se usaron dos tipos de músculos, el *Pectoralis profundus*, *superficialis* y el músculo *Gracilis*. El tratamiento de *Gracilis* con la enzima TG los panelistas percibieron una mayor suavidad con respecto al *Gracilis* usado como control. En el otro músculo, los panelistas percibieron una mayor suavidad en el tratamiento PSG, luego en el PCG ambos tenían la enzima TG y finalmente al tratamiento que le percibieron una menor suavidad fue el PCC que era el pecho usado como control. En el día 7 los panelistas también percibieron una mayor suavidad en el tratamiento GRE y una menor suavidad en el tratamiento PCC. En ningún tratamiento se encontraron diferencias significativas a través del tiempo. Según un estudio realizado por Ruiz *et al.* 2001, se obtuvo una mayor suavidad en la reestructuración de un bistec a partir de la reducción del tamaño de cortes y el retiro de la mayor cantidad de tejido conectivo. Al igual que en este estudio, los panelistas apreciaron mayor suavidad en los tratamientos reestructurados con la menor cantidad de grasa como lo son el GRE y PSG. La suavidad del tratamiento PSG fue estadísticamente igual al GCC mostrando que la reestructuración mejora la suavidad en el músculo *Pectoralis profundus*, y *superficialis* al mismo nivel de un músculo más suave como lo es el *Gracilis*. El tratamiento PCG no mostró una suavidad aceptable debido a que en el molido de la materia prima la grasa del músculo se fraccionó en partículas de tamaño grande, dando como resultado una sensación de elasticidad en lugar de suavidad.

Cuadro 13. Separación de medias y desviación estándar (DE) de suavidad para los tratamientos medido a través del tiempo.

Tratamiento	Suavidad día 1	Suavidad día 7
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG Ω	6.547 \pm 1.3720 b	6.283 \pm 1.4034 b
PCG Ω	5.868 \pm 1.3557 c	5.805 \pm 1.4805 c
PCC Ω	4.538 \pm 1.6032 d	4.540 \pm 1.4803 d
GRE Ω	7.250 \pm 1.2532 a	7.434 \pm 1.1214 a
GCC Ω	6.556 \pm 1.3480 b	6.445 \pm 1.2920 b
CV (%)	22.514	22.139

PSG = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundi*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

Ω = No existe diferencia significativa a través del tiempo ($P > 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Aceptación general. La aceptación general se encuentra determinada por la relación satisfactoria que se tuvo de las variables sensoriales antes mencionadas (Flores 2013). Tal como se puede observar en el Cuadro 14, en el día 1 los panelistas tuvieron una mayor aceptación general por el tratamiento GRE y una menor aceptación general por el tratamiento PCC. En el día 7 igualmente tuvieron una mayor aceptación general por el tratamiento GRE y una menor aceptación general por el tratamiento PCC. Los panelistas no encontraron diferencias significativas entre el día 1 y 7, excepto para el tratamiento PSG en el cual la aceptación bajo a comparación del día 1. Según el estudio realizado por Gloor y Burgos 2013 no se encontraron diferencias significativas en el día 1 entre los tratamientos reestructurados y los controles, a diferencia de este estudio que si se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En el día 7 al igual que el estudio de Gloor y Burgos 2013 se logró observar que los consumidores prefieren los tratamientos reestructurados con TG. El tratamiento PSG tuvo la misma aceptación general que el GCC, siendo un indicador importante para la reestructuración del *Pectoralis profundi*, *superficialis* ya que se llegó a la misma aceptación general de un músculo de mejor calidad como el *Gracilis*. Se puede observar que el tratamiento PCC tuvo una mala aceptación comparada con los otros tratamientos que fueron reestructurados PSG y PCG los cuales usaron el mismo músculo. La incorporación de grasa en el *Pectoralis profundi*, y *superficialis* no tuvo una buena aceptación por parte de los consumidores. Los resultados obtenidos son de gran importancia para la industria cárnica ya que se puede proveer valor agregado a cortes de menor calidad como los usados en este estudio conociendo que el consumidor otorga una buena aceptación a los productos cárnicos reestructurados.

Cuadro 14. Separación de medias y desviación estándar (DE) de aceptación general para los tratamientos medidos a través del tiempo.

Tratamiento	Aceptación general día 1	Aceptación general día 7
	Media \pm DE	Media \pm DE
PSG	6.784 \pm 1.1170 bc X	6.294 \pm 1.3316 c Y
PCG	6.521 \pm 1.1556 c X	6.297 \pm 1.2697 c X
PCC	6.016 \pm 1.2503 d X	5.715 \pm 1.3090 d X
GRE	7.135 \pm 1.1032 a X	7.132 \pm 1.2153 a X
GCC	7.030 \pm 1.1273 ab X	6.738 \pm 1.2028 b X
CV (%)	16.782	18.876

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

a-b = Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos por día ($P < 0.05$).

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo ($P < 0.05$).

Escala hedónica 1= me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta, 9 = me gusta extremadamente.

Coliformes totales. El Cuadro 15 muestra que los conteos de coliformes totales realizados en los días 1 y 7 respectivamente no presentaron diferencias estadísticas entre los cinco tratamientos, lo que significa que la agregación de la enzima TG y el proceso realizado no afectó la carga microbiana al compararse con los controles. Se encontraron diferencias significativas a través del tiempo en todos los tratamientos produciendo un aumento en el conteo de coliformes totales en todos los tratamientos. Según las normas del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA 1999), los productos cárnicos frescos no deben sobrepasar los 5 log₁₀ UFC/g de coliformes totales. En este estudio todos los tratamientos tanto para el día 1 como día 7 cumplieron con la norma establecida por SENASA.

Cuadro 15. Separación de medias y desviación estándar (DE) de la variable coliformes totales para los tratamientos, medido también a través del tiempo.

Tratamiento	Log 10 día 1	Log 10 día 7
	Media ± DE (NS)	Media ± DE (NS)
PSG	1.876 ± 0.8665 X	3.241 ± 0.3669 Y
PCG	1.673 ± 0.6581 X	3.549 ± 0.4411 Y
PCC	1.823 ± 0.5853 X	3.505 ± 0.6714 Y
GRE	2.000 ± 0.3291 X	3.034 ± 0.4426 Y
GCC	2.225 ± 0.3212 X	3.277 ± 0.6082 Y
CV (%)	23.293	13.866

PSG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundus*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

NS = No existe diferencia significativa entre tratamientos por día (P>0.05)

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo (P < 0.05).

Bacterias mesófilas aerobias. En el Cuadro 16 se observa que en el conteo de bacterias mesófilas aerobias (BMA) no se encontraron diferencias significativas al día 1 y 7 entre los cinco tratamientos. Se encontró diferencias significativas entre el día 1 y 7 habiendo un incremento en el día 7 en el conteo de BMA en todos los tratamientos, esto se debe a la alta actividad de agua que presenta la carne (0.98-0.99) lo cual favorece el crecimiento microbiano (Restrepo *et al.* 2001). Según las normas sanitarias establecidas por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA 1999), establece que los productos cárnicos frescos no deben sobrepasar los 6 log₁₀ UFC/g de bacterias mesófilas aerobias. En este estudio se puede notar que todos los tratamientos tanto para el día 1 como día 7 cumplieron con la norma establecida por SENASA.

Cuadro 16. Separación de medias y desviación estándar (DE) de la variable mesófilos aerobios para los tratamientos, medido también a través del tiempo.

Tratamiento	Log 10 día 1	Log 10 día 7
	Media \pm DE (NS)	Media \pm DE (NS)
PSG	3.342 \pm 0.1395 X	5.569 \pm 0.4067 Y
PCG	3.262 \pm 0.1620 X	5.528 \pm 0.3676 Y
PCC	3.108 \pm 0.2196 X	5.437 \pm 0.3308 Y
GRE	3.319 \pm 0.0960 X	5.521 \pm 0.4385 Y
GCC	3.139 \pm 0.2606 X	5.688 \pm 0.6086 Y
CV (%)	6.043	6.589

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

CV% = Coeficiente de variación.

NS = No existe diferencia significativa entre tratamientos por día (P>0.05)

X-Y = Diferentes letras entre filas indican diferencias significativas por tratamiento a través del tiempo (P < 0.05).

Preferencia. La preferencia se evaluó mediante el análisis estadístico de Chi Cuadrado. Se puede observar en la figura 3, que los consumidores en el día 1 prefirieron el tratamiento *Gracilis* reestructurado seguido del *Gracilis* control, también hubo una mayor preferencia por el tratamiento de *Pectoralis* reestructurado sin grasa que por el reestructurado con grasa, y finalmente el *Pectoralis* control fue el tratamiento que tuvo la menor preferencia por parte de los consumidores. En el día 7 se mostró que la preferencia por el *Gracilis* reestructurado aumento en un 15%; además, cabe recalcar que fue el único tratamiento que aumento su preferencia a través del tiempo, puesto que los restantes cuatro tratamientos bajaron su preferencia. En el día 7 se mantuvo la tendencia de la preferencia del *Pectoralis* reestructurado sin grasa por encima del reestructurado con grasa; nuevamente el tratamiento con la menor aceptación fue el *Pectoralis* control. El *Pectoralis* reestructurado sin grasa llego al mismo nivel de preferencia que el *Gracilis* control.

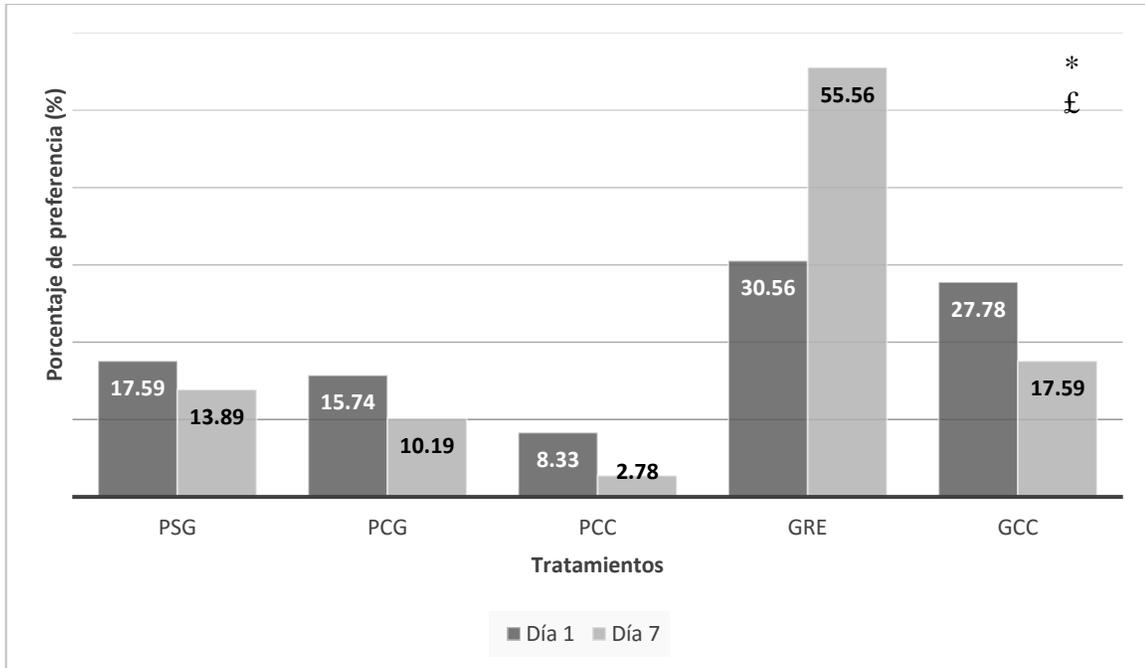


Figura 3. Preferencia de los consumidores medidos a través del tiempo.

PSG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* sin grasa, PCG = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* con grasa, PCC = *Pectoralis profundis*, y *superficialis* control, GRE = *Gracilis* reestructurado y GCC = *Gracilis* control.

* Chi Cuadrado Día 1 Pr < 0.0013

£ Chi Cuadrado Día 7 Pr < 0.0001

4. CONCLUSIONES

- El proceso de reestructurado con transglutaminasa de los músculos *Pectoralis profundus*, *superficialis* y *Gracilis* no afecta la carga microbiológica de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales.
- La reestructuración con transglutaminasa permite reducir la fuerza de corte de un músculo como el *Pectoralis profundus* y *superficialis* a los niveles de terneza de un músculo semi suave como el *Gracilis*.
- Las características físico-químicas de la carne se mejoraron ya que presentaron diferencias estadísticas, excepto en textura que no presento diferencias estadísticas.
- La aceptación por parte de los consumidores fue mayor en los productos reestructurados que en los productos controles y los panelistas no notaron diferencias estadísticas entre el día 1 y 7.

5. RECOMENDACIONES

- Elaborar productos reestructurados a base de otros músculos de bajo valor comercial.
- Elaborar productos reestructurados con la inclusión de grasa de menor tamaño para determinar la aceptación por parte de los consumidores.
- Evaluar las características físico-químicas y microbiológicas de los productos reestructurados luego de ser sometidos a procesos térmicos.
- Comparar las características físico-químicas, microbiológicas, y sensoriales de los productos reestructurados con la enzima transglutaminasa contra otras formas de reestructuración.
- Realizar otros estudios con músculos sin la presencia o con la menor cantidad posible de tejido conectivo.
- Buscar aditivos que eviten la decoloración de la carne reestructurada.

6. LITERATURA CITADA

Amerling sf. Antología. Tecnología de la carne (En línea), Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible:

<https://books.google.hn/books?id=9NweMkWe9VEC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=olor+en+la+carne+de+res&source=bl&ots=LP5y1GpNzW&sig=qLt12oZw-Rv8qe3pUaK5xEpfHEE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiZ4urC6-DPAhXB5yYKHU84AyY4KBD0AQhBMAg#v=onepage&q=olor%20en%20la%20carne%20de%20res&f=false>

Beldarrain 1999. Producto reestructurado (En línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: https://www.ecured.cu/Producto_reestructurado

Camarero, 2006. Manual Didáctico de Cocina Tomo 2. (En línea). Consultado el 4 de julio del 2015. Disponible:

<https://books.google.hn/books?id=i9Is1o4AZ0EC&pg=PA671&dq=definicion+de+que+es+la+carne&hl=es&sa=X&ei=NvCXVcWGM4ydgwTmyJDwCA&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q=definicion%20de%20que%20es%20la%20carne&f=false>

Castro-Brionesa, Velásquez, Salud, Vázquez, Ramirez 2007. CNCT07-07. Determinación de las condiciones óptimas en la reestructuración cárnica de res adicionando transglutaminasa microbiana para el desarrollo de nuevos productos (En línea). Consultado el 18 de octubre del 2016. Disponible: <http://memorias-colquio-carnes-2007.yolasite.com/resources/CNCTC07-07.%20DETERMINACION%20DE%20LAS%20CONDICIONES%20OPTIMAS%20EN%20LA%20REESTRUCTURACION%20DE%20RES%20ADICIONANDO%20TRANSGLUTAMINASA%20MICROBIANA%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20NUEVOS%20PRODUCTOS.pdf>

Chacón 2004. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial (En línea), Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: http://www.mag.go.cr/rev_mesov15n02_225.pdf

Chen y Trout 1991. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez pág. 72 (en línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/far/ucm-t29371.pdf>

Espinoza 201. Industria cárnica espera alza de 50% en el consumo para fin de año (En línea). Consultado el 14 de octubre del 2016. Disponible en: <http://www.laprensa.hn/economia/laeconomia/428829-98/industria-carnica-espera-alza-de-50-en-el-consumo-para-fin-de>

FAO 2016a. Calidad de la carne (En línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad-e-inocuidad-de-la-carne/calidad-de-la-carne/es/>

FAO 2016b. Composición de la carne (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html

Flores 2013. Evaluación sensorial de carne bovina proveniente de animales alimentados con pastos, cocida a la parrilla (En línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1787/3/AGI-2013-T014.pdf>

Gloor y Burgos 2013. Efectos de parámetros de procesamiento y formulación en las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de cerdo reestructurada con transglutaminasa (En línea). Consultado el 18 de octubre del 2016. Disponible: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1818/1/AGI-2013-042.pdf>

Grajales, Hernández, Julián, Martínez, Patraca, Pelayo, 2004. Transglutaminasa (En línea). Consultado el 29 de agosto del 2015. Disponible: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI11315.pdf>

Ibáñez y Barcina 2001. Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones (En línea), Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: <https://books.google.hn/books?id=wiSulMouZ-UC&pg=PA56&lpg=PA56&dq=escala+hedonica+de+9+puntos&source=bl&ots=h1rCW0w20-&sig=Pt-ISbYLDausgcN7LTuEGLGV6MM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJnretieHPAhUGdz4KHbU8Ay84ChDoAQhTMAk#v=onepage&q=escala%20hedonica%20de%209%20puntos&f=false>

Jara 2007. Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faj.37e/doc/faj.37e.pdf>

Jiménez, Serrano, Ayo, Solas, Cofrades, Carballo 2003. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts (En línea). Consultado el 19 de octubre del 2016. Disponible: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/far/ucm-t29371.pdf>

Knipe sf. Ciencia básica del procesado de carne (En línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: <http://es.slideshare.net/AdrinPea/spanish-basic>

Márquez, Arévalo, Barboza, Benítez Rangel y Archile 2008. Estabilidad de productos cárnicos reestructurados crudos con agregado de transglutaminasa y plasma bovino (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000500013

Márquez, Ruiz, Huera-Leidenz, sf. Ganadería mestiza de doble propósito (en línea). Consultado el 4 de julio del 2015. Disponible: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/38298/1/25_capitulo18.pdf

Moreno, 2010. Reestructuración en frío de músculo de pescado mediante la incorporación de alginato sódico y transglutaminasa microbiana (En línea). Consultado el 18 de agosto del 2015. Disponible: <http://eprints.ucm.es/10441/1/T31544.pdf>

NM State University sf. Taller de elaboración segura de carne seca (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <http://aces.nmsu.edu/ces/foodtech/documents/taller-de-carne-seca---manual.pdf>

Onega 2003. Evaluación de calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales (En línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/vet/ucm-t27264.pdf>

Ramírez 2009. Utilización de carne de conejo en la elaboración de una salchicha escaldada (En línea). Consultado el 16 de octubre del 2016. Disponible: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1177.pdf

Restrepo, Arango, Restrepo Digiammarco, Amézquita 2001. Industria de carnes (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <https://decarnes.wikispaces.com/file/view/Libro+de+carnes.pdf>

Rocha, 2009. Fabricación de productos reestructurados (En línea). Consultado el 18 de agosto del 2015. Disponible: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/12210>

Romero 2014. Empleo de sistemas de cohesión en frío para la elaboración de jamón deshuesado curado (En línea). Consultado el 19 de octubre del 2016. Disponible: <http://eprints.ucm.es/24920/1/T35239.pdf>

Romero, Ordoñez, Hoz, Herrero y Cambero 2009. Microbial transglutaminase for cold-set binding of unsalted/salted pork models and restructured dry ham (En línea). Consultado el 19 de octubre del 2016. Disponible: <http://eprints.ucm.es/24920/1/T35239.pdf>

Rodriguez 2013. Producción biotecnológica de transglutaminasa microbiana a partir de hidrolizados de sorgo y maíz y su aplicación en reestructurados cárnicos y pesqueros (En línea). Consultado el 19 de octubre del 2016. Disponible: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12593/produccionbiotecno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, Huerta-Leidenz, Muños, Roman, Márquez-Salas, 2001. Efecto del tipo de corte de carne de res sobre la pérdida por cocción, resistencia al corte y palatabilidad de bistés reestructurados (En línea). Consultado el 28 de agosto del 2015. Disponible: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27450/2/articulo4.pdf>

Salinas, 2007. Desarrollo de un producto reestructurado a partir de carne de res de bajo valor comercial (En línea). Consultado el 18 de agosto del 2015. Disponible: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/631/1/T2492.pdf>

Senasa 1999. Consultado el 16 de octubre 16 2016. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1693/1/AGI-2013-T015.pdf>

Serrano, Cofrades, Jiménez 2003. Transglutaminase as binding agent in fresh freestructured beef steak with added walnuts (En línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/far/ucm-t29371.pdf>

Serrano 2006. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/far/ucm-t29371.pdf>

Tecnoalimenti S.R.L., 2010. Transglutaminasa y alginatos de BDF Natural Ingredients: ventajas de su utilización en productos cárnicos (En línea). Consultado el 18 de agosto del 2015. Disponible: http://files.bdfingredients.com/Notes_de_prensa/Nota_Tecnoalimenti.pdf

Universidad de Murcia 2011. Determinación de pH (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/practica-carne-ph>

Vigo 2014. Características físico-químicas de un reestructurado de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) con inclusión de pecana (*Carya illinoensis*) y transglutaminasa (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3909/1/Vigo_cc.pdf

Zimmerman sf. Capítulo 11. Ph de la carne y factores que lo afectan (en línea). Consultado el 15 de octubre del 2016. Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación

Evaluación sensorial de aceptación

Fecha _____ Nombre _____

Instrucciones

Se le presentará 5 muestras de carne de res, galleta de soda y un vaso de agua.
 Al iniciar limpie su paladar con agua y galleta. Antes y después de cada muestra también deberá limpiar su paladar con agua y galleta.
 Realice la evaluación de las muestras de izquierda a derecha empezando con las filas de arriba hacia abajo.
 Marque con “x”, según su calificación de acuerdo a los atributos de: apariencia, color, olor, textura, sabor, suavidad al masticar y aceptación general

OJO POR FAVOR SEA SINCERO AL MOMENTO DE REALIZAR LA EVALUACIÓN.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me disgusta/ Ni me gusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

En Suavidad usar la escala: 1 el más duro y 9 el más suave

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Olor									
Sabor									
Suavidad									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									

Jugosidad									
Olor									
Sabor									
Suavidad									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Olor									
Sabor									
Suavidad									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Olor									
Sabor									
Suavidad									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Jugosidad									
Olor									
Sabor									
Suavidad									
Aceptación general									

Ordenar por preferencia

Código: _____

Comentarios:

¡Muchas gracias por su ayuda

Anexo 2. Correlaciones entre variables

Pearson Correlation Coefficients, N = 2159																			
Prob > r under H0: Rho=0																			
	Trt	Tg	Dia	pH	Textu	L	a	b	Aw	Purga	BMA	CT	Apa	Col	Jug	Olor	Sab	Suav	Acep
Trt	1.000	-0.577	-0.001	0.062	-0.100	0.300	-0.070	-0.403	0.112	0.250	0.003	0.040	0.077	0.075	0.102	0.090	0.109	0.130	0.157
		<.0001	0.976	0.004	<.0001	<.0001	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	0.897	0.066	0.000	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Tg	-0.577	1.000	0.000	0.032	-0.411	-0.493	0.148	0.278	-0.066	-0.357	0.011	-0.076	-0.050	-0.046	0.062	-0.006	0.008	0.225	0.063
	<.0001		0.986	0.140	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.002	<.0001	0.619	0.000	0.020	0.034	0.004	0.797	0.724	<.0001	0.003
Dia	-0.001	0.000	1.000	0.888	-0.076	-0.420	0.902	0.205	-0.136	0.406	0.956	0.779	-0.035	-0.052	-0.039	-0.096	-0.151	-0.006	-0.078
	0.976	0.986		<.0001	0.000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.102	0.016	0.068	<.0001	<.0001	0.774	0.000
pH	0.062	0.032	0.888	1.000	-0.126	-0.462	0.800	0.124	-0.139	0.398	0.844	0.760	-0.012	-0.029	-0.016	-0.082	-0.132	0.056	-0.044
	0.004	0.140	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.593	0.180	0.455	0.000	<.0001	0.009	0.043
Textu	-0.100	-0.411	-0.076	-0.126	1.000	0.462	-0.163	0.059	-0.039	0.088	-0.114	-0.058	0.024	0.009	-0.091	-0.021	-0.062	-0.324	-0.159
	<.0001	<.0001	0.000	<.0001		<.0001	<.0001	0.006	0.067	<.0001	<.0001	0.007	0.264	0.681	<.0001	0.331	0.004	<.0001	<.0001
L	0.300	-0.493	-0.420	-0.462	0.462	1.000	-0.618	-0.375	0.102	0.017	-0.387	-0.283	0.042	0.056	-0.041	0.014	0.037	-0.199	-0.024
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.053	0.010	0.058	0.502	0.082	<.0001	0.256
a	-0.070	0.148	0.902	0.800	-0.163	-0.618	1.000	0.334	-0.141	0.346	0.869	0.696	-0.043	-0.052	-0.009	-0.079	-0.125	0.055	-0.049
	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.048	0.015	0.662	0.000	<.0001	0.010	0.022
b	-0.403	0.278	0.205	0.124	0.059	-0.375	0.334	1.000	0.024	0.018	0.175	0.105	-0.059	-0.061	-0.024	-0.076	-0.076	-0.084	-0.096
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.006	<.0001	<.0001		0.274	0.397	<.0001	<.0001	0.006	0.004	0.271	0.000	0.000	<.0001	<.0001
Aw	0.112	-0.066	-0.136	-0.139	-0.039	0.102	-0.141	0.024	1.000	-0.163	-0.099	-0.275	0.013	0.007	0.010	0.011	0.027	0.006	0.088
	<.0001	0.002	<.0001	<.0001	0.067	<.0001	<.0001	0.274		<.0001	<.0001	<.0001	0.544	0.738	0.653	0.602	0.207	0.774	0.001
Purga	0.250	-0.357	0.406	0.398	0.088	0.017	0.346	0.018	-0.163	1.000	0.370	0.446	-0.058	-0.079	-0.055	-0.092	-0.121	-0.068	-0.093
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.437	<.0001	0.397	<.0001		<.0001	<.0001	0.007	0.000	0.011	<.0001	<.0001	0.002	<.0001
BMA	0.003	0.011	0.956	0.844	-0.114	-0.387	0.869	0.175	-0.099	0.370	1.000	0.733	-0.024	-0.041	-0.027	-0.083	-0.133	0.014	-0.055
	0.897	0.619	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	0.275	0.056	0.217	0.000	<.0001	0.510	0.011
CT	0.040	-0.076	0.779	0.760	-0.058	-0.283	0.696	0.105	-0.275	0.446	0.733	1.000	-0.032	-0.039	-0.029	-0.069	-0.088	-0.025	-0.062
	0.066	0.000	<.0001	<.0001	0.007	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.133	0.069	0.184	0.001	<.0001	0.252	0.004
Apa	0.077	-0.050	-0.035	-0.012	0.024	0.042	-0.043	-0.059	0.013	-0.058	-0.024	-0.032	1.000	0.774	0.511	0.583	0.468	0.306	0.514
	0.000	0.020	0.102	0.593	0.264	0.053	0.048	0.006	0.544	0.007	0.275	0.133		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Col	0.075	-0.046	-0.052	-0.029	0.009	0.056	-0.052	-0.061	0.007	-0.079	-0.041	-0.039	0.774	1.000	0.539	0.636	0.497	0.308	0.554
	0.001	0.034	0.016	0.180	0.681	0.010	0.015	0.004	0.738	0.000	0.056	0.069	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Jug	0.102	0.062	-0.039	-0.016	-0.091	-0.041	-0.009	-0.024	0.010	-0.055	-0.027	-0.029	0.511	0.539	1.000	0.614	0.614	0.511	0.671
	<.0001	0.004	0.068	0.455	<.0001	0.058	0.662	0.271	0.653	0.011	0.217	0.184	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Olor	0.090	-0.006	-0.096	-0.082	-0.021	0.014	-0.079	-0.076	0.011	-0.092	-0.083	-0.069	0.583	0.636	0.614	1.000	0.639	0.401	0.647
	<.0001	0.797	<.0001	0.000	0.331	0.502	0.000	0.000	0.602	<.0001	0.000	0.001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
Sab	0.109	0.008	-0.151	-0.132	-0.062	0.037	-0.125	-0.076	0.027	-0.121	-0.133	-0.088	0.468	0.497	0.614	0.639	1.000	0.484	0.746
	<.0001	0.724	<.0001	<.0001	0.004	0.082	<.0001	0.000	0.207	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
Suav	0.130	0.225	-0.006	0.056	-0.324	-0.199	0.055	-0.084	0.006	-0.068	0.014	-0.025	0.306	0.308	0.511	0.401	0.484	1.000	0.654
	<.0001	<.0001	0.774	0.009	<.0001	<.0001	0.010	<.0001	0.774	0.002	0.510	0.252	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
Acep	0.157	0.063	-0.078	-0.044	-0.159	-0.024	-0.049	-0.096	0.088	-0.093	-0.055	-0.062	0.514	0.554	0.671	0.647	0.746	0.654	1.000
	<.0001	0.003	0.000	0.043	<.0001	0.256	0.022	<.0001	<.0001	<.0001	0.011	0.004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	