

EVALUACIÓN DE TEXTURA A CINCO CORTES DE CARNE DE RES CONSERVADOS POR ESTERILIZACIÓN EN ENVASE DE HOJALATA

ASSESSING TEXTURE TO FIVE BEEF MEAT CUTS PRESERVED BY STERILIZATION IN TINPLATE PACKAGING

Luz M. CARVAJAL C.^{1*}, Nelly OSPINA M.¹, Olga L. MARTÍNEZ Á.¹, Liliana RAMÍREZ S.²,
Claudia C. RESTREPO.², Sandra S. ADARVE E.¹, Sara L. RESTREPO E.¹

Recibido: Mayo 30 de 2008 Aceptado: Julio 29 de 2008

RESUMEN

Las variables que influyen en la calidad de los cortes de carne bovina para enlatar, definen la aceptación del consumidor por análisis de la textura usando método instrumental y sensorial.

Se seleccionan, caracterizan y evalúan cinco cortes de carne de bovino, de uso frecuente por el consumidor, para someterlos a cocción, desmecharlos, enlatarlos, llevarlos a esterilización comercial a dos niveles de tratamiento térmico ($F_0 = 8$ y $F_0 = 20$), a 121°C, 20 libras de presión, y 5 repeticiones, para determinar cuál de los 5 cortes presenta mejor respuesta en textura, costos y rendimientos. Los cortes utilizados son: músculo romboides o huevo de *solomo*; cutáneo del tronco o *sobrebarriga*; supraespinoso o *sabaleta*; bíceps femoral o *posta*; dorsal ancho, o gran dorsal o *espaleta*. Los cortes son analizados por jueces entrenados y no entrenados, en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia, La calidad textural es medida con texturómetro por fuerza de corte, a las muestras seleccionadas. Se valora además: el costo, el rendimiento del corte, la calidad microbiológica y prueba de esterilidad comercial de las latas incubadas a 37 y 55°C, para los valores F_0 , definidos. La correlación estadística entre el análisis sensorial e instrumental demuestra que el mejor corte para desmechar y esterilizar corresponde a la *espaleta* gruesa con un tratamiento térmico de 16 minutos a 121°C y 20 libras de presión, con un menor costo, una mejor textura y un buen rendimiento.

Palabras clave: Conservación, textura, esterilización, cortes de carne res.

ABSTRACT

In order to define consumer acceptance by texture analysis, the variables that affect quality of beef cuts for canning are analyzed by instrumental and sensory methods.

Five beef cuts, commonly used by consumers, are selected, characterized and evaluated, so as to subject them to cooking, mincing and canning in tin containers, then, commercial sterilization in two levels of thermal treatment ($F_0=8$ and $F_0=20$), to 121°C; and 20 pounds of pressure, with 5 repetitions, is carried out. This procedure is aimed to determinate which of the five cuts offer a better response regarding to texture, costs and yield. The cuts used are: Muscle Romboides or "Huevo de Solomo", Cutaneous of Trunk or *Sobrebarriga*, Supraespinoso or *Sabaleta*, Biceps Femoral or *Posta*, Dorsal Broad or Great Dorsal, its commercial name is "Punta de *Espaleta*".

1 Departamento de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. AA1226. Medellín, Colombia.

2 Ingenieras de Alimentos, HOLASA (Hojalata y Laminados S.A., calle 17 No. 43F-122, Tel.: 261 9898. Medellín, Colombia).

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: decfql@farmacia.udea.edu.co

All beef cuts are analyzed by expert and non-trained judges in the Sensorial Analysis of Food Laboratory at the University of Antioquia. A Texturometer is used to measure the applied force upon beef cuts. Additionally, costs, yield of cuts, microbiological quality and the test of commercial sterility are also evaluated in tins incubated at 37°C and 55 °C, for the defined F_0 values. The statistical correlation among the Sensorial and Instrumental Analysis shows that the best cut for mincing and sterilizing corresponds to "Espaldilla" following a thermal treatment of 16 minutes to 121°C, and 20 pounds of pressure, since it offers a lower cost and a better texture and yield.

Key words: Conservation, texture, sterilization, beef cuts.

INTRODUCCIÓN

Las variables que influyen en la calidad de los cortes de bovino son: la edad, la raza, el sexo, el tratamiento *antemortem* y *posmortem*, el enfriamiento, el almacenamiento, el pH final del músculo, la cantidad de tejido conectivo, grasa y los métodos de cocción (1, 2). Estas variables definen la aceptación del consumidor a partir de la percepción de la textura visual, táctil y bucal.

En la compra de carne fresca, los consumidores le dan mucha importancia a la ternera. Los factores que afectan la ternera son: variaciones genéticas, físicas y biológicas que, a su vez, son afectadas por factores *antemortem* y *posmortem* y por el porcentaje de proteína, grasa, humedad y colágeno. En general, la ternera del músculo en prerrigor es tierna, pero a medida que se va instaurando el *rigor mortis* pierde la blandura por efectos del acortamiento de la actina y la miosina y la pérdida de adenosin trifosfato.

Para medir la ternera se han estudiado varias técnicas, que miden las fuerzas de compresión; una de ellas se realiza en un texturómetro, con la cuchilla Warner4- Bratzler Shear®, desarrollado en 1930. Esta técnica consiste en medir la fuerza que se requiere para atravesar uniformemente una pieza de carne; igualmente se ha evaluado la asociación entre el análisis sensorial a través del panel y las medidas texturales; estos atributos físicos complementan la evaluación (3, 4).

La textura de la carne depende del tamaño de los haces de fibras musculares, es decir, del número y diámetro de las fibras, así como de la cantidad de tejido conectivo que forma el perimisiotisular. Su dureza o blandura depende de la mayor o menor dificultad que presente a ser troceada durante la masticación, siendo una función de la cantidad de tejido conectivo que exista y de la grasa intermuscular que contenga (5).

La capacidad de retención de agua en la carne influye en el aspecto que presenta antes de su cocción, en su comportamiento durante la misma

y en la sensación de la jugosidad al masticarla. La jugosidad se encuentra estrechamente ligada a la capacidad de retener agua que poseen las proteínas del tejido muscular y a las distintas formas bajo las que pueden presentarse las moléculas de agua de una pieza de carne. De acuerdo con esta composición, la carne retiene, en mayor o menor cantidad, una porción de agua, y cuando se mastica, provoca la sensación de jugosidad o la expulsa en forma de exudado. La exudación depende de la cantidad de líquido que libera la estructura proteica muscular y de la facilidad que tenga este líquido para salir de esa estructura.

Los procesos de esterilización de productos alimentarios pretenden destruir microorganismos letales e inactivar enzimas con el mínimo efecto sobre las propiedades sensoriales y el valor nutritivo (6). El nivel de exigencia sobre la calidad de la carne es cada vez mayor, sobre todo en las cualidades organolépticas de color, jugosidad, textura y flavor (sensaciones olfato-gustativas).

En cuanto al tratamiento térmico se observa que los efectos del calor en las proteínas musculares dependen de la temperatura que se alcance. A partir de los 50° C, las proteínas plasmáticas y sarcoplasmáticas se desnaturalizan parcialmente, se despliegan las alfa -hélices y se ligan, en parte por enlaces iónicos o puentes de hidrógeno, hay agregación proteica y coagulación. El tejido exuda, pierde brillo, se hace opaco. A partir de 65°C, el colágeno se solubiliza parcialmente por destrucción de los puentes de hidrógeno entre las cadenas proteicas, la elastina se hincha, pero por su configuración, se modifica poco, la actomiosina se hace más firme y menos soluble, y disminuye con rapidez su capacidad para retener agua. Cuando la cocción es muy enérgica, el colágeno y la elastina se ablandan, mientras que la actomiosina se endurece por la formación de puentes disulfuro que unen fuertemente las cadenas proteicas entre si. Por lo tanto, los tratamientos térmicos húmedos son buenos métodos para carnes económicas, con abundante tejido conectivo y colá-

geno, puesto que consiguen su ablandamiento y su gelatinización (7). Para la conservación por esterilización de alimentos con rango de pH = 5.8-6.4 el organismo indicador reconocido es la especie anaerobia, proteolítica, esporógena, productora de gas y agente causal de intoxicaciones alimentarias: *Clostridium botulinum* cepa A y cepa B, con una letalidad de 10 minutos a 121°C. Se considera la cepa A como el único tipo que suele producir el botulismo humano; es más tóxico que el tipo B, el cual se encuentra con más frecuencia. Estudios realizados en laboratorio, muestran que tratamientos térmicos de 5 a 6 minutos a 80° C, inactivan la toxina tipo A, mientras que para inactivar la toxina de tipo B se requiere un tratamiento térmico de 15 minutos de duración a una temperatura de 90° C (8). Las condiciones de la esterilización dependen de: la composición y propiedades de la materia prima, el equipo de esterilización, la penetración de calor, la concentración inicial de microorganismos y su resistencia térmica, la evacuación de aire y las condiciones de almacenamiento. Periago y col. (1997) (9) muestran la importancia de las condiciones anaerobias en la resistencia al calor de las bacterias termófilas, efecto que debe ser tenido en cuenta durante el procesamiento y almacenamiento de estos alimentos, independientemente de la temperatura de esterilización.

Para establecer las condiciones de esterilización, se asigna la combinación de temperatura, tiempo y presión correlacionada para cada etapa del proceso, que permita garantizar la muerte térmica del microorganismo indicador y la desactivación de las toxinas, por la sumatoria del efecto letal en las etapas de levantamiento, sostenimiento y enfriamiento. En la formulación del tratamiento térmico para productos enlatados, el mayor problema es evaluar el efecto letal del período durante el cual la temperatura de los envases está empezando a ser la máxima, especialmente cuando la tasa de penetración de calor es lenta y la temperatura continúa subiendo durante la mayor parte del tiempo de proceso. Un procedimiento usado para estimar el efecto letal de los procesos térmicos es medir la temperatura en el punto geométrico más frío del envase y calcular el efecto letal por procedimientos gráficos o matemáticos (6).

METODOLOGÍA

Se identifican los pasos del proceso donde hay probabilidades de que se presenten riesgos para la

inocuidad del alimento: crecimiento microbiano en la carne como materia prima; presencia de materia extraña en los ingredientes alimenticios no cárnicos; presencia de materia extraña en las latas y los materiales de envasado; presencia de materia extraña después del lavado de las latas; formulación inadecuada del producto; llenado inadecuado de las latas; y la aplicación inadecuada del proceso térmico y el proceso de enfriamiento (10). Luego se establece el procedimiento que garantice tanto la inocuidad como la palatabilidad del producto terminado: vigilancia de la temperatura de la carne entrante; inspección visual de la carne entrante y de los ingredientes alimenticios no cárnicos; inspección de las latas según se especifica en 21 CFR Parte 113.60 (11) y de los materiales de envasado durante su recepción.

Después de establecer los puntos críticos del desarrollo, se procede a su estandarización y definición de límites aceptables para:

Adecuación de la carne

Se usan carnes frescas refrigeradas. Los cortes utilizados son: músculo romboides (*huevo de solomo*), localizado en el tercio medio del cuello hasta la apófisis espinosa, de la sexta vértebra torácica; cutáneo del tronco (*sobrebarriaga*), localizado en la pared lateral del tronco, inmediatamente por debajo de la piel; músculo supraespinoso (*Sabaleta*), ocupa la fosa supraespinosa de la escápula; músculo bíceps femoral (*posta*), localizado en la cara lateral del muslo dorsal ancho o gran dorsal (*espaldilla*), localizado en la pared lateral del tórax, desde la cara interna del brazo hasta la región lumbar. Los cinco cortes anteriormente mencionados se utilizan cocidos para su consumo.

La calidad de los cortes se define por las características sensoriales, principalmente color y olor. Los cortes de 4 Kg se mantienen a temperatura de refrigeración (0 a 4°C) hasta proceso en el Laboratorio de Procesos Cárnicos de la Universidad de Antioquia, Departamento de Alimentos.

Se hace control en recepción de pH (5.8-6.4) y Temperatura (0-4°C) (12). Se pesan aproximadamente 4 Kg de cada corte seleccionado en una balanza Mettler® de 5 Kg calibrada, se retiran las partes gordas, no comestibles, y elementos extraños que puedan afectar la calidad del producto final como partes con pigmentos anormales o hemorrágicos. El subproducto del charqueo obtenido se pesa, al igual que la carne que se va a cocer, y se calculan las pérdidas porcentuales por charqueo.

Para el líquido de cocción, se calcula el porcentaje de agua según el peso de la carne en proporción (1:3) peso/volumen. Se calcula la sal como 0.8% del peso de la carne, el condimento como 2.0%. Por último, se mezclan la sal y el condimento con el agua fría.

Cocción: Porciones de 500 g de cada corte se introducen en una marmita cuando el líquido de cocción alcanza 50°C y se someten a ebullición (94°C) hasta que se facilite el desmechado según el corte: punta de espaldilla (50 min.), sabaleta (60 min.), huevo de solomo (60 min.), posta (90 min.) y sobrebarriga (50 min.). Se mide la temperatura con un termómetro de punzón de carátula cada 5 minutos en el centro geométrico desde el momento en que comience a contarse el tiempo y hasta finalizar la cocción, cuando la temperatura interna sea de 70°C y por presión mecánica se produzca una fácil separación de fibras. Se retira la carne del líquido de cocción y se escurre durante 2 minutos. Se observan las características físicas del líquido de cocción cuando se encuentre frío, evaluando los glóbulos de grasa en cuanto a tamaño, cantidad y consistencia.

Enfriamiento: Se realiza con bolsas de gel frío, hasta una temperatura de aproximadamente 20°C tomada con termómetro de punzón de carátula. Se controla el tiempo de enfriamiento, se toma la temperatura final. Al enfriarse la carne, se debe pesar en la misma balanza utilizada para los pesos anteriores y calcular pérdidas por cocción (peso después de cocción/ peso fresco x 100)

Desmechado: se separan las fibras de la carne en tiras con un largo aproximado de 5-7 cm y un diámetro de 3-5 mm, se descarta el producto que no cumple con los parámetros anteriormente mencionados y se calcula el rendimiento, el tipo de fibra y la facilidad de desmechado

Preparación de líquido de cobertura

Se calcula la cantidad de agua según peso de la carne así:

- N° de latas = peso carne / peso carne por cada lata (165 gramos)
- Volumen (litros) de agua para la salmuera = N° de latas x 150 ml / 1000 porcentaje de sal a adicionar = 1.2% en relación de la cantidad de agua a utilizar.

Se mezcla la sal con el agua y se aumenta la temperatura hasta 90-95°C

Protocolo de llenado de latas 211X400

1. Llenado: Se realiza un control de llenado por peso. Cada lata se debe llenar con el 55% del peso neto sugerido para este envase (165 g) de carne desmechada, procurando que no quede muy suelta en el envase. El envase utilizado es 211 x 400, con laca epoxifenólica
2. Adición de salmuera: al adicionar la salmuera, el líquido debe llegar hasta el borde superior del envase, para no dejar un espacio de cabeza muy grande, máximo 5 mm.
3. Evacuación de aire: se procede a evacuar el aire que queda por medio de vapor que lo desplaza, durante 3 minutos, en el túnel de vapor.
4. Sellado: (previamente se calibra la máquina selladora según indicaciones del fabricante). Al salir las latas del túnel, se les coloca la tapa y son selladas en una cerradora de operación manual tipo atmosférica.
5. Control de los cierres: se deben realizar inspecciones visuales y de desmontaje al inicio de la producción, en el momento en que se presente un problema en la máquina y al momento de ajustar la máquina selladora:

Observar cuidadosamente si se presentan defectos como: sello cortado o afilado, pestañas aplastadas, sellos falsos o pendientes.

Para el examen de desmontaje del sello, se necesitan herramientas como:

- Micrómetro
- Abrelatas especial
- Tenazas

Con el micrómetro se miden inicialmente el ancho y el espesor del envase (véase figura 1), sin ejercer ningún tipo de presión indebida en el cilindro de ajuste del micrómetro.

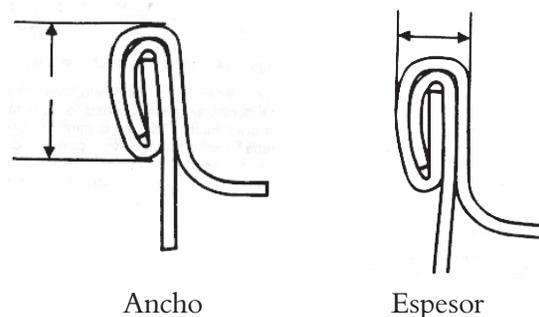


Figura 1. Como medir el ancho y espesor del cierre. Herméticamente sellados (7).

Para hacer la medición y observación interna del sello, deben separarse el cuerpo y la tapa, de manera que exponga correctamente el gancho, para poder medirlos con exactitud y/o evaluarlos.

Con el abrelatas especial se ajusta al diámetro de la tapa y se remueve el panel central de ésta sin dañar los sellos o el cuerpo. No es aconsejable el uso del abrelatas casero convencional porque deja un doble sello que es difícil de desmontar.

Las tenazas son utilizadas para sacar el borde exterior de la tapa que deja el abrelatas.

Al desmontar el cierre, se mide el gancho de cuerpo que queda en la lata después de remover el gancho de la tapa, se debe examinar cuidadosamente la parte del traslape o área de la juntura. También debe examinarse la parte del reborde de presión en la parte interior de la lata en la parte opuesta al gancho del cuerpo. El reborde de presión en la pared del cuerpo que resulta de la presión aplicada por el rodillo de la segunda operación al crear el ajuste del sello.

El gancho de tapa también debe medirse y examinarse por lo siguiente:

- Condición de la ondulación o arrugamiento
- Fracturas
- Condición del área de la juntura

Para el envase 211 x 400 los rangos para las diferentes medidas se relacionan en la tabla 1.

Tabla1. Medidas de los ganchos

Ancho mm	Espesor mm	Gancho tapa mm	Gancho cuerpo mm	Traslape mm
2.80-3.20	0.99-1.29	1.80-2.20	1.80-2.20	1.016

Protocolo de tratamiento térmico

1. Colocar las latas en la canasta del autoclave, separadas por mallas plásticas para facilitar la transferencia de calor
2. Cerrar el autoclave: verificar que no haya ninguna salida de vapor, realizar el venteo de acuerdo al protocolo para autoclaves verticales: 5 minutos y hasta una temperatura de por lo menos 230°F (110°C), o durante por lo menos 7 minutos y hasta una temperatura de por lo menos 220°F (104°C). Las purgas deben permanecer abiertas durante todo el procesamiento térmico (13).
3. Se continúa el proceso hasta alcanzar 250°F = 121°C, aproximadamente 15-20 lb de presión.

4. Tomar el tiempo: para un Fo=8, se cronometran 6 minutos, y para un Fo= 20 se cronometran 16 minutos a partir del momento en que la temperatura llegue a 250°F (121°C).
5. Al concluir el tiempo de proceso, cerrar la llave de vapor y abrir la válvula de venteo para expulsar el vapor que hay dentro.
6. Esperar la evacuación del vapor: cuando se haya evacuado todo el vapor del autoclave (Presión: 0 lb), se abre para retirar las latas.
7. Retirar las latas: tener cuidado al sacar las latas del autoclave, porque salen calientes.
8. Cuando el autoclave cuenta con sistema de enfriamiento, después de terminar el proceso térmico se evacua el vapor y se introduce lentamente agua fría al autoclave para enfriar los envases, esto con el fin de evitar que se formen vacíos parciales en el autoclave que puedan deformar los envases
9. Enfriar las latas: Los envases se enfrían inmediatamente después del tratamiento térmico con agua a temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura aproximada de 35-40°C, con el fin de rebajar rápidamente la temperatura para evitar la sobrecocción del producto y el crecimiento de microorganismos termófilos.

Análisis físicos y químicos

Se miden las características de vacío, pH, %NaCl, peso drenado o masa escurrida, peso neto, apariencia del líquido de cobertura y características organolépticas del producto al abrir el envase.

1. Se pesa la lata sin abrir. De esta manera se obtiene el peso bruto (envase + contenido)
2. El vacío se mide con un vacuómetro, Se punza la tapa del envase con el vacuómetro, de modo que la campana de goma quede adherida a ella y no se produzcan alteraciones en el vacío del envase durante la lectura. Registrar la lectura del vacuómetro de acuerdo al valor que marque la aguja, en pulgadas de mercurio (in Hg).
3. Para garantizar un buen vacío la medida debe encontrarse entre 5 y 15 pulgadas de mercurio.
4. Abrir la lata con el abrelatas especial.
5. Medir pH: se realiza con un pHmetro marca Hanna®, el pH debe encontrarse entre 5.5 y 6.5.
6. Medir %NaCl: se toman 10 ml de salmuera; se añade agua (100 ml) en un erlemeyer y se realiza

una valoración previa con 0.1 ml de NaOH 0.5 N para neutralizar justamente la disolución. Luego se añaden 2 ml de cromato de potasio al 5% y se valora con nitrato de plata 0.1 N hasta el primer indicio de color naranja (14).

El resultado se expresa en porcentaje de cloruro de sodio.

7. Peso drenado: para pesar el producto se saca del envase y se coloca en un cedazo durante 2 minutos para que escurra. Luego se pesa el producto escurrido. Este valor debe estar cercano a 180 gramos.
8. Peso envase: se pesa el envase con la tapa para realizar el cálculo del Peso Neto.
9. Peso Neto: se encuentra con la diferencia entre el peso pruto y el peso del envase. Este valor debe encontrarse entre 291 y 309 gramos (15).
10. Características: Se observa la apariencia del líquido de cobertura al abrir el envase, la textura del producto, olor, color y sabor.

Análisis microbiológico

Se valora la inocuidad con: análisis microbiológicos de recuento de UFC/ g o mL, Investigación de Salmonella/25 g o mL, y prueba de esterilidad, de las latas incubadas a 37 y 55 °C (durante 10 días) (16), para los valores F_0 , definidos.

Análisis estadístico

Para establecer los límites mínimos deseados de tratamiento térmico se define como variable única la inocuidad, con dos niveles de tratamiento térmico ($F_0 = 8$ y $F_0 = 20$) y cinco repeticiones para cada nivel. Para definir condiciones de calidad en cuanto a sabor, textura bucal, apariencia y firmeza, se someten los resultados a una Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para buscar grupos homogéneos. El análisis de varianza es usado para las cinco repeticiones de cada una de las variables: sabor, textura bucal, apariencia y firmeza. El análisis estadístico fue procesado por medio del STATGRAPHICS® statistical software 5.1.

Análisis sensorial

Las conservas son analizadas por nueve jueces entrenados durante cuatro años en análisis sensorial de alimentos, en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia, con pruebas discriminativas y descriptivas para características de sabor y textura en diferentes productos, y jueces no entrenados pertenecientes al grupo de

investigación. Los jueces reciben entrenamiento con la metodología del análisis sensorial, según las normas técnicas colombianas NTC 4129 y NTC 4130, cada 8 días.

Para el estudio, Los evaluadores reciben un entrenamiento específico de 12 horas con diferentes tipos de carnes desmechadas enlatadas, de pollo y de res, con diferentes cortes: espaldilla, huevo de solomo, sabaleta, sobrebarriga y posta, cada carne se encontraba en un líquido de cobertura de agua y NaCl al 2 %. Las sesiones de entrenamiento se realizan con el fin de enriquecer el vocabulario y la capacidad de descripción de los atributos de sabor y de textura, el panel recibe una capacitación teórica práctica en los diferentes parámetros de textura: mecánico, geométrico y de composición.

Los jueces realizan pruebas discriminativas con las carnes desmechadas enlatadas con el fin de encontrar diferencias entre las muestras.

El protocolo aprobado para la investigación: selección de los jueces entrenados para este análisis, condiciones ambientales con una temperatura del área de catación de $24 \pm 2^\circ \text{C}$ y un porcentaje de humedad relativa del área entre 55 y 70 %; se utiliza luz día en cada ensayo. Con respecto a las muestras se procedió al lavado y desinfección de las latas que contienen el producto que debe ser analizado, se secan con papel desechable, se abren con un abrelatas limpio y desinfectado. Las latas se someten a calentamiento, con las tapas superpuestas, en baño maría utilizando agua potable hasta una temperatura de 90°C ; luego se procede a escurrir el líquido de cobertura de la muestra, a una altura de 10 cm, durante un minuto; se sirven en forma uniforme, se colocan las fibras de la carne que se va a analizar sobre platos desechables previamente codificados con tres dígitos sacados de tablas de números aleatorios. Se entregan simultáneamente las muestras a los jueces, en su respectivo cubículo. Los datos obtenidos se consignan en el formato para la prueba discriminativa y descriptiva.

Las pruebas sensoriales también se realizan con ocho personas no entrenadas.

Análisis de textura

Las propiedades mecánicas de la carne procesada por esterilización fueron evaluadas, para cada uno de los tratamientos, con una cuchilla HDP/BSW en un Texturómetro Texture TAX-t2i®, con una velocidad de 1mm/s. La cuchilla fue aplicada perpendicularmente a las fibras longitudinales y

el pico de fuerza fue determinado por la máxima fuerza durante el corte, con un promedio de 5 repeticiones.

RESULTADOS

Ocho jueces no entrenados evaluaron las conservas procesadas bajo tratamiento térmico ($Fo=8$ y $Fo=20$), las características de sabor, textura bucal y apariencia. (Véanse tablas 2 y 3), Los datos indican una mayor aceptación del corte de espaldilla en ambos procesos térmicos y del corte huevo de solomo con el tratamiento térmico superior.

Tabla 2. Percepción sensorial de jueces no entrenados para $Fo=8$

Varianza/ Corte	Sabaleta	Posta	Huevo Solomo	Sobre-barriga	Espaldilla
Sabor	3,20	3,60	4,33	3,00	4,33
Textura bucal	3,40	2,00	4,50	3,17	4,33
Apariencia	2,80	3,40	2,83	2,00	4,83
Media	3,12	2,90	3,81	2,67	4,49

Tabla 3. Calificación de la percepción sensorial de jueces no entrenados para $Fo=20$ en los cinco cortes

Varianza/ Corte	Sabaleta	Posta	Huevo Solomo	Sobre-barriga	Espaldilla
Sabor	4,00	3,33	4,80	3,20	5,00
Textura bucal	4,00	2,83	5,00	4,20	4,00
Apariencia	3,67	3,50	4,00	2,60	4,40
Media	3,89	3,22	4,60	3,33	4,47

En las pruebas sensoriales realizadas por jueces entrenados sobre los cortes sometidos a los dos tratamientos, donde se valoran los atributos de color, textura bucal, textura visual y sabor, se observa que ellos encuentran una diferencia del 77.7% en el atributo del color, un 84.4% en textura visual, y un 83.3% en la textura bucal. El atributo de sabor es el que menos se afecta con los dos tratamientos térmicos.

De los cinco cortes procesados, tres tienen mejor calidad sensorial con tratamiento térmico equivalente a un $Fo=20$ (espaldilla, sabaleta y posta). Para el tratamiento térmico de $Fo=8$ la mejor calidad sensorial se percibió en los cortes de sobrebarriga y huevo de solomo.

Tabla 4. Variables para la selección de cortes de carne de res

Variables	Músculo Supraespinoso (Sabaleta)		Músculo Romboides (Huevo de Solomo)		Músculo Bíceps Femoral (Posta)		Músculo Dorsal Largo (Espaldilla)		Músculo Cutáneo (Sobrebarriga)	
	Fo=8	Fo=20	Fo=8	Fo=20	Fo=8	Fo=20	Fo=8	Fo=20	Fo=8	Fo=20
Precio por Kg. (\$)	7868	7868	9681	9681	8320	8320	7368	7368	6577	6577
Ajuste del costo por rendimiento \$	15277	15277	11836	11836	15260	15260	15550	15550	14866	14866
Disponibilidad de materia prima	0.52	0.52	1.66	1.66	1.97	1.97	1.9	1.9	0.73	0.73
Facilidad de manipulación	Deficiente	Deficiente	Malo	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Malo

Tabla 5. ANOVA para Log (Firmeza) por Corte

Item	Suma de cuadrados	Df	Media	F-Ratio	P-Valor
Inter grupos	2.05791	4	0.514478	5.14	0.0052
Entre grupo	2.00249	20	0.100124		
Total (Corr.)	4.0604	24			

El estimador indica que las medias inter-grupos para el atributo de firmeza son significativamente diferentes para los diferentes cortes, con una confiabilidad del 95 %.

La tabla 6 informa los resultados de aplicar una prueba de rangos múltiples de Duncan a los datos de firmeza (gf.) por cada corte de carne sometido a condiciones de esterilización con un $F_0 = 8$, con un nivel de confianza del 95%. Para cada par comparado, hay un riesgo del 5% de equivocarse al encontrar diferencias significativas entre pares. Se puede apreciar que el valor de la firmeza es significativamente diferente para los cortes de espaldilla y posta, cada uno comparado independientemente con sabaleta y sobrebarriga; sin embargo, no hay diferencias significativas al comparar espaldilla y posta. Este resultado coincide con la percepción de los jueces entrenados.

Tabla 6. Rangos múltiples para log. Firmeza por corte

Corte	Repeticiones	Media	Grupos homogéneos
Sobrebarriga	5	7.44235	X
Sabaleta	5	7.49569	X
H. solomo	5	7.64005	XX
Espaldilla	5	7.98482	XX
Posta	5	8.18016	X
Contraste		Diferencia	
Espaldilla - H. solomo		0.344775	
Espaldilla - Posta		-0.195338	
Espaldilla - Sabaleta		*0.489134	
Espaldilla - Sobrebarriga		*0.542472	
H. solomo - Posta		*-0.540113	
H. solomo - Sabaleta		0.144359	
H. solomo - Sobrebarriga		0.197696	
Posta - Sabaleta		*0.684472	
Posta - Sobrebarriga		*0.737810	
Sabaleta - Sobrebarriga		0.053338	

* Denota diferencias estadísticamente significativas

Tabla 7. ANOVA para textura bucal por corte

Item	Suma de cuadrados	Df	Media	F-Ratio	P-Valor
Inter grupos	15.44	4	3.86	7.15	0.0010
Entre grupo	0.8	20	0.54		
Total (Corr.)	26.24	24			

El estimador indica que las medias entre-grupos para textura bucal son significativamente diferentes

para cada corte, con una confiabilidad del 95 %, para un $F_0=8$

La tabla 8 expresa para el procedimiento de comparación múltiple, cuál media para textura bucal de los diferentes cortes es significativamente diferente de las otras. Muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. Un asterisco indica que estos pares muestran diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%. En cada columna, los niveles contienen Xs que forman grupos de medias, las cuales no tienen diferencia estadísticamente significativa. Con este método se corre un riesgo del 5% de llamar uno o mas pares de muestras diferente significativamente, cuando su diferencia es igual a 0.

Tabla 8. Prueba de rangos múltiples para textura bucal por corte

Corte	Repeticiones	Media	Grupos homogéneos
Posta	5	2.2	X
Sobrebarriga	5	3.2	X
Sabaleta	5	3.4	X X
Espaldilla	5	4.2	X X
H. solomo	5	4.4	X
Contraste		Diferencia	
Espaldilla - H. solomo		-0.2	
Espaldilla - Posta		*2.0	
Espaldilla - Sabaleta		0.8	
Espaldilla - Sobrebarriga		1.0	
H. solomo - Posta		*2.2	
H. solomo - Sabaleta		1.0	
H. solomo - Sobrebarriga		*1.2	
Posta - Sabaleta		*-1.2	
Posta - Sobrebarriga		*-1.0	
Sabaleta - Sobrebarriga		0.2	

* Denota diferencias estadísticamente significativas.

La tabla 9 de ANOVA descompone la varianza de la apariencia en dos componentes: entre grupos y dentro de grupos. El valor F, en este caso igual a 19.4286, es una relación estimada entre grupo y dentro de grupos. Como el valor P de la prueba es inferior a 0.05, se puede expresar que hay diferencia estadísticamente significativa entre la media de apariencia de un nivel de corte a otro nivel. Esto se puede expresar con un nivel de confianza del 95%. Para determinar cuál de

las medias es diferente significativamente de las otras, se selecciona el test de rangos múltiples.

Tabla 9. ANOVA para apariencia por corte

Item	Suma de cuadrados	Df	Media	F-Ratio	P-Valor
Inter grupos	21.76	4	5.44	19.43	0.0000
Entre grupo	5.6	20	0.28		
Total (Corr.)	27.36	24			

La tabla 10 expresa, para el procedimiento de comparación múltiple, cuál media para apariencia de los diferentes cortes es significativamente diferente de las otras. Muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. Un asterisco indica que estos pares muestran diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%. En cada columna, los niveles contienen Xs que forman grupos de medias, las cuales no tienen diferencia estadísticamente significativa. Con este método, se corre un riesgo del 5% de llamar uno o mas pares de muestras diferentes significativamente, cuando su diferencia es igual a 0.

Tabla 10. Prueba de rangos múltiples para apariencia por corte

Corte	Repeticiones	Media	Grupos homogéneos
Sobrebarriga	5	2.0	X
H. solomo	5	2.8	X
Sabaleta	5	2.8	X
Posta	5	3.4	X
Espaldilla	5	4.8	X
Contraste		Diferencia	
Espaldilla - H. solomo		*2.0	
Espaldilla - Posta		*1.4	
Espaldilla - Sabaleta		*2.0	
Espaldilla - Sobrebarriga		*2.8	
H. solomo - Posta		-0.6	
H. solomo - Sabaleta		0.0	
H. solomo - Sobrebarriga		*0.8	
Posta - Sabaleta		0.6	
Posta - Sobrebarriga		*1.4	
Sabaleta - Sobrebarriga		*0.8	

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

La tabla 11 de ANOVA descompone la varianza del sabor en dos componentes: entre grupos y dentro de grupos. El valor F, en este caso igual a 3.104, es una relación estimada entre grupo y dentro de grupos. Como el valor P de la prueba es inferior

a 0.05, se puede expresar que hay diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor de un nivel de corte a otro nivel. Esto se puede expresar con un nivel de confianza del 95%. Para determinar cuál de las medias es diferente significativamente de las otras, se realiza una prueba de rangos múltiples.

Tabla 11. ANOVA para Log (sabor) por corte

Item	Suma de cuadrados	Df	Media	F-Ratio	P-Valor
Inter grupos	0.78193	4	0.195483	3.10	0.0386
Entre grupo	1.25955	20	0.0629777		
Total (Corr.)	2.04148	24			

La tabla 12 expresa, para el procedimiento de comparación múltiple, cuál media, para sabor en los varios cortes, es significativamente diferente de las otras. Muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. Un asterisco indica que estos pares muestran diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%. En cada columna, los niveles continen Xs que forman grupos de medias las cuales no tienen diferencia estadísticamente significativa. Con este método se corre un riesgo del 5% de llamar uno o mas pares de muestras diferentes significativamente, cuando su diferencia es igual a 0.

Tabla 12. Test de rangos múltiples para Log (sabor) por corte

Corte	repeticiones	media	grupos homogéneos
Sobrebarriga	5	0.993963	X
Sabaleta	5	1.11968	XX
Posta	5	1.27122	X X
H. solomo	5	1.41802	X
Espaldilla	5	1.46264	X
Contraste		Diferencia	
Espaldilla - H. solomo		0.0446287	
Espaldilla - Posta		0.191423	
Espaldilla - Sabaleta		0.34296	
Espaldilla - Sobrebarriga		*0.468681	
H. solomo - Posta		0.146794	
H. solomo - Sabaleta		0.298331	
H. solomo - Sobrebarriga		*0.424053	
Posta - Sabaleta		0.151537	
Posta - Sobrebarriga		0.277259	
Sabaleta - Sobregarriga		0.125722	

* denota diferencias estadísticamente significativa.

Tabla 13. Fuerza en compresión Fo=8

	CODIGO	CORTE	DUREZA gf.
Fo = 8	1	Dorsal Largo (Espaldilla)	3056
	2	Bíceps Femoral (Posta)	2978
	3	Romboides (Huevo de Solomo)	2048
	4	Cutáneo (Sobrebarriga)	1715
	5	Supraespinoso (Sabaleta)	1663

Tabla 14. Fuerza en compresión Fo=20

	CODIGO	CORTE	DUREZA gf.
Fo = 20	1	Bíceps Femoral (Posta)	1927
	2	Dorsal largo (Espaldilla)	1734
	3	Supraespinoso (Sabaleta)	1316
	4	Cutáneo (Sobrebarriga)	1192
	5	Romboides (Huevo de Solomo)	1144

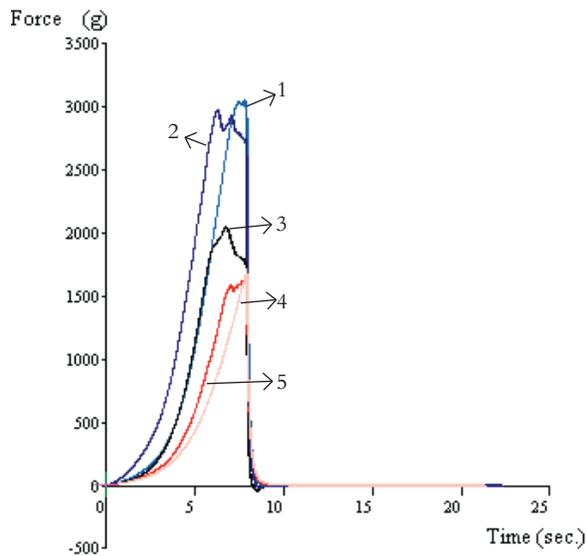


Figura 2. Fuerza de compresión por corte

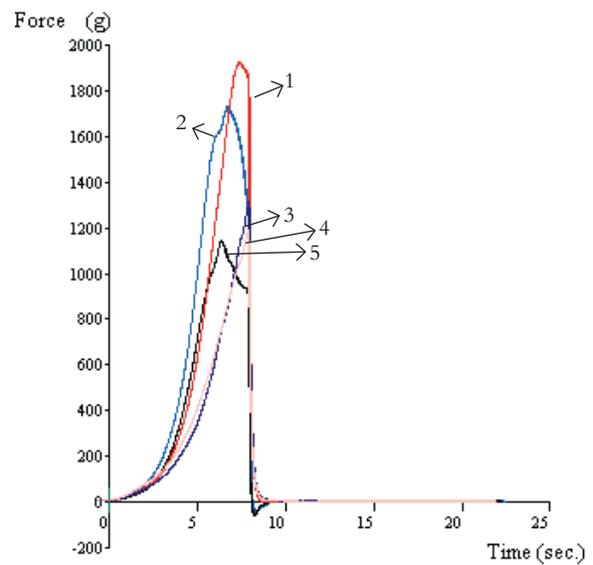


Figura 3. Dureza por corte

Tabla 15. Análisis de regresión múltiple.
Variable dependiente: textura bucal.
Selección de variable por tipo de corte.
T estándar

Parámetro	Estimado	Error	Estadístico	Valor P
CONSTANT	1,77894	0,725872	2,45077	0,0231
Apariencia	0,149523	0,19467	0,768088	0,4510
Firmeza	-0,000451301	0,000197113	-2,28956	0,0325
Sabor	0,648938	0,188827	3,43668	0,0025

Tabla 16. Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Media de cuadrados	F-Ratio	Valor
P					
Modelo	11,2671	3	3,75569	5,27	0,0072
Residual	14,9729	21	0,712996		
Total (Corr.)	26,24	24			

R-cuadrado = 42,94 %
 R-cuadrado (ajuste por d.f.) = 34,79 %
 Error estándar = 0,844391
 Media de error absoluto = 0,616258
 Estadístico Durbin-Watson = 1,82467 (P=0,2781)
 Log 1 residual autocorrelación = 0,0760051

Los resultados de la tabla 15 muestran un modelo de regresión lineal múltiple que describe la relación entre la textura bucal percibida por los jueces no entrenados para los procesos con un $F_0 = 8$ y las variables independientes: apariencia, firmeza y sabor.

La relación está mejor definida por la ecuación:

$$\text{Textura bucal} = 1,77894 + 0,149523 * \text{Apariencia} - 0,000451301 * \text{Firmeza} + 0,648938 * \text{Sabor}$$

El valor P de ANOVA (tabla 16) es inferior a 0.01 (0,0072), por lo tanto se puede afirmar con un nivel de certeza del 99 % que hay una relación estadísticamente significativa entre las variables.

El estadístico de prueba R-cuadrado indica que el modelo explica 42,9 de la variabilidad en la textura bucal

Se puede apreciar que el mayor valor P de las variables independientes es 0,4510, el cual corresponde a la apariencia, indicando que no es una variable estadísticamente representativa en la percepción de la textura bucal. Por lo tanto, para simplificar el modelo se puede omitir de la ecuación.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis estadístico ANOVA, asociado al test de comparación múltiple de Duncan indica que hay diferencia significativa en la firmeza al corte entre el huevo de solomo y la espaldilla, resultando mejor evaluado el huevo de solomo. Sin embargo, el desmechado se hace muy lento y costoso en este corte para industrializar.

En textura bucal por corte hay diferencia significativa entre la sabaleta y la espaldilla.

En apariencia no hay diferencia significativa entre los cortes.

En sabor y corte hay diferencia significativa en los cortes sabaleta y posta.

El análisis de regresión múltiple indica que existe una correlación estadísticamente significativa entre las medidas instrumentales de textura y los valores de análisis sensorial.

Las carnes poseen un rendimiento similar. Sin embargo, la punta de espaldilla presenta mejor rendimiento que los otros cortes y es de fácil desmechado.

La posta es la que presenta menor rendimiento y la más costosa, por ser una pulpa de primera.

El huevo de solomo posee una grasa entre la fibra que hace difícil el desmechado.

La posta es una carne de fácil desmechado.

La sobrebarriga gruesa es una carne demasiado grasosa, con mucho tejido conectivo, muy difícil de desmechar; al hacerlo, la fibra se corta.

De acuerdo con los análisis realizados se encontró que la variable tiempo y el tratamiento térmico de 8 y 20 minutos durante la esterilización, cambian las características sensoriales de color, textura visual y textura bucal, especialmente en la carne desmechada enlatada.

Un análisis de regresión simple para los datos de firmeza de los diferentes cortes durante los dos procesos evaluados indica que, para el rango estudiado, hay una relación lineal entre la firmeza y el tratamiento térmico recibido (Valor P = 0,0372) con una ecuación lineal que explica con una certeza del 95% que el 44 % de la firmeza es una respuesta al tratamiento térmico. Sin embargo, no hay evidencia estadística de que la percepción de la textura bucal esté relacionada con la firmeza del corte (Valor P = 0,4105 para un análisis de regresión lineal entre la variable independiente textura bucal y la variable dependiente firmeza)

CONCLUSIONES

El tratamiento térmico durante 8 minutos y 16 minutos cambia el color de los cortes volviendo más oscuras las muestras que son sometidas a calor por más tiempo.

En cuanto a la textura visual se observa irregularidad en las fibras de cada corte. En la carne proveniente del corte de sobrebarriga se observa más grasa.

La textura bucal es percibida como más blanda y jugosa en la carne proveniente de los cinco cortes a un tiempo de 20 minutos. De igual forma es mejor el sabor en las carnes sometidas a este tiempo.

Los cortes mejor evaluados sensorialmente por los jueces fueron: huevo de solomo, seguido de sabaleta, espaldilla y posta.

La correlación estadística entre el análisis sensorial e instrumental demuestra que el mejor corte para desmechar y esterilizar corresponde a la espaldilla gruesa con un tratamiento térmico de 16 minutos a 121°C y 20 libras de presión, con un menor costo, una mejor textura y un buen rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los jueces del Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia y a la empresa Holasa S.A. y al CODI por la financiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Exchel M. Nuevas tecnologías para medir la suavidad de la carne. s.l.:Carnetec; 2001 enero-febrero. p. 22-24
- Rubensam M, Felicio P, Termignoni C. Effects of the bos indicus genotype on calpastatin activity and texture of beef from steers slaughtered in the south of Brazil. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [Serial en línea] 1998 [Citado 2004 Oct 8] Campinas, 18 (4). Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400009&lng=en&nrm=iso>. Acceso en. Octubre 8 de 2004.
- Tarantilis DC, Kiranoudis CT. Distribution of fresh meat. *J. Food. Eng.* 2002; 51 (1): 85-91.
- Barbut S. Basic anatomy and muscle biology. En: *Poultry products processing and industry guide*. New York: CRC Press; 2002. p. 54-70.
- Astiasarán I, Martínez A. Alimentos. Composición y propiedades. Madrid: McGraw-Hill- Interamericana; 2000. p. 11-17, 27-28.
- Mráz I. The calculation of the lethal effect of heat sterilisation of canned foods and optimization of nutrient retention. *Acta Fytothecnia et Zootecnia* 2001; (4): 209-211.
- Larrañaga IJ, Carballo JM, Rodríguez MM, Fernández JA. Control e higiene de los alimentos. McGraw-Hill-Interamericana de España; 1999 p. 294-308, 319-325
- Frazier WC, Wethoff DC. Microbiología de los alimentos. 4ª ed. Zaragoza: Acribia; 2000. p. 127-128, 537-547.
- Periago P, Ocio MJ, Martínez A. Apparent thermal resistance of bacillus stearothermophilus spores recovered under anaerobic conditions. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 1998;206:63-67.
- USDA. United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. (1999) [Citado 2005 Feb 25]. Modelo HACCP general para productos cárnicos y avícolas procesados térmicamente, bajo esterilización comercial. [Sitio en Internet]. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/nis/outreach/models/HACCP-7_SP.pdf
- Title 21 Code of Federal Regulations Part 113-Thermally processed low-acid foods packaged in hermetically sealed containers (Título 21 Código de Reglamentación Federal Parte 113 – Alimentos de baja acidez procesados térmicamente en recipientes herméticamente sellados) En: FDA. INVIMA Memorias Congreso Tratamientos Térmicos Alimentos Enlatados de Baja Acidez. Medellín: 2006.
- Bow BC, Swartz GL, Gerard DE. Miofibrillas separadas de músculos rojos y blancos del músculo de porcino, responden a diferentes Ph. *J. Sci.* 2001; 79, supl 1.
- NFP. Alimentos enlatados: principios de control del proceso térmico, acidificación y evaluación del cierre de los envases. 6ª ed.. s.l.:The Food Processors Institute; 1995.
- Pearson D. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. España: Acribia; 1976.
- Colombia. Ministerio de Protección Social. Resolución 16379 del 18 de Junio de 2003 - Control metrológico del contenido de producto en preempacados. Bogotá: Ministerio de Protección Social; 2003. .
- García T, Holguín M, Higuera I, Rubio L, Vargas M, Muñoz A, et al.. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. 1998. INVIMA-Bogotá, Colombia. INVIMA. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Bogotá: Invima; 1998
- Lien R. Técnicas para medir la textura de carnes procesadas. *CarnéTec* noviembre, Diciembre 2001: 45-53
- Norma Técnica Colombiana. NTC 3925. Metodología general para el análisis sensorial. Santa Fe de Bogotá. Colombia.
- Otremba MM, Dikeman ME, Milliken GA, Stroda SL, Unruh JA, Chambers E. 4th Interrelationships among evaluations of beef longissimus and semitendinosus muscle tenderness by Warner-Bratzler shear force, a descriptive-texture profile sensory panel, and a descriptive attribute sensory panel *J. Anim Sci.* 1999; 77: 865-873
- Otremba MM, Dikeman ME, Milliken GA, Stroda SL, Chambers E, Chambers DE. 2000. Interrelationships between descriptive texture profile sensory panel and descriptive attribute sensory panel evaluations of beef Longissimus and Semitendinosus muscles. *Meat Sci.* 54:325-332.
- García Y, Perez Villareal B, Cabases. Valoración de la textura de análogos de angula de diferente composición mediante análisis sensorial y medidas instrumentales. *Alimentación Equipos y Tecnología* Junio de 2001: 67-71.
- Huang LH, Juneja VK. A new kinetic model for thermal inactivation of microorganisms: Development and validation using *Escherichia coli* O157: H7 as a test organism. *J. Food. Prot* 2001;(64): 2078-2082.
- Sigurgisladdottir S, Hafsteinsson H, Jonsson A, Lie Ø, Nortvedt R, Thomassen M. *et al.* Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method *Journal of Food Science* 1999; 64 (1): 99-104.
- Desrosier NW. Elementos de tecnología de alimentos. 10ª ed . México: AVI Publishing Company; 1997.
- Desrosier NW. Research highlights. Measuring beef tenderness objectively *Agriculture and Agri-Food Canada*. Summer 2000.2(2): 872-873.
- Ruiz F, Cañete V, Lauzurica S, Velasco S, Pérez C, Onega E. Sensory characterization of meat texture in sucking lambs methodology. En: Libro de resúmenes de los trabajos publicados en la Facultad de Veterinaria de La Universidad Complutense de Madrid. 2005.
- Juneja VK, Eblen BS, Ransom GM. Thermal inactivation of *Salmonella* spp. in chicken broth, beef, pork, turkey and chicken: Determination of D- and Z-values. *Journal of Food Science.* 66 (1): 146-152.
- MURPHY R, MARKS BR, JOHNSON ER, JOHNSON MG. Thermal inactivation kinetics of *Salmonella* and *Listeria* in ground chicken breast meat and liquid medium. *Journal of Food Science* 2000; 65 (4): 706-710.