

Propiedades físico-químicas de jamones elaborados con carne pálida, suave y exudativa de cerdo

Physicochemical properties of hams manufactured with pale, soft and exudative meat of pig

ALMA DELIA ALARCÓN ROJO, CRISTINA PÉREZ LINARES,
JOSÉ ARTURO GARCÍA MACÍAS Y HÉCTOR JANACUA VIDALES*

Resumen

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar las propiedades físico-químicas de jamones elaborados con 0, 10 y 20% de carne de cerdo con características pálida, suave y exudativa, así como determinar el rendimiento en jamón al adicionar carragenina como agente ligador. Los datos fueron analizados estadísticamente en un diseño de cuadro latino con cuatro repeticiones por tratamiento en el experimento 1 y tres en el experimento 2, y las medias fueron sometidas a contrastes ortogonales. No hubo efecto ($P>0.05$) de los porcentajes de carne pálida, suave y exudativa y del almacenamiento en el color, pH, esfuerzo de corte, capacidad de retención de agua y proteína total. La calidad sensorial no fue diferente ($P>0.05$) entre el jamón PSE y el control, no obstante el jamón con el 20% mostró ($P>0.05$) la mayor pérdida por cocimiento y almacenamiento. La adición de los niveles de carne disminuyó ($P<0.05$) el pH de los jamones al día 1 de almacenamiento (5.90, $P>0.05$). La adición de carragenina no modificó ($P>0.05$) la capacidad de retención de agua, esfuerzo de corte, color y calidad sensorial de los jamones normales y con C-PSE, pero sí redujo ($P>0.05$) la pérdida de peso por cocimiento y por almacenamiento. Los resultados sugieren que la adición de hasta un 20% de C-PSE y carrageninas para los jamones reestructurados no tiene efectos perjudiciales en la calidad del producto.

Palabras clave: Carne pálida, suave, exudativa, PSE, pH, retención de agua.

Abstract

Two experiments were conducted. The objective of the first one was to evaluate the physical-chemical properties of ham elaborated with 0, 10 and 20% of pale, soft and exudative (PSE) pork meat and stored for 1, 7 and 14 d at chilling temperatures. The objective of the second one was to determine the physical-chemical properties and yield of hams elaborated with PSE pork meat with carrageenan. Data were analyzed by a Latin square design with four measurement in each treatment for experiment 1 and three for experiment 2, and the means were analyzed by orthogonal contrast. There was no effect ($p>0.05$) of PSE-meat level and storage time on color, pH, shear force, water-holding capacity and total protein of hams. The 20% PSE hams showed the highest ($p>0.05$) cooking and storage losses. The addition of PSE meat decreased ($p<0.05$) ham pH at day 1 of storage. The addition of carrageenan did not change ($p>0.05$) water-holding capacity, shear force, color and sensory quality of both normal and PSE hams, though it decreased ($p>0.05$) cooking and storage losses of hams. These results suggest that the addition of up to 20% PSE meat and carrageenan to restructured hams had no detrimental effect on product quality.

Keywords: pale, soft, exudative pork, pH, PSE, shear force, water-holding capacity.

* Profesores de la Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico Francisco R. Almada, km 1 de la carretera Chihuahua-Cuauhtémoc, Chihuahua, Chih., México, 31031, tel. (614) 434 0363, aalarcon@uach.mx.

Introducción

La industria porcina se ha enfocado a producir animales con una mayor capacidad de deposición de tejido magro, como respuesta a la demanda del consumidor. La selección genética ha dado como consecuencia un aumento en la susceptibilidad al estrés de los animales, la cual es heredada a través de un gen conocido como *gen del estrés* o *gen halotano*.

Los animales con este gen suelen presentar modificaciones en su metabolismo (Wirth, 1985). Después del sacrificio se inicia un rápido descenso del pH, provocando una desnaturalización proteica que da origen a la carne pálida, suave y exudativa (C-PSE). La C-PSE presenta baja capacidad de retención de agua (Fortin y Raymond, 1987), mayores pérdidas por cocimiento, baja jugosidad y blandura, lo que limita la capacidad de elaboración de productos cárnicos (Woltersdorf y Troeger, 1990). Estas características de la carne PSE se pueden presentar también en la carne de animales que han sido estresados en las etapas inmediatas al sacrificio, independientemente de su naturaleza genética (Schwagele *et al.*, 1992).

En la actualidad, la presencia de C-PSE en la industria procesadora de Chihuahua es superior al 10% anual, y es más elevado en los meses de mayo a agosto. La importancia radica en que la C-PSE se presenta en las piezas de mayor valor económico del cerdo: el lomo y la pierna (Schwagele *et al.*, 1992). Esto ocasiona rendimientos económicos bajos en los productos elaborados con esos músculos, como es el caso de los jamones tipo York y tipo español. Por lo anterior, la industria cárnica se ha visto en la necesidad de hacer modificaciones en la formulación de los productos para asegurar la calidad de los mismos. Las carrageninas han sido ampliamente usadas como ligadoras, debido a que mejoran la textura, aumentan la capacidad de retención de agua y reducen la pérdida de peso del producto durante el cocimiento y/o almacenamiento (anónimo, 1994). Se realizaron dos experimentos. El objetivo del primer experimento fue evaluar las propiedades físico-químicas y el efecto del almacenamiento de jamones elaborados con diferentes porcentajes de C-PSE. El objetivo del segundo experi-

mento fue evaluar las propiedades físico-químicas y el rendimiento de los jamones elaborados con C-PSE de cerdo, adicionados con carragenina como agente ligador, así como determinar el efecto del almacenamiento sobre esas propiedades.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en los laboratorios de la Facultad de Zootecnia. Para la elaboración de jamones se utilizó carne con características normales (CN) y carne pálida, suave y exudativa de cerdo (C-PSE) a las 72 h *post mortem*. La carne fue obtenida de una planta procesadora de la ciudad de Chihuahua. La C-PSE se identificó de acuerdo a los criterios subjetivos, como color y textura, los cuales se basan en la escala japonesa, y se complementó con la medición del color (L^* , a^* y b^*) al momento de la recepción. En el primer experimento se elaboraron jamones con tres formulaciones, conteniendo 0, 10 ó 20% de C-PSE. La formulación general se realizó con 20 g de sal, 0.9 g de nitratos y nitritos de sodio, 0.9 g de fosfato de sodio, 7.5 g de intensificador de sabor, 6 g de saborizante, 2.5 g de azúcar y 150 g de hielo. En el experimento 2 se elaboraron jamones conteniendo en su formulación 0 y 20% C-PSE, a los cuales se les agregó un ligador formulado a base de carrageninas y sólidos de la leche. En ambos casos como placebo el producto no contenía el ligador. Para el segundo experimento se utilizó la misma formulación utilizada en el primer experimento. La elaboración de los jamones se realizó con los músculos de la pierna de cerdo, eliminando la grasa visible y los tendones para posteriormente ser cortado en trozos de aproximadamente 2 pulgadas. Se curaron en seco y se adicionaron

los ingredientes en la masajeadora sin vacío en ciclos de 1.5 h con 30 min de reposo por 4 h. La carne se colocó en moldes rectangulares y se dejó reposar a 4° C por 48 h. El cocimiento a baño maría se realizó tomando 45 min por cada kg de carne a una temperatura de 70° C. El enfriado de los jamones se realizó durante 20 a 30 min, luego se empaquetaron al vacío y se almacenaron a 4° C. Los jamones fueron evaluados durante los días 1, 7 y 14 de almacenamiento. Se realizó el análisis físico-químico cuantificando las siguientes variables: el potencial hidrógeno (pH) del jamón, color (L*, a* y b*) en la superficie de la carne después de 15 minutos de exposición al aire; la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne y del jamón se cuantificó utilizando la técnica descrita por Grau y Hamm (1953) modificada por Boakye y Mittal (1993); el esfuerzo de corte (EC) se observó a través de un texturómetro adaptado con una navaja Warner-Bratzler de acuerdo al método de muestreo recomendado por Hostleter y Richey (1964), El contenido de proteína total (PT), ceniza y humedad tanto de la carne como del jamón fue evaluado usando las técnicas descritas del AOAC (1992).

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza bajo un diseño de cuadro latino (Steel y Torrie, 1988) con cuatro repeticiones por tratamiento en el primer experimento y tres repeticiones en el segundo experimento, las medias fueron obtenidas por el procedimiento LSMmeans de SAS (SAS, 1992) y comparadas por contrastes ortogonales.

Resultados y discusión

Las características de pH, CRA, EC y color de los jamones durante los días de almacenamiento se muestran en los cuadros 1 y 2. No se detectaron diferencias ($P > 0.05$) en los jamones con diferentes porcentajes de C-PSE, no hubo efecto de días de almacenamiento. Los datos pH, CRA y EC son considerados normales para estos productos (Kotzekidou y Bloukas, 1996; Huang, 1997). El promedio del pH en los jamones fue de 6.04; mientras que en la CRA se observaron rangos de 36.00 a 46.28% y en EC de 1.64 a 2.18 kgf. Los jamones control mostraron un promedio de 6.06 en pH, 41.07% en CRA, y 1.85 kgf en EC. El pH es un indicador de acidez en los productos cárnicos y los valores de los jamones promedian 5.8 (Kotzekidou y Bloukas,

Cuadro 1. Efecto del almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de jamones elaborados con diferentes niveles de carne PSE^a

Color	Niveles de Carne PSE		
	0%	10%	20%
Día 1			
pH	5.87 ± 0.12	5.86 ± 0.12	5.90 ± 0.12
CRA ^b , %	44.32 ± 2.61	46.28 ± 2.61	43.11 ± 2.61
EC ^c , kgf	1.68 ± 0.22	2.00 ± 0.22	1.64 ± 0.22
Día 7			
pH	6.20 ± 0.12	6.06 ± 0.12	6.18 ± 0.12
CRA, %	40.23 ± 2.61	36.00 ± 2.61	42.16 ± 2.61
EC, kgf	1.97 ± 0.22	1.99 ± 0.22	1.90 ± 0.22
Día 14			
pH	6.13 ± 0.12	6.16 ± 0.12	6.08 ± 0.12
CRA, %	38.68 ± 2.34	39.86 ± 2.34	44.33 ± 2.34
EC, kgf	1.92 ± 0.20	1.98 ± 0.20	2.18 ± 0.20

^a Promedio ± error estándar. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni durante el almacenamiento.

^b Capacidad de retención de agua.

^c Esfuerzo de corte.

1996). A pesar de que la C-PSE suele tener valores de pH más bajos que los de la carne normal, los porcentajes de C-PSE utilizados en el presente estudio no fueron suficientemente altos para influir en el pH de los jamones. El esfuerzo de corte es una medición de la textura de los productos cárnicos que está relacionada con la blandura y consistencia de los mismos. Es conocido que la textura puede afectarse negativamente cuando se usa C-PSE en la formulación de jamones por tener ésta una consistencia suave y exudativa, sin embargo los niveles utilizados de C-PSE quizá no fueron lo suficientemente altos para presentar deterioro en la blandura de los jamones. Estos resultados indican que es posible utilizar hasta un 20% de carne con el defecto PSE en la elaboración de jamones tipo español sin afectar las características fisico-químicas medidas.

Los valores de luminosidad (L^*) variaron de 53.49 a 63.21, los de intensidad de rojo (a^*) de 9.13 a 10.44 y los de intensidad de amarillo (b^*) de 9.98 a 12.84, mientras que los valores observados en los jamones normales fueron 58.12, 9.67, y 11.33 para las mismas características respectivamente. La C-PSE se caracteriza por tener una CRA baja debido a la desnaturalización parcial de sus proteínas por efecto de una caída rápida de pH, ocasionando

que los productos que se elaboren con esa carne liberen descontroladamente parte de su contenido acuoso. Afortunadamente este defecto no se apreció en los jamones del presente estudio. En los valores de color, aunque la luminosidad (L^*) fue similar entre tratamientos y durante el almacenamiento, mostró una tendencia a aumentar con el almacenamiento. Estos resultados se deben, probablemente, a que conforme pasaba el tiempo había mayor liberación de líquidos y la superficie exudada presentaba mayor luminosidad, ya que la desnaturalización de la proteína es mayor en la C-PSE, provocando una disminución en su capacidad de retener líquidos y por consecuencia incrementando el valor L^* (Offer y Khight, 1988). Los valores reportados en la intensidad del color rojo (a^*) coinciden con lo reportado por otros autores (Huang *et al.*, 1997), donde se presenta una tendencia a aumentar el valor a^* en los jamones con C-PSE; sin embargo, éstos fueron más bajos al promedio que reportan otras investigaciones (Wilson *et al.*, 1994) en jamones cocidos elaborados con carne con un pH ligeramente superior al de la carne del presente estudio. Con respecto a los valores de intensidad de amarillo (b^*), aunque los resultados fueron similares en las tres formulaciones, en el jamón que contenía 20% de carne PSE se

Cuadro 2. Efecto del almacenamiento sobre el color (L^* , a^* y b^*) de los jamones elaborados con diferentes niveles de carne PSE^a

Color	Niveles de Carne PSE		
	0%	10%	20%
Día 1			
L^*	53.49 ± 1.56	58.70 ± 1.56	58.80 ± 1.56
a^*	9.13 ± 0.55	10.44 ± 0.55	9.63 ± 0.55
b^*	9.98 ± 5.57	11.21 ± 5.57	10.34 ± 5.57
Día 7			
L^*	58.38 ± 1.56	59.48 ± 1.56	60.45 ± 1.56
a^*	10.03 ± 0.55	9.68 ± 0.55	9.50 ± 0.55
b^*	11.99 ± 5.57	12.59 ± 5.57	12.33 ± 5.57
Día 14			
L^*	62.51 ± 1.28	61.06 ± 1.28	63.21 ± 1.28
a^*	9.86 ± 0.46	9.83 ± 0.46	9.79 ± 0.46
b^*	12.03 ± 5.56	12.04 ± 5.56	12.84 ± 5.56

^a Promedio ± error estándar. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni durante el almacenamiento.

Cuadro 3. Efecto del almacenamiento sobre los valores de proteína y pérdida de peso por almacenamiento en los jamones elaborados con diferentes niveles de carne PSE^a

Color	Niveles de Carne PSE		
	0%	10%	20%
Día 1			
PT ^b ,%	19.15 ± 1.19	19.27 ± 1.19	18.81 ± 1.19
PPA ^c ,%	1.72 ± 0.31	1.47 ± 0.24	1.46 ± 0.46
Día 7			
PT, %	18.28 ± 1.19	18.32 ± 1.19	18.03 ± 1.19
PPA, %	1.32 ± 0.19	1.53 ± 0.19	1.89 ± 0.19
Día 14			
PT, %	20.84 ± 1.19	20.91 ± 1.19	20.59 ± 1.19
PPA, %	1.57 ± 0.19	1.43 ± 0.19	1.90 ± 0.19

^a Promedio ± error estándar. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni durante el almacenamiento.

^b Proteína total.

^c Pérdida de peso por almacenamiento.

observó una tendencia a ser más amarillento durante el almacenamiento, la cual pudiera deberse al efecto de incluir una mayor cantidad de carne PSE en la formulación de jamón, afectando este valor.

En el cuadro 3 se muestra el efecto del almacenamiento sobre los valores de proteína y pérdida de peso por almacenamiento. No se detectaron diferencias significativas en los jamones elaborados con diferentes niveles de C-

Cuadro 4. Efecto del almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de los jamones elaborados con carne PSE y ligador.

Característica	Jamón			
	SL ^a	0% PSE CL ^b	20% PSE SL	CL
Día 1				
pH	6.0 ± 0.03 ^c	6.1 ± 0.03 ^d	5.9 ± 0.03 ^e	5.9 ± 0.05 ^f
CRA ^g ,%	42.20 ± 2.06 ^e	47.06 ± 2.06 ^e	42.02 ± 2.06 ^e	46.71 ± 2.35 ^e
EC ^h , kgf	2.40 ± 0.40 ^e	2.35 ± 0.40 ^e	2.70 ± 0.40 ^e	2.58 ± 0.41 ^e
Día 7				
pH	6.1 ± 0.02 ^c	6.1 ± 0.02 ^d	6.1 ± 0.02 ^e	6.1 ± 0.02 ^f
CRA, %	37.87 ± 2.06 ^e	43.12 ± 2.06 ^e	40.62 ± 2.06 ^e	43.78 ± 2.06 ^e
EC,kgf	2.62 ± 0.40 ^e	2.66 ± 0.40 ^e	2.77 ± 0.40 ^e	2.71 ± 0.40 ^e
Día 14				
pH	6.0 ± 0.02 ^c	5.9 ± 0.02 ^d	6.0 ± 0.03 ^e	6.0 ± 0.02 ^f
CRA, %	43.29 ± 2.06 ^e	44.87 ± 2.06 ^e	41.34 ± 2.06 ^e	47.18 ± 2.06 ^e
EC,kgf	2.51 ± 0.40 ^e	2.65 ± 0.40 ^e	2.35 ± 0.40 ^e	2.54 ± 0.40 ^e

^a SL=Jamón sin ligador.

^b CL=Jamón con ligador.

^{c, d, e, f} Promedio ± error estándar. Literales diferentes en el mismo renglón son diferentes ($P < 0.05$).

^g Capacidad de retención de agua.

^h Esfuerzo de corte.

PSE. Además, el promedio de proteína y pérdida de peso por almacenamiento fue de 19.35 y 1.58% respectivamente, y de 19.42 y 1.53% para los jamones normales. Los valores de proteína total observados en los jamones variaron entre 18 y 20%, coincidiendo con los reportados por otros autores (Huang *et al.*, 1997; Muller, 1993; Prabhu y Sebranek, 1997). En los resultados de pérdida de peso por almacenamiento, se mostró en el jamón con 20% de C-PSE una tendencia a aumentar mientras transcurrían los días, debido probablemente a la baja habilidad de la C-PSE por retener agua (Forrest *et al.*, 1979).

El efecto del almacenamiento sobre las características físico-químicas (pH, CRA, EC y color) de los jamones elaborados con C-PSE y ligador, se presenta en los cuadros 4 y 5. En los valores de pH se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre jamones y durante el almacenamiento. Los valores de pH en los diferentes jamones oscilaron entre 5.9 y 6.1, resultando ser similares a los observados en el experimento 1. No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) para las variables CRA y EC entre jamones ni entre almacenamiento. La

CRA en el jamón con 20% de C-PSE sin ligador fue la más baja en relación con los demás jamones. La tendencia a registrar mayor CRA de los jamones con carrageninas indica que estos ingredientes mejoran la habilidad de las proteínas para retener agua (Huang *et al.*, 1997; Brewer, 1992), evitando las pérdidas de líquidos en el producto durante el proceso y el almacenamiento. Los resultados obtenidos en el EC indican que cuando se incorporó ligador en la fórmula existió una tendencia a obtener jamones con mejor consistencia, debido posiblemente al efecto de las carrageninas, las cuales incrementan el esfuerzo de corte (Foegeding y Ramsey, 1987).

En las características de color de los jamones, L^* varió de 50.21 a 64.08, a^* de 8.82 a 11.35 y b^* de 10.25 a 12.55, siendo los valores del control 57.15, 10.91 y 10.84 para las mismas características, respectivamente. Aunque no se encontraron diferencias significativas en color por la adición de C-PSE y ligador, los jamones con 20% de C-PSE presentaron una tendencia a ser más luminosos, menos rojos y más amarillentos que los jamones sin PSE, debido posiblemente a la mayor palidez de esa carne, mientras que el ligador no presentó va-

Cuadro 5. Efecto del almacenamiento sobre el color (L^* , a^* y b^*) en los jamones elaborados con carne PSE y ligador^a

Color	Jamón			
	0% PSE		20% PSE	
	SL ^b	CL ^c	SL	CL
Día 1				
L^*	57.38 ± 1.44	55.23 ± 1.44	57.08 ± 1.44	64.08 ± 2.00
a^*	11.09 ± 0.53	10.83 ± 0.53	10.53 ± 0.53	8.82 ± 0.75
b^*	11.13 ± 0.57	10.84 ± 0.57	12.55 ± 0.57	11.54 ± 0.74
Día 7				
L^*	57.15 ± 1.20	50.21 ± 1.20	57.21 ± 1.20	59.12 ± 1.20
a^*	10.37 ± 0.43	10.51 ± 0.43	11.35 ± 0.43	9.82 ± 0.43
b^*	11.00 ± 0.50	10.46 ± 0.50	12.05 ± 0.50	11.44 ± 0.50
Día 14				
L^*	56.94 ± 1.20	52.32 ± 1.20	58.64 ± 1.20	58.31 ± 1.20
a^*	11.27 ± 0.43	11.22 ± 0.43	10.82 ± 0.43	9.93 ± 0.43
b^*	10.39 ± 0.50	10.25 ± 0.50	11.68 ± 0.50	11.34 ± 0.50

^a Promedio ± error estándar. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni durante el almacenamiento.

^b SL=Jamón sin ligador.

^c CL=Jamón con ligador.

riaciones consistentes en esa propiedad. Todos los valores de color se encontraron dentro de los promedios reportados por otros autores (Wilson *et al.*, 1994; Chizzolini *et al.*, 1996; Huang *et al.*, 1997).

En el cuadro 6 se presenta el efecto del almacenamiento sobre la composición química de los jamones elaborados con C-PSE y carrageninas como ligador. Fueron similares ($P > 0.05$) entre ellos, presentando promedios de 18.84% en proteína, 72.45% para humedad y 12.31% para cenizas. Por otro lado, los valores para los jamones normales fueron de 20.06% para proteína, 71.44% para humedad y 11.43% para cenizas. La humedad del jamón elaborado con 20% PSE y sin ligador presentó una tendencia a disminuir con el almacenamiento, lo cual pudiera deberse a la inhabilidad de la C-PSE de retener la humedad. Los resultados en el porcentaje de proteína, humedad y ceniza no presentaron efecto significativo por la presencia de C-PSE y ligador, y concuerdan con los reportados por otros autores (Kotzekidou y Bloukas, 1996; Chizzolini *et al.*, 1996; Huang *et al.*, 1997; Monin, 1997).

Los porcentajes de pérdidas generadas en la elaboración y durante el almacenamiento de los jamones donde se incluyó C-PSE y ligador se especifican en el cuadro 7. El jamón con 20% PSE y ligador presentó la menor pérdida después del masajeo, con 5.75%, mientras que el jamón con 20% PSE sin ligador fue el que tuvo la mayor pérdida, con 9.19%. En lo que respecta a la pérdida de peso después del cocimiento, el jamón con 20% ligador tuvo la menor pérdida, con 0.64%; el jamón con 20% C-PSE sin ligador reportó 1.51%, y el jamón normal con ligador presentó pérdidas de 1.57%. En lo referente a la pérdida de peso durante el almacenamiento, el jamón con 20% PSE con ligador tuvo la menor pérdida, presentando durante el almacenamiento 0, 1.40 y 1.19% en los días 1, 7 y 14 de almacenamiento, respectivamente. Por otro lado, el jamón con 20% PSE, sin ligador, presentó la mayor pérdida, con valores de 1.29, 1.68 y 2.12% para los mismos tiempos de almacenamiento. En general, el jamón con 20% PSE con ligador fue el que presentó la menor pérdida total, con 8.98%, mientras que el jamón con 20% PSE sin ligador presentó la mayor pér-

Cuadro 6. Efecto del almacenamiento sobre la composición química de los jamones elaborados con carne PSE y ligador^a

Característica	Jamón			
	0% PSE		20% PSE	
	SL ^b	CL ^c	SL	CL
Día 1				
PT ^d , %	19.46 ± 1.22	18.88 ± 1.22	17.71 ± 1.22	18.16 ± 1.22
Humedad, %	72.09 ± 1.36	72.02 ± 1.36	75.95 ± 1.36	72.96 ± 1.36
Cenizas, %	11.56 ± 1.13	12.91 ± 1.13	11.31 ± 1.13	12.81 ± 1.13
Día 7				
PT ^d , %	20.36 ± 1.22	18.36 ± 1.22	17.49 ± 1.22	19.14 ± 1.22
Humedad, %	71.48 ± 1.36	70.43 ± 1.36	74.96 ± 1.36	71.70 ± 1.36
Cenizas, %	11.31 ± 1.13	13.00 ± 1.13	13.11 ± 1.13	11.70 ± 1.13
Día 14				
PT ^d , %	20.36 ± 1.22	18.91 ± 1.22	17.69 ± 1.22	19.67 ± 1.22
Humedad, %	70.77 ± 1.36	73.76 ± 1.36	71.42 ± 1.36	71.88 ± 1.36
Cenizas, %	11.42 ± 1.13	13.63 ± 1.13	12.23 ± 1.13	12.75 ± 1.13

^a Promedio ± error estándar. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni durante el almacenamiento.

^b SL=Jamón sin ligador.

^c CL=Jamón con ligador.

Cuadro 7. Pérdidas generadas en la elaboración y durante el almacenamiento de los jamones.

Pérdidas (%)	Jamón			
	0% PSE		20% PSE	
	SL ^a	CL ^b	SL	CL
Masajeo	7.77	9.83	9.19	5.75
Cocimiento	0.79	1.57	1.51	0.64
Almacenamiento				
Día 1	0.94	0.78	1.29	0.0
7	0.91	1.18	1.68	1.40
14	1.05	0.60	2.12	1.19
Total	11.46	13.96	15.79	8.98

^a SL= jamón sin ligador.

^b CL= jamón con ligador.

dida, con 15.79%. El total de merma observada en el jamón control fue de 11.46%.

Las pérdidas generadas en el masajeo se pueden atribuir a que el método de masajeo se llevó a cabo sin vacío, mientras que el llenado de los moldes fue manual, lo que pudo haber propiciado mayores pérdidas de producto, mismas que a nivel industrial podrían ser evitadas.

En lo que respecta a las pérdidas generadas durante la elaboración y el almacenamiento de los jamones después de su cocimiento, el jamón con 20% PSE con ligador fue el que presentó menos pérdidas. Esto se debe quizás al efecto que tuvo el ligador en la fórmula, ya que, debido a la capacidad que tiene de retener la humedad, puede reducir las pérdidas en el producto durante el cocimiento y el almacenamiento. Por otra parte, el jamón con 20% PSE sin ligador presentó más del doble de pérdidas que el jamón con 20% PSE con ligador. Estos valores concuerdan con los observados por otros autores (Kauffman, 1978; Van der Wal, 1988; Chizzolini *et al.*, 1996; Huang, 1997), quienes reportaron que la carne con características PSE expone más formación de exudado y mayores pérdidas con el cocimiento.

Conclusiones

El uso de la C-PSE en la elaboración de jamones tipo español no afecta significativamente las propiedades físico-químicas del producto. Además, la adición de carrageninas en la formulación de jamones con 20% de C-PSE puede mejorar en un 45% las pérdidas por cocimiento y en un 40% las pérdidas en el almacenamiento.

Literatura citada

- Anónimo. 1994. La carragenina, el maravilloso ingrediente. *Alimentos procesados*. Publicación de Cahners. U.S.A. p. 62.
- AOAC. 1992. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
- BOAKYE, K. and G.S. Mittal. 1993. Changes in pH and Water Holding Properties of *L. dorsi* Muscle During Beef Ageing. *Meat Sci.* 1993; 34:335.
- BRAUER, H. 1992. Cómo impedir la formación de poros en jamones cocidos. *Fleischwirtsch.* Español 2:26-28.
- BREWER, M.S., F.K. McKeith and K. Britt, K. 1992. Fat, soy and carrageenan effects on sensory and physical characteristics of ground beef patties. *J. Food Sci.* 57:1051-1054.
- CHIZZOLINI, R., E. Novelli, G. Campanini, G. Dazzi, G. Madarena, E. Zanardi, M.T. Pacchioli and A. Rossi, A. 1996. Lean colour of green and matured parma hams: Comparative evaluation and technological relevance of sensory and objective data. *Meat Sci.* 44:159-162.
- FOEGEDING, E.A. and S.R. Ramsey. 1987. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota carrageenan, kappa carrageenan or xanthan gum. *J. Food Sci.* 2:549-552.
- FORREST, J.C., E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Merkel. 1979. *Fundamentos de Ciencia de la Carne*. Ed. Acribia. España. 350 pp.
- FORTIN, A. and W.R. Raymond. 1987. The use of electronic grading probes for the objective assessment of PSE and DFD in pork carcasses. *Meat Sci.* 21:159-164.
- GRAU, R. and R. Hamm. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Mukel. *Naturwissenschaften.* 40:29.
- HOSTLETER, R. and S. Ritchey. 1964. Effect of coring methods on shear values determined by Warner-Blatzler shear. *J. Food Sci.* 1964; 29:681.
- HUANG, C., W.B. Mikel, and W.R. Jones. 1997. Carrageenan influences on the characteristics on restructured normal and pale, soft and exudative hams. *J. Muscle Foods.* 1997; 8:85-89.

- KAUFFMAN, R.G, D. Waccholz, D. Henderson and J.V. Lochner. 1978. Shrinkage of PSE, normal and PSE hams during transit and processing. *J. Anim. Sci.* 46:1236-1239.
- KOTZEKIDOU, P. and J.G. Bloukas. 1996. Effect of protective cultures and packaging film permeability on shelf-life of sliced vacuum-packed cooked ham. *Meat Sci.* 42:333-336.
- MONIN, G., P. Marinova, A. Talmant, J.F. Martin, M. Cornet, D. Lanore and F. Grasso. 1997. Chemical and structural changes in dry-cured Hams (bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Sci.* 47:29-32.
- MULLER, W.: 1993. Influencia de la tecnología de elaboración sobre los productos curados cocidos. *Fleischwirtsch.* Español 1:39-42.
- OFFER, G. and P. Kight. 1988. The structure basis of water holding in meat, en: *Development in Meat Science-4*. Lawrie R. Elsevier Applied Sci. Publishers, Barking Essex. p.63.
- PRABHU, G.A. and J.G. Sebranek. 1997. Quality characteristics of formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. *J. Food Sci.* 62:198-202.
- SAS: 1992. User's Guide Statistics. Versión 5. SAS Institute, Cary, N. C. USA.
- SCHWAGELE, F., F.K. Lucke and K.O. Honikel. 1992. Posibles vías para lograr el mejoramiento de la calidad de la carne. *Fleischwirtsch.* Español. 2:45.
- STEEL, R.G.D. and J.H. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw Hill. México. 320 pp.
- TOPEL, D.G., J.A. Miller, P.J. Berger, R.E. Rust, J.R. Parrish and K. Ono. 1976. Palatability and visual acceptance of dark, normal and pale colored porcine *m. Longissimus*. *J. Food Sci.* 41:628-633.
- VAN DER WAL, P.G., A.H. Bolink and G.S.M. Merkus. 1988. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.* 24:79-84.
- WILSON, V.L., R. Dickson and Z. Holmes. 1994. Quality characteristics of fully-cooked ham, brine-cured prior to freezing. *J. Muscle Foods.* 5:77-80.
- WIRTH, F.: 1985. Embutido escaldado: fijación de agua, fijación de grasa y formación de la estructura. *Fleischwirtsch.* Español 2:4-6.
- WOLTERS DORF, W. and K. Troeger. 1990. Mejoramiento de la calidad de la carne PSE de cerdo mediante refrigeración extra rápida. *Fleischwirtsch.* Español 1:37-40.

Recibido: Febrero 21, 2006/Aceptado: Agosto 10, 2006 