

**Desarrollo de un Producto Reestructurado a
partir de Carne de Res de Bajo Valor
Comercial**

Alvaro Salinas Roca

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un Producto Reestructurado a partir de Carne de Res de Bajo Valor Comercial

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

Presentado por

Alvaro Salinas Roca

Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Alvaro Salinas Roca

Honduras
Diciembre, 2007

**Desarrollo de un Producto Reestructurado a partir de Carne de Res de
Bajo Valor Comercial**

Presentado por:

Alvaro Salinas Roca

Aprobada:

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

Luís Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Luís Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios, por que él es uno para todas las personas del mundo.

A mis padres: Rodolfo e Ingrid, por haberme traído al mundo, por sacrificarse para que yo tenga una buena formación, por sus consejos, apoyo y ejemplo.

A mi abuela Guillermina, por ser una persona dinámica, práctica y cariñosa a la que admiro y respeto.

A mi hermano Rodolfo, por sus consejos valiosos y su ejemplo de actitud frente a la vida.

A mi hermana Ingrid por ser una persona cariñosa y virtuosa.

A mi tío Lionel y a mis primos Diego y Daniela, por su apoyo y cariño continuos.

A mi tío Guillermo, por sus consejos y enseñanzas para la vida.

A mis amigos más cercanos: Martín, Sebastián, Raúl, Gustavo y Johana.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por apoyarme y motivarme siempre.

A mis profesores, por ser parte fundamental de mi formación profesional, por su vocación y esfuerzo que superan cualquier crítica.

A los trabajadores de la planta de cárnicos de Zamorano, por su ayuda y por enseñarme, aunque quizá de esto ellos no estuvieron concientes, cosas muy importantes relacionadas a la vida laboral en general y al aprender haciendo en particular.

A la doctora Adela Acosta por exigirme y presionarme para que pueda dar lo mejor de mi persona, por ser una madre dedicada y por sus esfuerzos en la planta de cárnicos de Zamorano.

Al doctor Luís Osorio por ser un excelente jefe y profesional.

RESUMEN

Salinas, A. 2007. Desarrollo de un Producto Reestructurado a partir de Carne de Res de Bajo Valor Comercial. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, El Zamorano, Honduras. 32p.

La falta de opciones de comercialización de carne de res de bajo valor comercial es un problema para la industria cárnica. Frente a la disminución de ventas de carne molida y la reducción del uso de carne de res en embutidos es necesario proponer alternativas. Se desarrolló un producto reestructurado a partir de músculos del cuello de la res. Se diseñó un experimento factorial con tres factores, dos niveles y parcelas divididas para determinar el efecto de dos tipos de partícula de carne (cortada en cubos y molida; parcela principal) dos porcentajes de sal (0.5 y 1%) y dos tiempos de masajeo al vacío (15 y 30 minutos) en la fuerza de corte. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey y $P \leq 0.05$. Se analizó la interacción de factores aplicando una estimación de medias corregidas por mínimos cuadrados ($P \leq 0.05$). La aplicación de 1% de sal y masajeo al vacío durante 15 ó 30 minutos a carne molida determina la menor fuerza de corte. Se hizo un análisis sensorial de aceptación y preferencia para comparar la carne reestructurada con un bistec del músculo *triceps brachii*. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias de Tukey y $P \leq 0.05$. A los panelistas les gustó más la apariencia del bistec y el sabor de la carne reestructurada. No hubo diferencias en suavidad, jugosidad y aceptación general. La preferencia fue igual para el bistec y para la carne reestructurada.

Palabras clave: análisis sensorial, masajeo, sal, tamaño de partícula

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 GENERALIDADES.....	3
2.2 MÉTODOS DE REESTRUCTURACIÓN DE CARNE.....	3
2.3 DISMINUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA, SAL, FOSFATOS Y MASAJEO.....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1 UBICACIÓN.....	6
3.2 MATERIALES.....	6
3.3 EQUIPO.....	6
3.4 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	7
3.5 MÉTODO DE COCCIÓN.....	7
3.6 MEDICIÓN DE FUERZA DE CORTE.....	7
3.7 ANÁLISIS SENSORIAL	7
3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	8
3.9 DETERMINACIÓN DE COSTOS VARIABLES Y RENDIMIENTO	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10

5.	CONCLUSIONES	14
6.	RECOMENDACIONES	15
7.	BIBLIOGRAFÍA	16
8.	ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página.
1.	Efecto del porcentaje de sal, tipo de partícula y tiempo de masajeo en la fuerza de corte de carne reestructurada.	11
2.	Medias correspondientes a los atributos evaluados en análisis sensorial.....	12
3.	Resultados de la prueba chi-cuadrado.	12
4.	Costos variables para la producción de carne reestructurada.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página.
1. Interacción entre el porcentaje de sal y el tiempo de masaje.....	11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página.
1. Flujo de procesos para la producción de carne reestructurada.	19
2. Formato usado en el análisis sensorial.	20

1. INTRODUCCIÓN

La falta de opciones de comercialización de carne de res de bajo valor comercial producida a partir del desposte de los cortes principales, es un problema para la industria cárnica. Dicha carne es usada principalmente en la producción de carne molida y embutidos. Recientemente la carne de res que se utiliza en los embutidos se ha reducido debido a la introducción de carne mecánicamente deshuesada. Según Loma-Ossorio *et al.* (2000), en la actualidad el ingrediente más importante para fabricar embutidos en Honduras es la carne de pollo mecánicamente deshuesada debido a su menor costo frente a la carne de vacuno y porcino. Esta materia prima se importa, por conveniencia económica, en forma de pasta de pollo desde Estados Unidos y Costa Rica (Loma-Ossorio *et al.* 2000). Por otra parte el comedor estudiantil de Zamorano, el principal cliente de la planta de cárnicos de la misma institución, ha disminuido sus compras de carne molida debido a la baja aceptación de los platillos preparados a partir de ésta por parte de los estudiantes. En consecuencia la acumulación de carne de bajo valor comercial en cuartos fríos acarrea problemas en el manejo de inventarios, operativos (debido al limitado espacio disponible en los cuartos fríos) y pérdida de la calidad de la carne.

Frente a esta problemática es necesario plantear alternativas para la comercialización de carne de bajo valor comercial, desarrollar nuevos productos que aumenten su valor agregado y satisfagan las exigencias del mercado; adicionalmente su producción debe ser operativamente factible.

La reestructuración ha sido desarrollada como un método de transformación de carne de bajo valor comercial a productos de mayor valor agregado. Se ha definido reestructuración como una serie de procesos de manufactura para crear un producto similar a un músculo íntegro (Boles 2007).

La producción de carne reestructurada no es una práctica nueva en la industria cárnica y puede ser una opción para que la planta de cárnicos de Zamorano aumente sus ventas. Dicha práctica consiste básicamente en remover la mayor cantidad de tejido conectivo y grasa de la carne, suavizarla y reconstituirla aplicando alguna de las tecnologías conocidas en la actualidad. La mayoría de los métodos para reestructurar carne se basan en la extracción de proteínas de la carne y cocción para formar una matriz de proteínas gelificadas; los productos elaborados de esta manera deben comercializarse congelados o cocidos (Ruiz *et al.* 1993). También existen métodos que permiten vender carne de res reestructurada cruda a temperatura de refrigeración.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Desarrollar un producto reestructurado a partir de músculos del cuello de la res.

1.1.2 Objetivos Específicos

1.1.2.1 Desarrollar un protocolo y un flujo de procesos para la producción de carne reestructurada.

1.1.2.2 Determinar el efecto que tienen el porcentaje de sal agregado durante el masajeo, el tiempo de masajeo al vacío y el tipo de partícula de carne en la fuerza de corte de la carne reestructurada.

1.1.2.3 Conocer cuál es la aceptación y preferencia de la carne reestructurada cuando es comparada con un bistec de músculo entero.

1.1.2.4 Determinar los costos variables del producto reestructurado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

Una fuente común para la producción de carne reestructurada es carne proveniente de los cuartos delanteros de la res, músculos que están entre el cuello y la quinta costilla, incluyendo los músculos de las patas delanteras. Estos músculos se caracterizan por tener grandes contenidos de grasa y tejido conectivo intramuscular, lo cual determina una gran variabilidad en palatabilidad y suavidad de los músculos individuales y además limita los márgenes de ganancia que se pueden obtener a través de su venta. Debido a que estos músculos constituyen cerca del 27% de la canal de la res, se restringe las ganancias de cerca de un tercio de la canal. Los músculos provenientes de los cuartos delanteros de la res tienen un rendimiento promedio de 34.74% de músculo magro disponible para reestructuración. Debido a la variabilidad de dicho rendimiento se debe determinar qué músculos deberían usarse en líneas de producción considerando la dificultad para remover el tejido conectivo (Ruiz *et al.* 1993).

2.2 MÉTODOS DE REESTRUCTURACIÓN DE CARNE

La mayoría de los métodos para reestructurar carne se basan en la extracción de proteínas usando sal, fosfatos y manipulación mecánica. Posteriormente se aplica calor para formar una matriz de proteínas gelificadas. Estos productos deben ser comercializados precocidos o congelados porque las partículas de carne no se mantienen unidas cuando están crudas. La oxidación de lípidos, decoloración y baja aceptación de los consumidores son los principales problemas de los productos congelados (Ruiz *et al.* 1993).

Existen métodos de reestructuración que permiten vender productos reestructurados crudos a temperatura de refrigeración. Algunos sistemas conocidos son FibrimexTM, Alginato [SMR] y ActivaTM (Boles 2007). FibrimexTM se basa en el principio de coagulación de la sangre en el cual el fibrinógeno es activado por la enzima trombina para formar la fibrina que puede ser usada como gel natural en la reestructuración de carne (Fibrimex 2004). El ácido algínico es una goma viscosa que es usada junto con alguna fuente de calcio como agente gelificante (Boles 2007). ActivaTM tiene como componente activo la enzima transglutaminasa que puede catalizar la formación de uniones entre proteínas (Griffin *et al.* 2002). Fibrimex es el único de los anteriores productos aprobado en Canadá, mientras que Activa, alginatos y Fibrimex son aprobados por Japón y los Estados Unidos de Norteamérica (Boles 2007).

Desmond *et al.* (2001) ha realizado estudios a cerca de la reestructuración de músculos del pecho de la res usando la enzima transglutaminasa. En pruebas sensoriales descriptivas y de aceptación donde los panelistas evaluaron y compararon carne reestructurada con lomo (“striploin”), ambos marinados y sin marinar, y asados en parrilla, la carne reestructurada fue calificada de manera similar al lomo en los atributos de aceptación general y otros atributos individuales como suavidad, textura general y firmeza.

El método de reestructuración con surimi fue desarrollado por Shivar en 1988 y fue utilizado por Ruiz *et al.* (1993) para hacer un estudio con los músculos *biceps brachii*, *complexus*, *pectoralis profundus*, *infraspinatus*, *longissimus dorsi*, *rhomboideus*, *serratus ventralis*, *supraspinatus*, *triceps brachii*, *trapezius*, *deltoides* y músculos del cuello. Estos músculos (provenientes de los cuartos delanteros de la res) fueron clasificados en tres grupos según su suavidad de acuerdo a la escala de suavidad desarrollada por Paterson y Parrish (1986). El método de reestructuración con surimi consiste en cortar tiras carne libre de tejido conectivo y grasa superficial; activar el surimi picándolo y agregándole sal; masajear la carne con tripolifosfato de sodio y surimi activado; empacar en moldes y al vacío; y almacenar a temperatura de refrigeración. Ciento cinco panelistas no percibieron diferencias en suavidad, sabor y preferencia general ($P>0.05$) entre las carnes reestructuradas correspondientes a los tres grupos de músculos inicialmente fijados; el sabor fue percibido como el de un “steak típico” y la preferencia general estuvo en el punto medio de la escala usada.

2.3 DISMINUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA, SAL, FOSFATOS Y MASAJEO

La disminución del tamaño de partícula tiene por objetivo romper la estructura muscular y mejorar la suavidad de la carne. Molinos, cortadoras en cubos y rebanadoras son algunos ejemplos de máquinas usadas para reducir el tamaño de partículas de carne (Boles 2007). Es importante que la superficie de la carne a reestructurar esté libre de grasa y epimisio para permitir que la miosina y otras proteínas miofibrilares creen puentes de unión entre pedazos de carne (Shivar 1988, Ruiz *et al.* 1993). Un factor que afecta la cantidad de tejidos conectivo y graso que se debe remover de la carne es el tamaño de partícula de la misma, si ésta es mayor a 8mm se debe tener mucho cuidado en la remoción de los tejidos antes citados (Boles, 2007). La grasa puede ser reincorporada al producto reestructurado si es molida en partículas de 4mm o más pequeñas para mejorar la jugosidad (Boles 2007).

La sal tiene tres funciones en productos cárnicos: Extracción de proteínas, mejoramiento del sabor y preservación (Claus *et al.* 1994). Además la adición de sal a la formulación de carne reestructurada mejora la respuesta de panelistas en análisis sensoriales (Cross, *et al.* 1976). Los fosfatos son usados para mejorar la jugosidad y la textura, y para prevenir el enranciamiento de grasas en productos cárnicos procesados (Boyle, 1995). Sal y fosfatos (0.2% de cada uno) y fosfato solo (0.5%) usados en la reestructuración de carne de res actúan de igual manera disminuyendo la pérdida de agua durante la cocción y aumentando la unión de partículas de carne (Lamkey *et al.* 1986).

Booren *et al.* (1981) estudiaron el efecto del porcentaje de sal agregada (0 y 0.5%) y el tiempo de masaje al vacío (0, 8, 16 y 24 minutos), entre otros factores, en las propiedades de carne (Beef Steak) de res seccionada y reestructurada. Un masaje al vacío de 16 minutos mejora la cohesión y suavidad de la carne reestructurada. La Jugosidad y el sabor no fueron afectados por tiempos de masaje al vacío. Carne con 0.5% de sal agregada y masajeado al vacío de 16 minutos determinaron la mejor metodología de reestructuración.

En estudios sobre el efecto del tipo de músculo y el tiempo de masaje se determinó que la suavidad de la carne mejoró en 20% después de 18 minutos de masaje y 8% después de 6 minutos de masaje. Además el masaje aumentó la jugosidad y el sabor. El rendimiento después del cocción aumentó linealmente con el masaje (Booren *et al.* 1981).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El presente estudio fue realizado en la planta de cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), en el Valle del Yegüare, km 30 carretera a Danlí.

3.2 MATERIALES

Músculos del cuello: *Splenius capitis* y *Semispinalis capitis*

El corte bistec correspondiente a los músculos *tríceps brachii*

Sal (Cloruro de sodio)

Tripolifosfato

Fundas de poliamida

3.3 EQUIPO

Molino Hobart, modelo 4146, Hobart corporation

Criba con orificios de 1.905cm de diámetro

Máquina de masajeo al vacío Holly 200, modelo HVT200, Hollymatic corporation

Sierra de banda Hobart

Plancha eléctrica

Máquina Instron Universal Testing Machine, modelo 4444, con guillotina acoplada

Pie de rey

3.4 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

Para evaluar dos tipos de partículas de carne (cubos cortados y carne molida), dos porcentajes de sal (0.5% y 1%) y dos tiempos de masajeo (15 y 30 minutos) se elaboraron tandas de aproximadamente 910g por tratamiento de la siguiente manera:

Primero se removió tejido conectivo visible de la carne, cerca del 10% del peso total. La mitad de la carne fue cortada en cubos de aproximadamente 2.5cm^3 y la otra mitad fue molida en el molino colocando en dicha máquina la criba con orificios de 1.905cm de diámetro.

A la mitad de la carne cortada en cubos y a la mitad de la carne molida se les agregó una solución acuosa compuesta por 0.5% de sal (peso/peso de la carne), 0.3% de tripolifosfato y 5% de agua. A las otras mitades se les agregó una solución acuosa compuesta por 1% de sal, 0.3% de tripolifosfato y 5% de agua.

La mitad de todas las muestras fueron masajeadas durante 15 minutos y reposaron 15 minutos adicionales dentro de la máquina de masajeo sin que se elimine el vacío. Las otras muestras fueron masajeadas durante 30 minutos con un periodo de reposo de 15 minutos después de los primeros 15 minutos.

La carne correspondiente a cada tratamiento fue embutida manualmente en fundas de poliamida y congelada a -20°C durante 24 horas. La carne congelada fue cortada en la sierra de banda en pedazos de un ancho aproximado de 2cm y almacenada a -20°C .

3.5 MÉTODO DE COCCIÓN

Las muestras, tanto para el análisis de laboratorio como para el análisis sensorial, fueron cocinadas en una plancha eléctrica a una temperatura entre 190°C durante 10 minutos por lado.

3.6 MEDICIÓN DE FUERZA DE CORTE

De cada pedazo de carne reestructurada cocinada se cortaron cubos de aproximadamente 2cm X 2cm X 1.3cm. Se verificaron las dimensiones de las muestras cortadas con un pie de rey.

3.7 ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis sensorial se escogió el tratamiento de menor fuerza de corte ($p \leq 0.05$) medida en la máquina Instron y de mayor conveniencia operativa. Se comparó la carne reestructurada con un bistec del músculo *triceps brachii*.

Se realizaron tres bloques, cada uno evaluado por 10 panelistas. A cada panelista se le presentaron dos muestras de carne de aproximadamente 2.54cm^3 , una de carne reestructurada y otra de bistec. Las muestras se sirvieron en platos de plástico blancos en los cuales se anotó un número aleatorio de tres dígitos para identificar cada muestra. Se pidió que los panelistas limpien su paladar bebiendo agua tibia antes de analizar cada muestra.

Se hizo un análisis de aceptación comparando los atributos de apariencia, suavidad, jugosidad, sabor y aceptación general de la carne reestructurada y el bistec. Para cada atributo se utilizó una escala hedónicas de cinco puntos donde uno correspondía a “no me gusta” y cinco a “me gusta mucho”. Además se hizo un análisis de preferencia.

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño de la primera etapa del presente estudio fue factorial con parcelas divididas para evaluar el efecto de tres factores con dos niveles en la fuerza de corte de la carne reestructurada, lo cual determinó 8 tratamientos. Se hicieron tres bloques por lo que se tuvo 24 unidades experimentales. La parcela principal fue el tipo de partícula; las subparcelas fueron el porcentaje de sal y el tiempo de masajeo.

Para el análisis estadístico de la fuerza de corte se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS[®]) versión 9.1 para Windows; se hizo un análisis de varianza y se aplicó la separación de medias de Tukey con una probabilidad significativa menor o igual a 0.05 ($P \leq 0.05$). Para el análisis de interacción de factores se aplicó una estimación de medias corregidas por mínimos cuadrados (Least Squares Means) para interacciones con probabilidad significativa menor o igual a 0.05 ($P \leq 0.05$).

En la segunda etapa de este estudio se hizo un análisis sensorial de aceptación y preferencia. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar. Esta parte del estudio se realizó a lo largo de tres semanas, donde cada semana representó un bloque. Los resultados fueron analizados en el programa Statistical Analysis System versión 9.1 para Windows. Para el análisis de aceptación se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) y se aplicó la separación de medias de Tukey con una probabilidad significativa menor o igual a 0.05 ($P \leq 0.05$). Para el análisis de preferencia se aplicó la prueba chi-cuadrado con una probabilidad significativa menor o igual a 0.05 ($P \leq 0.05$) con un grado de libertad.

3.9 DETERMINACIÓN DE COSTOS VARIABLES Y RENDIMIENTO

Se calculó el costo variable para producir una libra de carne reestructurada con el tratamiento que proporciona menor fuerza de corte (medida en la máquina Instron) y mayor conveniencia operativa que fue utilizado para el análisis sensorial.

Además se calculó el rendimiento de carne reestructurada en porcentaje dividiendo el peso del producto reestructurado entre el peso de la carne de res usada como materia prima.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través de la medición de fuerza de corte con la máquina Instron revelaron que la sal, el tipo de partícula y el masajeado tuvieron efecto en la suavidad de la carne ($p \leq 0.05$) como se muestra en el cuadro 1. Si se analiza solamente el tipo de partícula, manteniendo constantes los otros factores, la carne molida presentó menor fuerza de corte ($p \leq 0.05$). Esto se debe a que el molido es más eficiente cortando tejido conectivo y suavizando la carne que el cortado en cubos.

Cuadro 1. Efecto del porcentaje de sal, tipo de partícula y tiempo de masajeo en la fuerza de corte de carne reestructurada.

Factores			Fuerza media (N) \pm DE*
Sal (%)	Tipo de partícula	Tiempo de masajeo (min.)	
1.0	Molida	30	32.87 \pm 0.43 ^a
1.0	Molida	15	37.62 \pm 0.93 ^{ab}
0.5	Molida	30	43.17 \pm 0.93 ^{bc}
0.5	Molida	15	54.49 \pm 0.63 ^d
1.0	Cortada en cubos	30	44.36 \pm 0.45 ^{bc}
1.0	Cortada en cubos	15	43.75 \pm 0.75 ^{bc}
0.5	Cortada en cubos	30	49.01 \pm 0.85 ^{cd}
0.5	Cortada en cubos	15	59.21 \pm 0.77 ^d

DE: Desviación estándar.

^{a-d}: Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Se determinó que hubo interacción entre el porcentaje de sal y el tiempo de masajeo ($p \leq 0.05$). Dicha interacción es ilustrada en la gráfica 1. El masajeo tuvo mayor efecto con 0.5% de sal que con 1%. También se puede decir que el porcentaje de sal tuvo mayor efecto con 15 minutos de masajeo que con 30 minutos. Esto significa que el porcentaje de sal tuvo mayor peso que el tiempo de masajeo en la suavización de la carne.

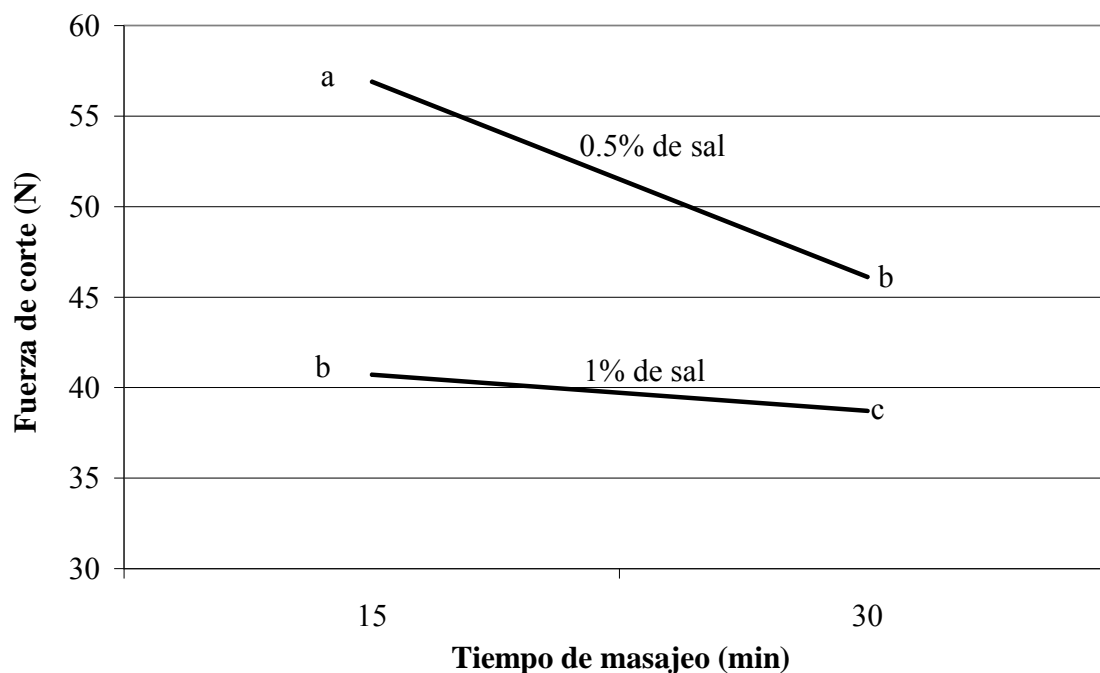


Figura 1. Interacción entre el porcentaje de sal y el tiempo de masajeo.

^{a,b}: Letras diferentes representan medias significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Con 1% de sal y partícula molida se obtuvo la mayor suavidad. Con 1% de sal no hubo efecto significativo del tiempo de masajeo ($p \geq 0.05$). A partir de estos resultados se determinó realizar la segunda parte del estudio con carne masajeadas al vacío durante 15 minutos por ser operativamente más conveniente ya que es preferible utilizar la máquina de masajeo al vacío durante 15 minutos que utilizarla 30 minutos.

El análisis sensorial reveló diferencias en apariencia y sabor ($p \leq 0.05$). A los panelistas les gustó más la apariencia del bistec, mientras que el sabor de la carne reestructurada gustó más como se puede apreciar en el Cuadro 2. La apariencia del bistec les gustó a los panelistas, mientras que la apariencia de la carne reestructurada no les gustó ni disgustó; esto se debe a que la apariencia de esta última es claramente diferente a la de un corte íntegro. El sabor de la carne reestructurada les gustó a los panelistas, mientras que el sabor de la posta de paleta no les gustó ni disgustó; esto puede deberse a que durante la elaboración del producto se agrega sal y fosfatos que además de extraer proteínas quedan homogéneamente distribuidos en la matriz y dan mejor sabor. La suavidad, jugosidad y aceptación son sensorialmente iguales ($p \geq 0.05$).

Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Desmond *et al.* (2001) en los que se hicieron pruebas sensoriales descriptivas y de aceptación con 10 panelistas y escalas de 8 puntos para comparar carne reestructurada con lomo (“striploin”), ambos marinados y sin marinar, y asados en parrilla. La carne reestructurada fue similar al lomo en aceptación general, suavidad, textura general y firmeza. El lomo recibió mejores calificaciones en

sabor y jugosidad, sin embargo la carne reestructurada tuvo calificaciones entre bueno y muy bueno.

Cuadro 2. Medias correspondientes a los atributos evaluados en análisis sensorial.

Muestra de carne	Atributo sensorial \pm DE*				
	Apariencia	Suavidad	Jugosidad	Sabor	Aceptación general
Bistec	3.87 \pm 0.78 ^a	3.77 \pm 1.12 ^a	3.43 \pm 1.06 ^a	3.13 \pm 1.01 ^b	3.73 \pm 0.81 ^a
Reestructurada	3.13 \pm 0.90 ^b	3.30 \pm 0.73 ^a	3.20 \pm 0.86 ^a	3.77 \pm 0.57 ^a	3.37 \pm 0.78 ^a

*DE: Desviación estándar.

** Escala hedónica: 1 = No me gusta, 5 = me gusta mucho.

^{a,b}: Medias en la misma columna, con diferente letra son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Por otra parte los coeficientes de variación de cada uno de los atributos evaluados fueron mayores para el bistec a excepción de la apariencia, la cual tuvo un mayor coeficiente de variación para la carne reestructurada. Esto quiere decir que los panelistas percibieron que la carne reestructurada era más constante en sus atributos.

En el cuadro 3 se puede observar que el valor Chi-Cuadrado es menor al valor de la distribución de Chi-Cuadrado por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que no hay diferencia en preferencia entre el bistec y la carne reestructurada ($p \geq 0.05$).

Cuadro 3. Resultados de la prueba Chi-Cuadrado.

Muestra de carne	Frecuencia	Porcentage
Bistec	28	50
Reestructurada	28	50
Valor Chi-Cuadrado	0	
Grados de libertad	1	
Valor Chi-Cuadrado*	3.84	

*Valor en la distribución de Chi-Cuadrado considerando una probabilidad de 0.05 ($p \leq 0.05$) y un grado de libertad.

Se determinó un costo variable de L 69.52 por kilogramo como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Costos variables para la producción de carne reestructurada.

Materiales	Costo unitario (L)	Unidad	Cantidad	Costo (L)
Carne	72.60	kg	1.000	72.60
Sal	6.47	kg	0.010	0.06
Tripolifosfato	42.00	kg	0.003	0.13
Agua	0.00	kg	0.050	0.00
Fundas poliamida	6.65	c/u	0.167	1.11
TOTAL			1.063 kg	73.90
			CV/kg*	69.52

*Costo variable por libra de carne reestructurada.

El rendimiento es de 1.063 kilogramos de carne reestructurada por cada kilogramo de carne proveniente de los músculos del cuello de la res usada (106.3 %). Esto principalmente a la adición de agua durante la elaboración del producto.

5. CONCLUSIONES

- Aplicación de 1% de sal y masajeo al vacío durante 15 ó 30 minutos a carne molida proporciona menor fuerza de corte.
- El porcentaje de sal tiene mayor efecto en la fuerza de corte que el tiempo de masajeo al vacío.
- El sabor de la carne reestructurada gustó más que el de bistec de músculo *triceps brachii*, mientras que la apariencia del bistec fue mejor; no hubo diferencia en suavidad, jugosidad y aceptación general.
- No hubo diferencia en preferencia entre el bistec y la carne reestructurada.

6. RECOMENDACIONES

- Desarrollar productos a partir de la carne reestructurada (carne para asar, pinchos, etc.) para mejorar la apariencia de la misma.
- Hacer un estudio de mercado para cuantificar la demanda de carne reestructurada. Si bien el principal cliente de la planta de cárnicos de Zamorano es el comedor estudiantil de la misma institución, hay que buscar la posibilidad de mercadear este producto en otros lugares, como Tegucigalpa por ejemplo.
- Fijar el precio del producto.
- Determinar el efecto del uso de diferentes músculos y proporciones de tejido conectivo en la suavidad y en la percepción sensorial de la carne reestructurada.
- Probar usando otras tecnologías para reestructurar carne que pueda venderse cruda y a temperatura de refrigeración.
- Realizar un estudio sobre el efecto del tipo de carne (fresca o descongelada) en las características sensoriales del producto.

7. BIBLIOGRAFÍA

Boles, J. 2007. Restructured Meat Products (en línea). Animal and range sciences, Montana State University. Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://animalrange.montana.edu/current-studnts.htm>

Booren, A.; Jones, K.; Mandigo, R.; Olson, D. 1981. Effects of blade tenderization, vacuum mixing, salt addition and mixing time on binding of meat pieces into sectioned and formed beef steaks. *Journal of Food Science* 46 (6): 1678–1680.

Booren, A.; Mandigo, R.; Olson, D.; Jones, K. 1981. Effect of muscle type and mixing time on sectioned and formed beef steaks. *Journal of Food Science* 46 (6): 1665–1672.

Boyle, E. 1995. Ingredients in processed meat products (en línea). Department of Animal Science and Industry, Kansas State University. Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.asi.ksu.edu/DesktopModules/ViewDocument.aspx?DocumentID=4270>.

Claus, J.; Jhung-Won, C.; Flick, G. 1994. "Processed meats/poultry/seafood." in muscle foods: meat, poultry, and seafood technology. Eds. DM Kinsman; AW Kotula; BC Breidenstein. Nueva York: Chapman and Hall.

Cross, H.; Stanfield, M. 1976. Consumer evaluation of restructured beef steaks. *Journal of Food Science* 41 (5): 1257–1258.

Desmond, E.; Troy, D.; Kenny, T.; McDonagh, C.; Ward, P. 2001. Development of value added beef products (en línea). Irish Agriculture and Food Development Authority, The National Food Centre. Dublin, IE. Consultado 7 oct. 2007. Disponible en: <http://www.teagasc.ie/research/reports/foodprocessing/4894/eopr-4894.htm>

Fibrimex. 2004. What is fibrimex? (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.fibrimex.com/index.asp>

Griffin, M.; Casadio, R.; Bergamini C. 2002. Transglutaminases: nature's biological glue. *Biochemistry Journal* dic. 2002:377-96.

Lamkey, J.; Mandigo, C.; Clakins, C. 1986. Effect of salt and phosphate on the texture and color stability of restructured beef steaks. *Journal of Food Science* 51 (4): 873–875.

Loma-Ossorio, E.; Jenné, X.; Castillo, R.; Ganoza, V. 2000. Estudio de la industria agroalimentaria en Honduras: opciones de cooperación técnica y empresarial. San José, CR, IICA. 147 p. (Serie Agroalimentarias. Estudios/País)

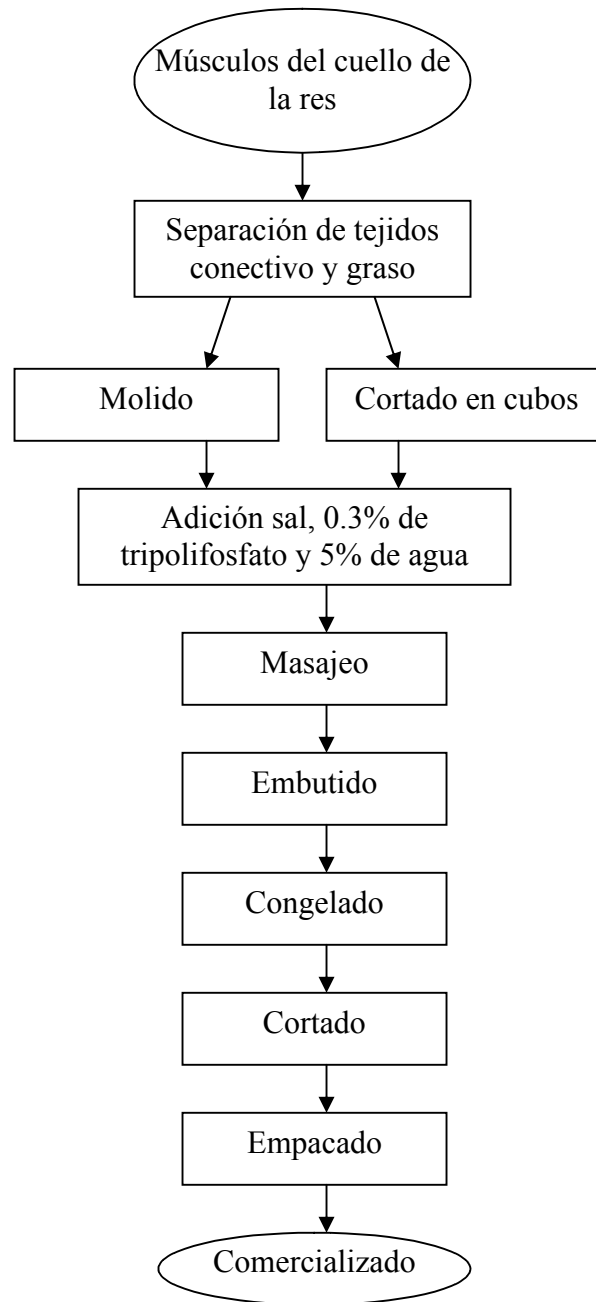
Parrish, F.; Paterson, B. 1986. A sensory panel and chemical analysis of certain beef chuck muscles. *Journal of Food Science* 51:876.

Ruiz, C.; Higginbotham, D.; Carpenter, J.; Lanier, T. 1993. Use of chuck muscles and their acceptability in restructured beef/surimi steaks. *Journal of Animal Science* 71:2654-2658

Shivar, W. 1988. The use of surimi as a binding mechanism in the production of structured beef steaks. M.S. Thesis. The University of Georgia, Athens.

8. ANEXOS

Anexo 1. Flujo de procesos para la producción de carne reestructurada.



Anexo 2. Formato usado en el análisis sensorial.

Análisis Sensorial	
Nombre:	Fecha:

Instrucciones:

Estimado panelista,

1. Beba un poco de agua tibia antes de comenzar la prueba.
2. Para realizar la evaluación de cada uno de los atributos por favor considere las siguientes definiciones de cada atributo y siga las instrucciones.
 - **Apariencia:** Grado en que la apariencia es agradable para usted.
 - **Suavidad:** Cantidad de fuerza requerida para masticar el pedazo de carne.
 - **Jugosidad:** Grado en que la muestra se siente húmeda o aceitosa (en la primer mordida) y su capacidad para liberar jugo durante las siguientes 10 masticaciones.
 - **Sabor:** Grado en que la muestra es agradable a su paladar.
 - **Primera mordida:** Introduzca la muestra de carne en su boca y mástiquela UNA sola vez con sus dientes incisivos (delanteros). Evalúe la suavidad, jugosidad y sabor, pero todavía no anote ninguna calificación en el cuadro de evaluación.
 - Mastique con sus dientes molares (muelas) 10 veces más y evalúe suavidad, jugosidad, sabor, cohesividad y tejido conectivo. Anote sus calificaciones en cuadro de evaluación. Tome en cuenta su impresión en la primera mordida
3. Beba un poco de agua tibia entre cada muestra.
4. Califique los atributos de cada una de las muestras **del 1 al 5** en los cuadros de la siguiente página:

Atributo	Muestra 763				
	Calificación				

Apariencia	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Suavidad	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Jugosidad	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Sabor	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Aceptación general	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Atributo	Muestra 465				
	Calificación				

Apariencia	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Suavidad	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Jugosidad	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Sabor	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

Aceptación general	1	2	3	4	5
	No me gusta				Me gusta mucho

¿QUÉ MUESTRA PREFERE?	763	465
-----------------------	-----	-----

Comentarios: _____
