

# **Efecto del tiempo de acondicionamiento en refrigeración en el rebanado de un jamón reestructurado**

**Departamento de Agroindustria Alimentaria**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2012

ZAMORANO  
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto del tiempo de acondicionamiento en refrigeración en el rebanado de un jamón reestructurado**

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

Presentado por:

**Elisa Botero González**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2012

## RESUMEN

Botero González, E. 2012. Efecto del tiempo de acondicionamiento en refrigeración en el rebanado de un jamón reestructurado. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 16 p.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la reducción del tiempo de acondicionamiento refrigerado (temple) en un jamón reestructurado, en las características sensoriales, los parámetros de calidad y de producción. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro niveles: 18, 24, 30 y 48 horas de acondicionamiento, siendo 48 horas el control. A cada uno de los tratamientos se le realizaron mediciones físicas de color, perfil de textura, análisis microbiológico, análisis sensorial y porcentaje de rendimiento de rebanada. Los resultados indicaron que no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para ninguna de las variables respuesta anteriormente mencionadas, por lo tanto la industria puede ahorrar el 63% del tiempo de acondicionamiento de jamón reestructurado disminuyendo de 48 a 18 h, sin afectar características sensoriales y de calidad.

**Palabras clave:** Enfriamiento, proceso térmico, tiempo de temple.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadro y figura.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1.	Valores medios para los parámetros de color CIELAB, luminosidad (L*), rojo (a*), amarillo (b*) del jamón reestructurado.....	9
2.	Valores medios para las variables de textura en el jamón reestructurado.....	10
3.	Resultado análisis microbiológico para el jamón reestructurado.....	10
4.	Porcentaje de reelaboración para los tiempos de temple (18, 24, 30, 48 h).....	11
5.	Ahorro de costos de enfriamiento con la reducción del tiempo de temple de 48 h a 18 h.....	12

Figura		Página
1.	Posición de los sensores térmicos dentro de la torreprensa.....	4
2.	Esquema de puntos calientes dentro de la cava 7.....	5
3.	Curva de temperatura de las barras de jamón reestructurado desde cocción hasta finalización de tiempo de temple.....	8

# 1. INTRODUCCIÓN

En la constante búsqueda de la eficiencia en la producción, la creciente demanda de productos cárnicos obliga a la industria a buscar nuevas soluciones para reducir al mínimo el tiempo empleado en las diferentes fases del proceso con la finalidad de aumentar la productividad.

Continuamente, el jamón es sometido a tratamiento térmico de cocción, con la finalidad de eliminar microorganismos que perjudiquen la salud del consumidor y generar las características sensoriales finales. Al terminar este proceso, es necesario disminuir la temperatura rápidamente para garantizar la inocuidad del producto (González *et al.* 2009).

El jamón es uno de los productos cárnicos cocidos más consumidos a nivel mundial y las investigaciones que relacionan los efectos de los tratamientos térmicos (frío y calor) con los parámetros de calidad son muy escasas (Cheng *et al.* 2004).

La necesidad de reducir los tiempos de proceso y el nivel de inventarios, es de suma importancia para las empresas procesadoras. Históricamente, los parámetros de proceso no se varían por el desconocimiento de ciertos fenómenos y nuevas investigaciones son necesarias para sustentar los mejoramientos.

Estudios realizados enuncian el tiempo de acondicionamiento como una condición del proceso, pero no se argumenta la razón de ese tiempo (Krause *et al.* 2011). Dichos autores estipulan para su experimento una refrigeración entre 0 y 2 °C por 18 horas para ser rebanado el jamón.

Actualmente en la planta de producción de industria de alimentos Zenú, el jamón reestructurado antes de ser rebanado, es sometido a un período de “temple” de 48 horas. Por temple, se entiende: el tiempo en unas condiciones de refrigeración determinadas, para asegurar las características sensoriales y garantizar la adecuada operación de rebanado con mínima reelaboración. Hoy en día se pretende profundizar en los reales efectos de este tiempo de temple, para conocer si es posible reducirlo sin sacrificar los parámetros sensoriales, de calidad y de producción (Industria de Alimentos Zenú 2003).

Anteriormente en la planta de producción de Industria de Alimentos Zenú, en algunas referencias de jamón de bajo gramaje (100 y 200 g) ha sido posible rebanar en menos tiempo de lo estipulado sin afectar ninguna condición del producto o del proceso. Referencias de mayor gramaje (450 g) no presentan similares resultados y las principales consecuencias están en el aumento de la reelaboración y el trabajo a velocidad reducida (Industria de Alimentos Zenú 2003).

Al reducir el tiempo de temple sin afectar las características sensoriales, los parámetros de producción y de calidad, se pretende aumentar la rotación de los inventarios en las cavas de enfriamiento, aumentar la productividad y de esta forma, lograr una posible reducción de costos del producto final.

El objetivo de este estudio fue establecer el tiempo máximo de temple necesario para rebanar un jamón reestructurado bajo las condiciones actuales de la planta estudiada, sin afectar las características sensoriales, los parámetros de calidad y de operación establecidos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El estudio se realizó en las instalaciones de la planta de producción Medellín del grupo Nutresa, Industria de Alimentos Zenú, específicamente en la línea de jamones. Todos los análisis físicos, sensoriales y microbiológicos fueron realizados dentro de las instalaciones mencionadas. La planta está ubicada en la ciudad de Medellín, en el departamento de Antioquía, Colombia.

**Materiales.** Jamón de cerdo reestructurado

### Equipo

- Cuarto frío intenso ( $-20 \pm 2$  °C) (Velocidad:10 m/s)
- Ganchera
- Cuarto de enfriamiento de moldes ( $2 \pm 2$  °C)
- Cuarto de enfriamiento de barras ( $0 \pm 2$  °C)
- Rebanadora
- Empacadora
- Selladora
- Colorímetro Minolta CM700d-600d
- TA-XT2i Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Halsemere.

**Ensayo exploratorio 1.** Se eligieron tiempos de proceso que incluyeran un valor extremo, para entender los efectos y plantear posibles niveles del diseño final. Se seleccionaron tiempos claves en el proceso: al finalizar frío intensivo (3 h), al momento del desmolde (18 h), a las 48 h como comúnmente se realiza y a las 70 horas, como valor extremo. Los moldes fueron extraídos de la torre prensa y almacenados en un cuarto frío de 0 a 4 °C.

**Exploratorio 2.** Se construyó el perfil interno de temperatura con sensores térmicos inalámbricos, desde el embutido, hasta el momento de rebanado, para diferentes ubicaciones de la torre prensa, con el fin de conocer las variaciones de temperatura en el proceso de elaboración y dentro de la torre prensa (Figura 1).

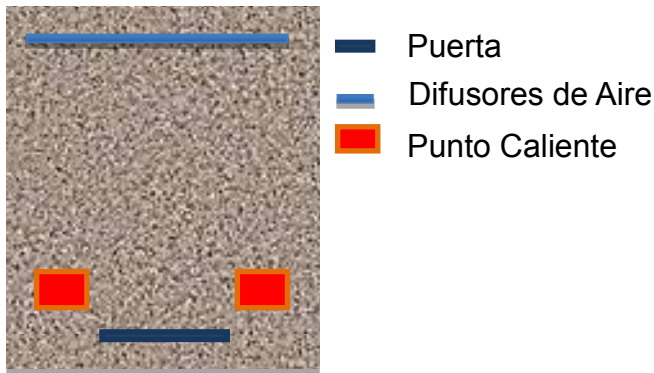




Figura 1. Posición de los sensores térmicos dentro de la torreprensa.

**Diseño Experimental.** El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. Los niveles del factor controlable, tiempo de temple, fueron seleccionados por los expertos en forma fija de una población infinita de tratamientos; por lo tanto, las inferencias realizadas a partir de los datos obtenidos en el experimento se pueden aplicar solo a los niveles seleccionados previamente. Estos niveles corresponden a 18, 24, 30 y 48 horas después de tratamiento térmico, siendo 48 horas el control.

Para llevar a cabo el experimento, se estudiaron cuatro lotes de producción, los cuales obedecen a cada una de las repeticiones realizadas. Para cada uno de los lotes se seleccionaba de manera aleatoria una torreprensa que contiene 70 barras de jamón. La torreprensa se ubicó en la zona crítica de la cava 7 la cual corresponde al costado derecho, cerca a la puerta del cuarto de frío como se puede observar en la figura 2. Al cumplir el tiempo estipulado en esta cava (15 h) se procedía al desmolde y allí se asignaban los tratamientos al azar (18, 24, 30, 48 h), seleccionando cinco barras por cada uno; estas eran ubicadas en la cava 14 ( $0 \pm 2$  °C). Al aplicar el tratamiento correspondiente, se seleccionaba una barra representativa a la cual se le realizaba el perfil de textura; las otras cuatro barras eran rebanadas con los parámetros de producción establecidos en el protocolo; a las rebanadas se les realizaba la medición de color, análisis sensorial y análisis microbiológico.



**Cava**  
**7**

Figura 2. Esquema de puntos calientes dentro de la cava 7.

Los lotes de producción representan una restricción sobre la aleatorización de los tratamientos, es por esto que se usó el principio de formación de bloques para eliminar el efecto de éste factor sobre las variables respuesta, es decir, sustraer del error experimental sistémico proveniente de la variabilidad producida por las condiciones bajo las cuales ha sido tratado cada lote de producción.

Los datos recolectados fueron analizados en el programa estadístico Minitab® 14 mediante un análisis de varianza ANDEVA ( $P < 0.05$ ) para evaluar la significancia de los parámetros del modelo. También se realizaron análisis estadísticos para comparar las medias de los tratamientos si llegasen a existir diferencias significativas entre los tratamientos mediante la separación de medias Tukey.

**Tratamientos.** Los tratamientos realizados fueron 18, 24, 30 y 48 horas después de tratamiento térmico. Siendo el tratamiento de 48 horas el control.

**Color.** Para la determinación del color se seleccionó el espacio de color CIE LAB siguiendo el procedimiento descrito por Cassens *et al.* (1995), obteniéndose las coordenadas luminosidad ( $L^*$ ), coordenada rojo-verde ( $a^*$ ), coordenada amarillo-azul ( $b^*$ ) y las magnitudes psicofísicas croma ( $C^*$ ) y tono ( $h^\circ$ ). Para ello se utilizó un espectrofotómetro de esfera integradora Konica Minolta Modelo CM - 700d. (Geometría de medición d/8), y Software On Color QC. Las mediciones se realizaron con iluminante D65, ángulo del observador  $10^\circ$  y 8 mm de apertura (AMSA 1991; Honikel 1998). Se tomaron 10 datos aleatoriamente en la superficie de las rebanadas de jamón, de acuerdo con el diseño experimental.

**Textura.** Se evaluó el perfil de textura (TPA) utilizando un texturómetro TA-XT2i Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Halsemere. Las muestras del jamón fueron cortadas en forma de cilindro de 25 mm de diámetro y 30 mm de alto, fueron comprimidos dos veces al 50% de su altura original con un plato de compresión de 75 mm

de diámetro (SMSP/50). Las curvas de tiempo contra fuerza fueron registradas a una velocidad de 50 mm/min. El resultado para cada tratamiento equivale al valor medio de cinco mediciones.

**Análisis microbiológico.** Se realizaron análisis microbiológicos de cada tratamiento de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC 1325, 2008) para mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Staphylococcus aureus*, esporas de *Clostridium sulfito reductor*, *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes*.

**Análisis sensorial.** Se realizó una prueba triangular con el objetivo de determinar si existían diferencias sensorialmente perceptibles entre cada uno de los tratamientos respecto al control. A siete panelistas entrenados bajo las normas (NTC 4129, 1997; NTC 4130, 1997) pertenecientes al Centro de Investigación y Desarrollo de Industria de Alimentos Zenú S.A.S- Negocio Cárnico, se les presentó un grupo de tres muestras aleatorizadas, en las cuales una era diferente y dos idénticas. Al final de la prueba se contó el número de respuestas correctas y se determinó su significancia con un nivel de confianza del 95%. La prueba se realizó por duplicado para cada tratamiento en las cuatro repeticiones según los parámetros establecidos por la norma NTC 2681, 2006.

Porcentaje de reelaboración. Todo material que no cumplía con parámetros de calidad establecidos era seleccionado como reelaboración para posteriormente ser pesado. El límite máximo establecido por calidad para este parámetro es de 3.1%. El porcentaje de reelaboración (% R) era calculado con la fórmula 1:

$$\% R = \frac{\text{Cantidad seleccionada para reelaborar (kg)} * 100}{\Sigma \text{Peso de la barra (kg)}} \quad [1]$$

**Análisis Estadístico.** Los datos recolectados fueron analizados en el programa estadístico Minitab® 14 mediante un análisis de varianza ANDEVA (P < 0.05) para evaluar la significancia de los parámetros del modelo. También se realizaron análisis estadísticos para comparar las medias de los tratamientos si llegasen a existir diferencias estadísticamente significativas separándolas por medio de la prueba de Tukey.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Ensayo exploratorio 1.** Después de llevar a cabo el estudio se determinó que tres y 70 horas no eran relevantes en el proyecto, ya que la temperatura interna del producto se encontraba entre 12 y 20 °C en las barras de tres horas; por lo tanto, no era óptima para el tajado, la cual debe encontrarse entre -1 a 1 °C. A las 70 horas sobrepasa el tiempo máximo estimado para el ciclo de producción. Este ensayo ayudó a clarificar la forma de toma de dato, los aspectos claves a tener en cuenta y dio pie a realizar el ensayo exploratorio dos ya que se pudo observar que las temperaturas de las barras dentro de la torreprensa eran muy heterogéneas, por lo tanto fue necesario estudiar el proceso térmico de seis barras de jamón mediante sensores térmicos inalámbricos, para determinar una curva de temperaturas y poder seleccionar los niveles a estudiar. Se notó que 18 y 48 h eran niveles importantes para tener en cuenta en el estudio.

**Ensayo exploratorio 2.** Al obtener la curva de temperatura del proceso de jamón reestructurado se lograron identificar los puntos calientes de las barras de jamón dentro de la torreprensa. Se encontraron variaciones de este punto en el proceso, es decir, a las 18 h y 24 h el centro de la torreprensa se encontraba a temperatura más alta que las demás ubicaciones y 30 h y 48 h en la parte superior.

Además de la identificación de estos puntos calientes, se pudieron determinar los niveles para el diseño experimental, el cual corresponde al tiempo donde se homogenizan las temperaturas de las barras (24 h) y 30 h, donde todas las barras entran en el rango óptimo de rebanado ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) como se puede observar en la Figura 3.

Como se puede notar en la figura 5 el proceso de cocción de las barras de jamón alcanza una temperatura de  $73 \pm 3^\circ\text{C}$  en tres horas. Una vez finaliza el proceso térmico caliente, las torreprensas son movilizadas a las cavas de frío intensivo donde permanecen tres horas, alcanzando temperaturas al final de este proceso en un rango de 10 a 20 °C, lo cual cumple con la ley de enfriamiento de productos cárnicos cocidos de Estados Unidos de América que enuncia que la temperatura interna del producto no debe permanecer por más de 1.5 horas de 54 a 27 °C y no más de cinco horas entre los 27 °C hasta los 4 °C (FSIS 1999). Al finalizar frío intensivo las torreprensas son movilizadas a la cava 7 (0-4 °C) donde permanecen de 15 a 18 horas; en el caso graficado corresponde a 19 horas para ser pasado al desmolde y posteriormente a la cava 14 para permanecer de 22 a 30 horas antes de ser sometidos al proceso de rebanado alcanzando una temperatura aproximada de 1 °C.

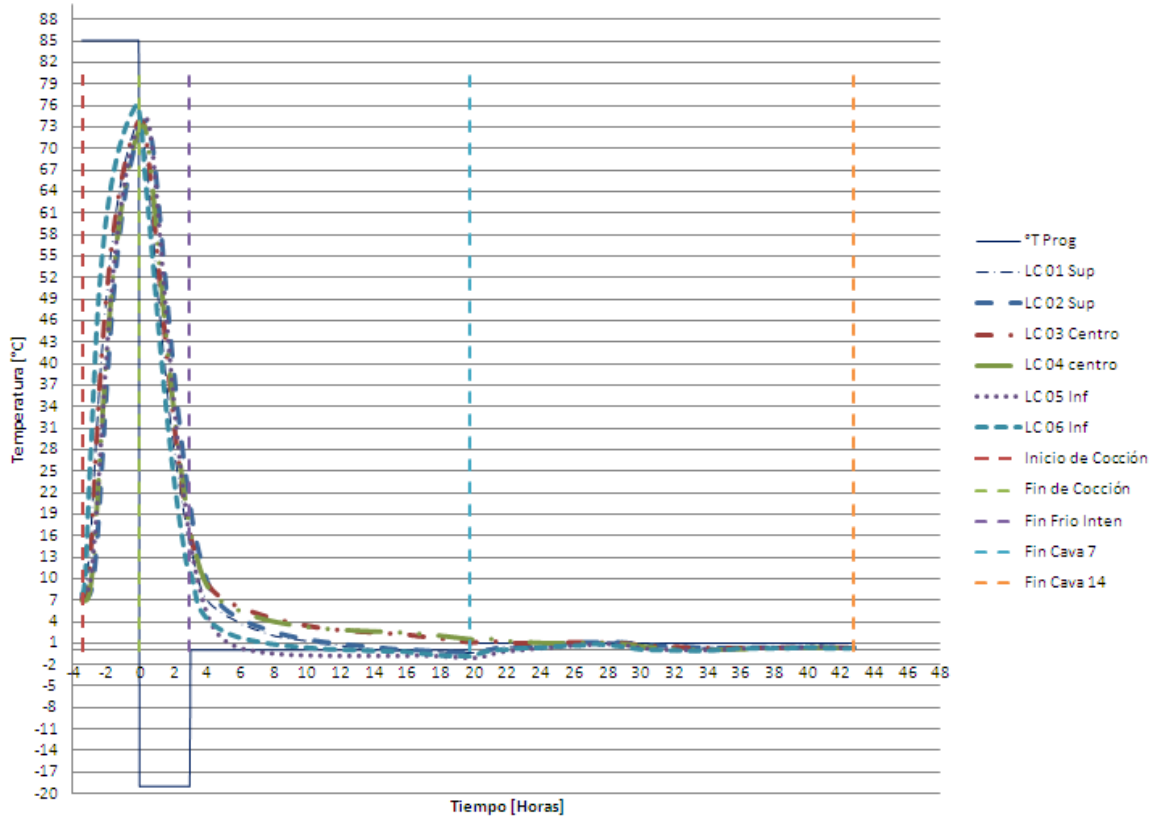


Figura 3. Curva de temperatura de las barras de jamón reestructurado desde cocción hasta finalización de tiempo de temple

Fuente: Zenú, Centro de Investigación y Desarrollo, línea de investigación procesos térmicos.

**Color.** Con relación a las componentes de color del jamón reestructurado, no se obtuvieron resultados estadísticos significativos ( $P > 0.05$ ) entre los diferentes tiempos de temple (18, 24, 30, 48 h) sobre la luminosidad ( $L^*$ ), color rojo- verde ( $a^*$ ) y amarillo-azul ( $b^*$ ) del producto. Según Toldrá (2010), el jamón cocido tiene un color rosado claro curado como consecuencia de la adición de nitrito. El nitrito es reducido a óxido nítrico el cual reacciona con la mioglobina formando nitrosilhemocromo lo cual otorga un color rojizo. Este color cambia de rojo a rosado durante el proceso térmico, especialmente a temperaturas mayores de 65 °C lo cual concuerda con las temperaturas alcanzadas en este estudio. El uso de colorantes naturales o artificiales también pueden generar tonalidades típicas de color.

Los valores obtenidos para las coordenadas de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en este estudio concuerdan con los encontrados por Sabillón (2008) para el mismo tipo de jamón siendo  $L^*$  (53.51),  $a^*$  (15.92) y  $b^*$  (14.4). Según Válková *et al.* (2007), en un estudio realizado en la determinación de las características físico-químicas y sensoriales de un jamón de cerdo cocido, las características de color de las muestras se encontraban en un rango de 61.57 a 68.97 para el valor  $L^*$ , 8.14 a 13.95  $a^*$ , 6.60 a 9.70  $b^*$ , similares a los obtenidos en este estudio.

Rojo *et al.* (2007) realizaron un estudio donde determinaron las características físico-químicas de un jamón de cerdo y establecieron que los componentes de color debían ser L ( $57.38 \pm 1.44$ ), a\* ( $11.09 \pm 0.53$ ) y b\* ( $11.13 \pm 0.57$ ).

Cuadro 1. Valores medios para los parámetros de color CIELAB, luminosidad (L\*), rojo (a\*), amarillo (b\*) del jamón reestructurado.

TRT	Coordenadas de Color		
	L* (NS) Media $\pm$ DE	a*(NS) Media $\pm$ DE	b*(NS) Media $\pm$ DE
18 h	60.22 $\pm$ 1.63	12.07 $\pm$ 0.58	10.16 $\pm$ 1.04
24 h	61.38 $\pm$ 0.54	11.24 $\pm$ 0.65	10.12 $\pm$ 1.62
30 h	61.56 $\pm$ 0.32	11.66 $\pm$ 0.39	11.63 $\pm$ 0.93
48 h	60.79 $\pm$ 2.60	11.49 $\pm$ 0.84	9.58 $\pm$ 0.88
CV (%)	2.09	5.28	10.89

(NS): No Significativo ( $P > 0.05$ ).

DE: Desviación Estándar

CV: Coeficiente de Variación

**Perfil de textura.** A partir del análisis estadístico se concluye que los diferentes tiempos de temple en estudio no tienen un efecto estadísticamente significativo ( $P > 0.05$ ) en las características del perfil de textura para el producto jamón reestructurado. Por lo anterior, se concluye que ningún tratamiento presenta diferencia estadísticamente significativa en la textura del producto respecto al control (tiempo de temple = 48 h).

La textura de un jamón reestructurado depende de varios factores como lo son: el grado de calentamiento, el contenido de humedad del mismo, el grado de proteólisis y la cantidad de tejido conectivo que posea. También factores propios del procesamiento como los métodos de enfriamiento pueden afectar la terneza, jugosidad, textura en general, aceptabilidad y color curado (Desmond *et al.* 2000). En este caso al variar el tiempo de enfriamiento no se obtuvieron diferencias significativas en las características descritas anteriormente.

La dureza representa la fuerza necesaria para producir una deformación; Cheng y Sun (2005) demuestran que un jamón de cerdo reestructurado debe tener una dureza de 98.3 N y una gomosidad de 40 N siendo esta la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado listo para engullir, lo cual concuerda con los valores encontrados en el presente estudio (Cuadro 2).

Según Dutra *et al.* (2012), un jamón de cerdo cocido reestructurado tendrá una cohesividad de  $0.537 \pm 0.03$ ; entendiéndose por esta variable como la fuerza de la unión interna de las partículas que conforman el jamón. Esta medida concuerda con la encontrada en este estudio como puede notarse en el cuadro 2.

La masticabilidad se refiere al trabajo requerido para llevar una muestra de alimento al punto en el cual ya puede ser ingerido. Según Dutra *et al.* (2012), esta variable en jamón de cerdo cocido reestructurado debe encontrarse entre  $40.53 \pm 0.33$  N×mm lo cual concierne con los valores encontrados en los análisis de este estudio.

Cuadro 2. Valores medios para las variables de textura en el jamón reestructurado

TRT	Variables Textura			
	Dureza(N) (NS)	Cohesividad (NS)	Gomosidad (N) (NS)	Masticabilidad(N×mm) (NS)
	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE
18 h	103.97 ± 15.86	0.59 ± 0.11	59.96 ± 5.26	50.18 ± 5.26
24 h	94.45 ± 16.01	0.58 ± 0.11	53.14 ± 0.33	43.25 ± 2.98
30 h	102.39 ± 11.02	0.62 ± 0.04	63.30 ± 6.63	53.58 ± 7.30
48 h	102.89 ± 10.97	0.52 ± 0.07	53.17 ± 5.79	46.33 ± 5.36
CV (%)	13.40	14.29	7.69	10.64

(NS): No Significativo (P > 0.05)

DE: Desviación Estándar

CV: Coeficiente de variación

N: Newton

**Análisis microbiológico.** Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio se encontraron dentro de los rangos establecidos en la Norma Técnica Colombiana (NTC 1325, 2008) para mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Staphylococcus aureus*, esporas de Clostridium sulfito reductor, *Salmonella Sp.* y *Listeria monocytogenes* y los tratamientos no difieren en estos resultados.

Cuadro 3. Resultado análisis microbiológico para el jamón reestructurado

TRT	Mesófilos (UFC/g)	Acido lacticas (UFC/g)	Coliformes Totales (UFC/g)	Coliformes Fecales (UFC/g)	S. aureus (UFC/g)	Esporas Clostridium Sulfito Red. (UFC)	<i>Salmonella</i> <i>sp/25g</i>	<i>Listeria</i> <i>monocytogene</i> <i>s/25g</i>
	<100.000UF C/g	-	500UFC/g	<10UFC/g	<100UFC/ g	<100UFC/ g	Ausencia/25 g	Ausencia/2 5g
18	<100	<100	<10	<10	<10	<10	Ausencia	Ausencia
24	<100	<100	<10	<10	<10	<10	Ausencia	Ausencia
30	<100	<100	<10	<10	<10	<10	Ausencia	Ausencia
48	<100	<100	<10	<10	<10	<10	Ausencia	Ausencia

UFC: Unidades formadoras de colonia.

**Análisis sensorial.** Se encontró que para un nivel de confianza del 95% y según el tipo de análisis estadístico utilizado, los panelistas no percibieron diferencias estadísticamente

significativa ( $P > 0.05$ ) entre las muestras. Según la NTC 2681 y Meilgaard *et al.* (1999), para el número de muestras consideradas, el mínimo de respuestas afirmativas requerido para que exista diferencia estadísticamente significativa es nueve, ninguno de los resultados encontrados iguala o supera este número. Estos resultados concuerdan con Meilgaard *et al.* (1999), en donde enuncian que para un nivel de confianza del 95% y 14 panelistas deben haber nueve o más respuestas correctas para que existan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en la prueba triangular.

**Porcentaje de reelaboración.** Como se puede notar en el cuadro 4 los promedios de reelaboración de los cuatro niveles evaluados (18, 24, 30,48 h) son inferiores al límite máximo establecido por el departamento de calidad de la empresa (3.1%); por lo tanto cualquiera de estos esta dentro de los parámetros de calidad determinados.

Xargayó *et al.* (2009) argumentan que el rendimiento del rebanado esta determinado principalmente por dos factores: la cohesión y firmeza del músculo y consistencia del mismo. La cohesión del músculo está determinada por la extracción de proteínas miofibrilares durante el proceso de manufactura, las cuales forman un exudado y tienen la capacidad de ligar los músculos, por lo tanto, con una mejor unión de estos el rebanado se optimizará. Esta extracción está determinada principalmente por acciones químicas y mecánicas.

Xargayó *et al.* (2009) realizó un estudio donde comparaban el efecto de la tenderización en el rendimiento de rebanado; para el tenderizador utilizado en el presente estudio y con condiciones similares se determinó que el rendimiento del rebanado de un jamón reestructurado debe encontrarse entre 94.7 y 96.5% es decir con un porcentaje de reelaboración y desperdicio de 3.5 a 5.3%. De acuerdo a lo anterior en el presente estudio, los cuatro tratamientos (18, 24, 30 y 48 h) se encuentran por debajo de 3.1% lo cual es menor que el límite inferior establecido por Xargayó *et al.* (2009).

Cuadro 4. Porcentaje de reelaboración para los tiempos de temple (18, 24, 30, 48 h)

TRT	Reelaboración (%) (NS) Media $\pm$ DE
18 h	2.98 $\pm$ 0.25
24 h	2.75 $\pm$ 0.55
30 h	2.56 $\pm$ 0.51
48 h	3.08 $\pm$ 0.08
CV (%)	12.08

(NS): No Significativo ( $P > 0.05$ )

DE: Desviación Estándar

CV: Coeficiente de Variación



**Ahorro de costos de enfriamiento.** Como se puede observar en el cuadro 5 al obtener una reducción del 63% del tiempo de temple de 48 h a 18 h se logró una disminución significativa en los costos, obteniendo una diferencia por paquete de \$ 0.008 lo cual representa \$ 35,073 anuales de reducción de costos.

Cuadro 5. Ahorro de costos de enfriamiento con la reducción del tiempo de temple de 48 h a 18 h.

	Costos(USD/Paquete 450 g)
Costos 48 h de refrigeración	1.716
Costo 18 h de refrigeración	1.707
Ahorro	0.008
Unidades Anuales (Paquetes)	4,208,760
Ahorro anual (USD)	35,073

## **4. CONCLUSIÓN**

Bajo los parámetros establecidos en el diseño experimental de este trabajo, se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa para ninguna de las variables (textura, color, porcentaje de reelaboración y análisis sensorial) en los niveles fijados, por lo tanto 18 horas es el tiempo máximo de refrigeración necesario para rebanar un jamón reestructurado con las mismas características encontradas en este estudio.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Validar la vida de anaquel del tratamiento seleccionado en este trabajo (18 h).
- Evaluar los efectos antes de 18 h en diferentes puntos del proceso.
- Evaluar la modificación del sistema de frío intensivo con la finalidad de llevar las barras hasta temperaturas óptimas de tajado ( $0 \pm 1$  °C) homogéneamente.

## 6. LITERATURA CITADA

AMSA. 1991. Guidelines for meat color evaluation. In Proceedings 44th Annual Reciprocal Meat Conference (pp. 1 – 17), 9 – 12 Junio 1991, Kansas, USA.

Cassens, R, G. Demeyer, D. Eikelenboom, G. Honikel, K. Johansson, G. Nielsen, T. Rennerre, M. Richardson, Y. y R. Sakata. 1995. Recommendation of reference method for assessment of meat color. In Proceedings of 41 st International Congress of Meat Science and Technology (pp. 410-411). 28 Agosto 2 Septiembre 1995, San Antonio, USA.

Cheng, Q, D. Sun, A. Scannell. 2004. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. Meat Science. 67:427-433

Cheng, Q. y Sun, D.2005. Improving the quality of pork ham by pulsed vacuum cooling in water. Department of Biosystems Engineering. University College Dublin. National University of Ireland. Dublin, Ireland.

Desmond, E.M.T.A, P. Kenny, P. Ward, D.W. Sun. 2000. Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. Meat Science 56:271-277.

Dutra, M.P, G.P. Cardoso, E. Ramos, A. Ramos, A.C. Pinheiro, P.R. Fontes. 2012. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. Universidad de Federal de Lavras. UFLA. Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA. Lavras, Brasil.

Food Safety and Inspection Service, FSIS. 1999. Compliance Guidelines for Cooling Heat-Treated Meat and Poultry Products (Stabilization). Consultado 15 julio de 2012. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/oa/fr/95033F-b.htm>

González, M, H. Suárez, O. Martínez. 2009. Análisis estructural de la carne de jamón durante el proceso de cocción y temperatura de almacenamiento. Rev.MVZ Córdoba 14(3): 1803-1811.

Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49(4), 447-457.

Industria de Alimentos Zenú S.A.S. 2003. Protocolo de Almacenamiento Jamón Reestructurado.

Krause , B.L, J.G. Sebranek, R.E. Rust, A. Mendonca. 2011. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground cooked and sliced ham. *Meat Science*. 89, 507-513

Meilgaard, M, G.V. Civille, B.T. Carr. 1999. *Sensory evaluation techniques*. Third edition, Boca Raton, Estados Unidos, CRC. 387 p

NTC 1325. Norma técnica Colombiana 1325. 2008. *Productos cárnicos procesados no enlatados*. Quinta actualización.

NTC 4129. Norma Técnica Colombiana 4129. 1997. *Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores parte I. Evaluadores seleccionados*.

NTC 4130. Norma Técnica Colombiana 4129. 1997. *Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores parte II. Expertos*.

NTC 2681. Norma Técnica Colombiana 2681. 2006. *Análisis Sensorial. Metodología. Ensayo triangular*. Primera actualización.

Rojo, A.D, C. Pérez, J.A. García, H. Janacua. 2007. *Propiedades físico-químicas de jamones elaborados con carne pálida, suave y exudativa de cerdo*. *Tecnociencia*. Vol. I, No. 1. 17-25

Sabillón Galeas, L.E. 2008. *Efecto de la  $\kappa$ -carragenina y lactato de sodio sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un jamón picado de cerdo en anaquel iluminado y sin iluminar*. Tesis Ing. en Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 49 p.

Toldrá, F. 2010. *Handbook of meat processing*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing. 566p.

Válková V, A. Saláková, H. Buchtová, B. Tremlová. 2007. *Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham*. *Meat Science*. 77, 608-615

Xargayó, M, J. Lagare, E. Fernández, D. Borrell, D., Sanz. 2009. *The impact of tenderization on increased slicing yield (en línea)*. Consultado 24 de Julio de 2012. Disponible en <http://en.metalquimia.com/articles/technological-documents/the-impact-of-tenderization-on-increased-slicing-yield/>