

Efecto de la Adición de Carragenina Kappa I.II y Goma Tara sobre Características de Calidad del Jamón de Cerdo Picado y Cocido

Effect of the Addition of Kappa I.II Carrageenan and Tara Gum on Quality Characteristics of Cooked and Chopped Pork Hams

Diego Alonso Restrepo Molina¹; Fabio Alexander Molina Cote² y Kenneth Roy Cabrera Torres³

Resumen. Se evaluaron sinéresis, color y dureza instrumental y, sensorialmente las características de olor, sabor, color y dureza en jamones inyectados, cocidos y picados de cerdo, los cuales se habían elaborado aplicando en la salmuera de inyección una mezcla de hidrocoloides compuesta por carragenina kappa I.II y goma tara en una proporción de 79:21, en niveles del 1% y 1,2%, usando tres repeticiones para el estudio. Los jamones así elaborados se compararon contra un jamón testigo, elaborado sin el uso de estos hidrocoloides. Los valores obtenidos para los atributos, se analizaron mediante un diseño de una sola vía, con 5 repeticiones en el tiempo (0, 10, 20, 28 y 34 días), dando un arreglo factorial. Los resultados muestran que el tratamiento 2 (1,2%) presentó la menor liberación de agua y la mayor dureza. No se registró diferencia entre los tratamientos y el testigo para la característica elasticidad. El testigo mostró las mejores características de color, olor y sabor sensoriales. La edad influyó en las características dureza y sinéresis en forma determinante, señalando el período desde el día 15 hasta el día 28 como aquel en que más se agudiza la sinéresis, siendo ésta más notable en el testigo que no contenía hidrocoloide.

Palabras clave: Sinéresis, dureza, elasticidad, color, jamón cocido picado.

Abstract. Characteristics of quality, color, texture and sineresis (instrumental) and, odor, flavor, color and hardness (sensory) of injected, cooked and chopped pork hams were assessed, which were manufactured using a mix of hydrocolloids in the brine of injection comprised by kappa I.II carrageenan and tara gum in a 79:21 ratio, at levels of 1% and 1.2%, using three replicates for the study; the finished hams were compared with a control ham, manufactured without the use of these hydrocolloids. The values obtained for the attributes, were analyzed through a one way design, with 5 repetitions in time (0, 10, 20, 28 and 34 days), providing a factorial arrangement. The results showed that the treatment 2 (1.2%) presented the lower water release and the higher hardness. It showed no significant difference between the treatments and the control for the characteristic of elasticity. The control showed the best sensory characteristics of color, odor, and taste. The age strongly influenced in the characteristics of hardness and sineresys, defining the time from the day 15 to the 28, as the period with the highest sineresys, most noticeable in the control with no hydrocolloid addition.

Key words: Sinersys, hardness, elasticity, color, cooked chopped ham.

La calidad de los jamones cocidos está ligada a diversos factores: materia prima, composición de la salmuera, porcentaje de inyección, tecnología de elaboración, temperatura, tiempos y modalidades de cocción (López, 2004). La industria de carnes ha venido evolucionando en la formulación, reduciendo la utilización de proteína cárnica con el fin de abaratar costos, pero tratando de conservar las características de calidad deseadas por el consumidor; debido a esto han aparecido agentes diseñados para mantener la textura, retener y estabilizar agua en proporciones altas, siendo funcionales en ambientes poco favorables (vacío, baja temperatura, concentración

de sal, pH); permitiendo extender los productos, con un bajo impacto en la calidad más sensible para el consumidor. Conocer las proporciones en las cuales estos agentes, llamados comúnmente gomas, pudieran ser mezcladas para alcanzar un mayor efecto sinérgico, es de gran interés para la industria.

El proceso de elaboración de los jamones cocidos se compone de inyección, tenderización, masaje, embutido, cocción y enfriamiento. El objetivo final del proceso es obtener una elevada retención de agua y un buen ligado muscular. Un punto clave para alcanzar estos objetivos es conseguir una buena extracción

¹ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <darestre@bt.unal.edu.co>

² Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas. A.A. 1027, Medellín, Colombia. <famolina@unal.edu.co>

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. A.A. 3840, Medellín, Colombia. <krcabrer@unal.edu.co>

Recibido: Mayo 19 de 2010; Aceptado: Noviembre 24 de 2010

y solubilización de las proteínas musculares. Las proteínas una vez solubilizadas, forman el exudado con efecto de adhesión entre los trozos de carne y retienen agua, debido a que forman un retículo tridimensional de filamentos.

Al momento de incorporar la goma a un producto determinado, se debe considerar la compatibilidad con otros ingredientes que conforman la formulación, y también los posibles efectos sobre el color, olor y sabor que puedan generarse sobre el producto final (Mendoza *et al.*, 1998). Las gomas en productos cárnicos como los jamones, presentan diferentes funciones como agentes texturizantes, retenedores de humedad y estabilizantes. Como agentes texturizantes aumentan la firmeza y facilitan el tajado, mejoran la palatabilidad y la mordida y disminuyen el contenido de grasa. Como retenedores de humedad, reducen las mermas de cocción y purgas de los productos empacados, y disminuyen la reducción de tamaño en productos que requieren cocción posterior. Como estabilizantes, la carragenina interactúa con los caseinatos en la estabilización de la emulsión y evita la migración de la materia grasa (Montoya, 2004; Ayadi *et al.*, 2009).

La evaluación que hace el consumidor sobre la calidad en la carne y derivados, está definida por las características de la experiencia sensorial: color, textura (terneza) (Reardon *et al.*, 2010; Pietrasik *et al.*, 2010), jugosidad, sabor, acidez y contenido de grasa (Reardon *et al.*, 2010). En la industria de la carne de cerdo, el color es considerado como uno de los parámetros de calidad más importante de la carne, ya que se puede usar como un indicador de frescura y salubridad (Sun *et al.*, 2009; Sellier y Monin, 2010), señalando a través de él el mayor índice de desarrollo microbiano en los alimentos (Ellouze y Agustín, 2010). Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto, en cinco edades, de la adición de una mezcla de hidrocoloides, (79:21) de carragenina kappa I.II y goma tara, usada en niveles de 1% y 1,2%, en una salmuera de inyección y masajeo para la elaboración de jamones, sobre algunas características de calidad del jamón de cerdo picado y cocido extendido en 50%, comparado contra un jamón elaborado sin la adición de los hidrocoloides.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los Laboratorios de Control de Calidad de Alimentos de la Universidad

Nacional de Colombia, Sede Medellín y la Fundación Instituto de Tecnología Alimentaria - INTAL, en la ciudad de Medellín a 1550 msnm y 23 °C de temperatura promedio.

Materia prima. La carne provino de piernas de cerdo con 24 horas pos-sacrificio, a una temperatura de 4 °C y con un pH entre 5,8-6,4, la cual fue charqueada y dividida en trozos de aproximadamente 300 g.

Elaboración de la salmuera. La preparación de la salmuera se llevó a cabo a partir de una fórmula estándar marca TECNAS S.A. De manera aleatoria se pesaron y prepararon los ingredientes para cada salmuera de acuerdo con cada tratamiento, el pesaje de los ingredientes se realizó con una balanza analítica OHAUS®, Pioneer TM con 0,01 g de exactitud. Los ingredientes secos se manejaron a temperatura ambiente y el agua a 5 °C. Mediante una batidora manual en acero inoxidable se mezclaron los constituyentes de la salmuera por cinco minutos, luego se regresó el producto que quedó adherido a las paredes y se agitó por dos minutos más.

Elaboración del jamón. Las piezas de carne previamente acondicionadas fueron inyectadas con salmuera, mediante una inyectora manual marca LHAURA FLEX de 50 cm³, posteriormente se tenderizaron usando un equipo JACCARD® para carnes con tres líneas y 48 cuchillas, para luego realizar el proceso de masajeo sin vacío durante 2 horas a 4 °C en un masajeador marca TALSA, modelo 620N, con capacidad de 20 L; a todos los lotes se les proporcionó un reposo de 12 horas en una cava a 4 °C, antes de ser embutidos, lo cual se realizó en una funda ALIFAN "cero mermas" calibre 190, usando una embutidora marca RAMON con capacidad de 25 L; se depositaron en moldes en acero inoxidable tipo paralelepípedo de 10x14x27 marca HAM BOILER CORP. con capacidad de 2,5 L, siendo llevados al tratamiento térmico en un tanque abierto a la atmósfera, calentado con vapor indirecto, marca TALSA con capacidad de 200 L, en donde alcanzaron una temperatura interna de 72 °C; luego fueron enfriados en duchas de agua fría y llevados a una cámara de refrigeración a 4 °C durante 24 horas para que se surtiera el proceso de temple. Posteriormente fueron rebanados con una tajadora marca TORREY modelo RS275, empacándose al vacío en unidades de 125 g aproximadamente (para pruebas sensoriales, de color -instrumental- y sinéresis) y de una libra (para textura instrumental), en bolsas de polietileno/poliamida usando una

empacadora al vacío marca KOMET PLUS VAC 20. Las muestras así preparadas se almacenaron en una cava a 4 °C, de donde se obtuvieron las muestras de cada lote en forma aleatoria, cada vez que fue necesario.

Prueba sensorial. Se realizó de acuerdo con la NTC 4129 y NTC 4130 de 2010 (ICONTEC, 2010), con 8 jueces entrenados de la Fundación INTAL, quienes evaluaron: sabor, color, olor, humedad y dureza mediante una escala descriptiva de 9 puntos en que se consideró la calificación de 1 = muy mala y 9 = excelente, usándose agua entre 5-7 °C como medio de neutralización. Las evaluaciones se realizaron por triplicado, en panel abierto, empleando una mesa circular con centro móvil e iluminación cenital artificial.

Medición del color. Se realizó con un colorímetro BYK Spectro Guide Sphere-gloss 6834, utilizando las coordenadas cartesianas CIE L* a* b* y las coordenadas polares L* c_{ab}* h_{ab}*.

Medición de la dureza y elasticidad. Se realizó mediante una prueba de TPA con un texturómetro TA-XT2i Stable Micro System®, Godalming, UK, con un émbolo, comprimiendo muestras rectangulares de dimensión 2,5 cm x 2,5 cm de lado y 5 cm de longitud, con una velocidad de ensayo de 4 mm/s y 25 mm de recorrido del émbolo. Se usó una celda de carga de 25 kg.

Medición de la sinéresis. Se determinó por diferencia de peso así: P₀: Peso del empaque con rótulo (g); P₁: peso del empaque con producto sellado (g); P₂: peso del producto sin empaque (g); P₁-P₀ = P_{1,0} peso de producto empacado (g); sinéresis = (P_{1,0} - P₂) x (100) / P_{1,0}.

Diseño estadístico. Se utilizó un diseño experimental de una sola vía con 5 repeticiones en el tiempo (0, 10, 20, 28 y 34 días), con tres réplicas de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sinéresis. Para lograr que los datos se distribuyeran normalmente y que su varianza fuera homogénea, fue necesario transformar la variable respuesta mediante logaritmo. En la Figura 1 se indica el comportamiento de la sinéresis en función del tratamiento y edad del producto. La sinéresis presentó diferencia significativa respecto al tratamiento y al factor edad. El tratamiento 2 (1,2%) muestra menor sinéresis que el tratamiento 1 y el testigo. La tendencia fue que la sinéresis aumentara con la edad del producto. El testigo presenta una curva mucho más pronunciada que los tratamientos 1 y 2. Este fenómeno es atribuido, a la presencia de gomas, al tipo de gomas y al nivel de ellas en la salmuera (Mendoza *et al.*, 1998; Ayadi *et al.*, 2009; Arda, Kara

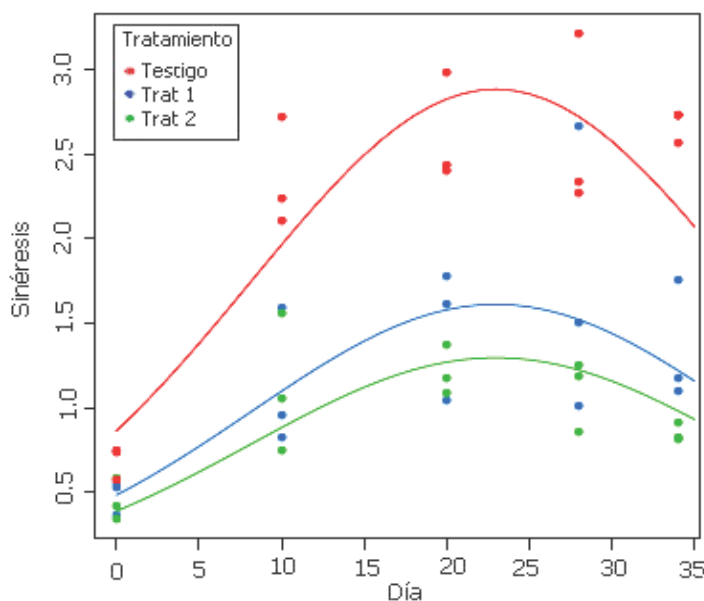


Figura 1. Sinéresis en función del tratamiento y la edad en jamón de cerdo picado y cocido.

y Pekcan, 2009; Walsh *et al.*, 2010). Mientras mayor sea el nivel de la mezcla de carragenina kappa I.II-goma tara, el sistema tendrá una mayor retención de agua y menos liberación, debido a que esta mezcla es sinérgica en cuanto a la característica retención de humedad.

Según Alويدa y Cepero, (2003); la goma tara tiene una gran capacidad de absorción de agua, sin permitir sinéresis. La goma tara actúa sinérgicamente con k-carragenina y goma xantana para aumentar la fuerza de gelificación y hacer que el gel ayude a que no se presente la sinéresis. En esta misma dirección, Pietrasik y Jarmoluk (2003); Montoya (2004); González (2008), señalan que los altos contenidos de k-carrageninas en derivados cárnicos como los jamones, presentan diferentes funciones, entre las que destacan la de retención de humedad y estabilización del sistema. Como retenedores de humedad, reducen las mermas de cocción y

purgas de los productos empacados, y disminuyen la reducción de tamaño en productos que requieren cocción posterior. Galeas (2009), al usar carragenina kappa en dosis de 1,5% con 3,5% de lactato de sodio, mejoró la sinéresis en el jamón picado de cerdo, en cambio cuando usó carragenina kappa en dosis de 0% con 2,5% de lactato de sodio, la sinéresis fue mayor. Con altas dosis de hidrocoloide se reduce la liberación de agua proporcionándole más estabilidad al producto, afectando indirectamente la dureza y directamente la jugosidad (Chen *et al.*, 2000; Jeremiah *et al.*, 2003; Verbeken *et al.*, 2005; González, 2008).

Dureza

Prueba instrumental. Este análisis se realizó con una transformación de la variable respuesta con logaritmo, debido a que los datos no se distribuían normalmente y la varianza no era homogénea. En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la dureza en función del tratamiento y la edad.

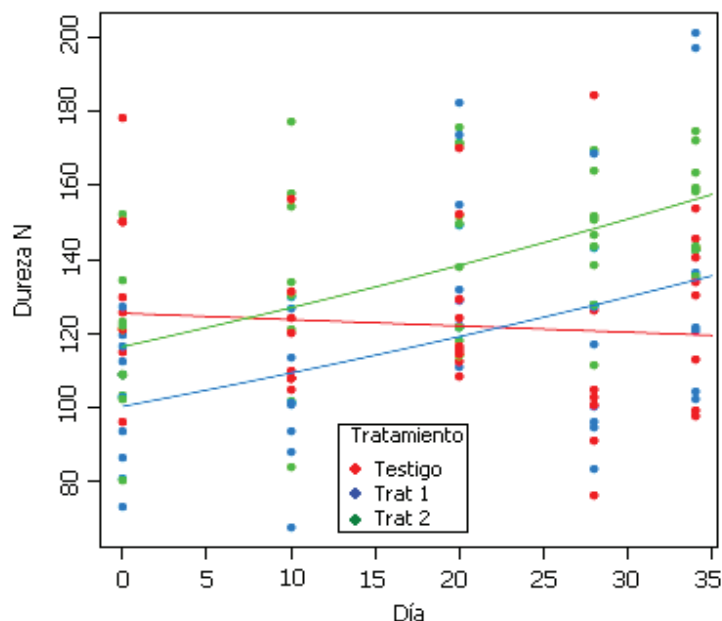


Figura 2. Dureza instrumental en función del tratamiento y la edad en jamón de cerdo picado y cocido.

Se encontró que los factores tratamiento, edad y la interacción edad-tratamiento presentaron diferencias significativas, $P > 0,01$. La dureza del producto se ordenó de la forma tratamiento 2, tratamiento 1 y testigo, con un ascenso en la dureza a medida que la edad fue aumentando para los tratamientos 1 y 2; en cambio el testigo presentó una leve tendencia

a disminuir su dureza con la edad, pero presentó un valor más uniforme durante todo el período estudiado. Considerando que el testigo fue el tratamiento que mayor sinéresis presentó, parecería que este resultado está en dirección contraria a lo reportado por González *et al.* (2009), quienes encontraron que a medida que aumenta la sinéresis en el jamón de cerdo, se

incrementa la dureza instrumental, no obstante, habría que considerar características de cohesividad del jamón, que podrían variar como consecuencia del procedimiento de elaboración.

Si se considera además que entre mayor es la dosis de la mezcla de kappa I,II-goma tara, se produce menos liberación de agua y una mayor ligazón entre los trozos de carne y la salmuera; también se podría decir que el gel formado con el mayor nivel de la mezcla de kappa I,II-goma tara, es más firme y con poca sinéresis, haciendo que este gel se comporte más fuerte a medida que el tiempo pasa. Este resultado coincide con lo reportado por Lundin y Hermansson (1998) quienes al estudiar el comportamiento de la carragenina con otros compuestos, señalan que el aumento en la fuerza de gel y la reducción de tendencia a la sinéresis se obtuvo cuando goma tara es agregada a la k-carragenina, lo cual ha hecho que estos polímeros sean altamente apropiados como espesantes para alimentos y agentes estabilizantes para la congelación.

Elasticidad instrumental. La elasticidad instrumental, no arrojó diferencias entre tratamientos, ni entre edades del producto, ni entre sus interacciones, pero si se observó un leve aumento de esta característica para todos los tratamientos con la edad, un poco más pronunciado en los tratamientos 1 y 2 que en el testigo, lo cual concuerda con lo encontrado por Higiro *et al.* (2006), que al utilizar goma tara en salmueras, su uso coincidió con un aumento en el componente elástico del producto final en el que fue aplicado. Lundin y Hermansson (1998), reportaron que mezclas de polímeros de algas de k-carragenina y de goma tara muestran fuertes efectos interactivos en el comportamiento viscoelástico.

Chen *et al.* (2000), Arda, Kara y Pekcan (2009), Ayadi *et al.* (2009), coinciden en que la goma tara presenta sinergismo con las carrageninas, por lo cual se emplea en combinación con estas en la elaboración de productos cárnicos, dando con ello geles más elásticos y sin sinéresis. El sinergismo se da por la formación de puentes de hidrógeno formados entre la doble hélice de la k-carragenina y de manosa de la goma tara. Lundin y Hermansson (1997), reportaron que la adición de goma tara a k-carragenina en un ambiente iónico de sodio o calcio, condujo a propiedades sinérgicas viscoelásticas. En cambio cuando se usan altos niveles de iota carragenina en productos cárnicos, la elasticidad decrece; esto

fue reportado por Ayadi *et al.* (2009), quienes encontraron que al adicionar niveles de 0,2 y 0,5 % de iota carragenina en salchichas de carne de pavo se presentó un incremento en la retención de agua, mayor cohesividad, mayor dureza y un incremento en el gel elástico. Sin embargo, a altas concentraciones de iota carragenina causan una reducción en la elasticidad de las salchichas. Al utilizar mezclas de carragenina y kappa I y II se producen estructuras más firmes, elásticas y con mayor retención de agua, que cuando se utilizan ambas por separado. Esto es de especial utilidad en productos cárnicos como jamones y embutidos, en los que las mezclas de carrageninas permiten mejorar la rebanabilidad y la cohesividad de la masa cárnica, y disminuir las pérdidas por cocción (López, 2004).

Dureza sensorial. El panel sensorial cuando evaluó la dureza del producto, no encontró diferencias significativas para esta característica en las diferentes edades analizadas, pero si detectó que el grupo conformado por el tratamiento 1 ($6,96 \pm 0,39$) y el testigo ($7,13 \pm 0,39$), eran significativamente ($P > 0,01$) menos duras que el tratamiento 2 ($7,58 \pm 0,39$).

Tanto el panel sensorial como el instrumento usado, coinciden al identificar el tratamiento 2 (1,2%), como el más duro, siendo posible que el nivel límite de percepción sensorial se encuentre entre los valores 0,66% en producto final (1% en salmuera, tratamiento 1) y 0,8% en producto final (1% en salmuera, tratamiento 2) usados en este ensayo. Es posible que el comportamiento del testigo se deba a la pérdida de integralidad del producto derivado del método de elaboración (masajeo sin vacío), ya que a medida que pasa el tiempo se pierde más cantidad de agua y se debilita la cohesión de las piezas de carne, lo cual es explicado directamente por Ayadi *et al.* (2009); quienes encontraron en un estudio hecho con k-carragenina con niveles más altos de 0.8%, sobre las propiedades en embutidos de carne de pavo, que la k-carragenina provocó el aumento de la capacidad de retención de agua, la dureza y la cohesión de las muestras de salchicha. La interacción sinérgica entre la k-carragenina y la goma tara en una solución acuosa para gelificación, resultó ser más efectiva en la mejora de la fuerza de gel (Arda, Kara y Pekcan, 2009). García y Totosaus (2007); reportaron que la goma tara ayuda a modificar las características texturales de los geles de k-carrageninas, reduciendo sinéresis y ayudando a la producción de geles de equivalente fuerza con las más bajas concentraciones de polisacáridos.

Es innegable que la dureza final del jamón viene determinada por la dureza base de la materia prima y el efecto del proceso sobre dicha materia prima, como lo afirma González (2008), uno de los parámetros mecánicos de la textura del jamón cocido es la dureza la cual está determinada por las condiciones del proceso de cocción, sistema de prensado y el efecto del proceso sobre la materia prima.

Color. Prueba instrumental

Luminosidad (L*). Para la luminosidad (L*) se encontró que el tratamiento, el factor edad y la interacción edad-tratamiento presentaron diferencias significativas con un valor $P > 0,01$, respectivamente. El testigo y el tratamiento 1 presentaron un descenso de la luminosidad a medida que la edad aumentó; en cambio el tratamiento 2 tuvo un ascenso en esta característica con el aumento de la edad. El testigo que inicialmente se encontraba con una luminosidad

intermedia, terminó siendo el menos luminoso de los tratamientos a partir de la edad día 20. En la Figura 3 se presenta la luminosidad en función del tratamiento y de la edad. Posiblemente este comportamiento se deba a la acción del oxígeno sobre la carne del jamón, la cual pudiera ser más susceptible a esta acción, debido a que carece de la protección que le puede brindar el agua atada al hidrocoloide, efecto menos intenso en el tratamiento 1 y menos notable en el tratamiento 2, cuyo comportamiento fue mucho más estable. García y Totosaus (2007); estudiando el efecto de la interacción entre la goma locust bean o goma tara y k-carragenina, utilizadas en un ensayo en salchichas, usando un diseño de mezclas en salchichas, encontraron que la goma locust bean y la k-carragenina mejoraron el rendimiento en el cocido y redujeron la humedad superficial, con muy leves efectos sobre la característica luminosidad del producto terminado.

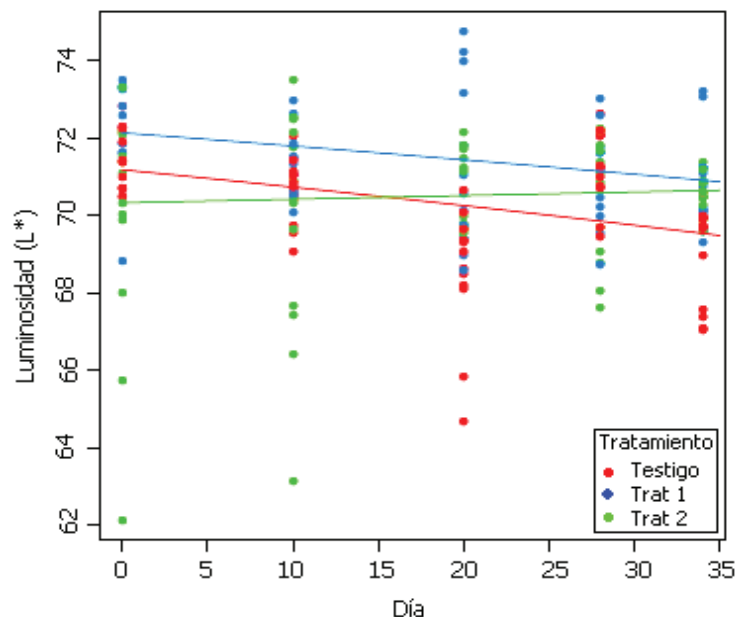


Figura 3. Luminosidad (L*) en función del tratamiento y la edad en jamón de cerdo picado y cocido.

Con consecuencias similares, pero debido al efecto del pH, Hugenschmidt *et al.* (2010); encontraron un marcado efecto de la retención de agua sobre las características de luminosidad del jamón curado cocido, concluyendo que una menor retención de agua da por consiguiente una baja luminosidad en las tajadas de jamón curado cocido. Estos cambios de

coloración se deben a que la carne curada tipo jamón es mucho más susceptible a la decoloración por la luz que la carne fresca, porque acelera la disociación del óxido nítrico del nitrosopigmento (González, Suárez y Martínez, 2009). El nitrosopigmento aunque es estable al calor, es muy lábil a la oxidación (González, 2008), a consecuencia de esto la pérdida gradual del color de

la carne curada tipo jamón puede estar afectada por la exposición a la luz, la temperatura, las condiciones de empaqueo, el crecimiento bacteriano, el secado superficial, entre otros. Mientras que la luz no decolora significativamente la carne fresca en un período de 3 días, puede causar una decoloración gradual de los productos cárnicos en 1 hora en presencia de oxígeno (González, 2008). Por otra parte, los cambios en el

color y el deterioro de la textura de la carne se han relacionado con el fenómeno de oxidación de las proteínas debido a la presencia de oxígeno (Fuentes *et al.*, 2010).

Saturación (c_{ab}^*). En la Figura 4 se presenta el comportamiento de la saturación (c_{ab}^*) en función del tratamiento y la edad.

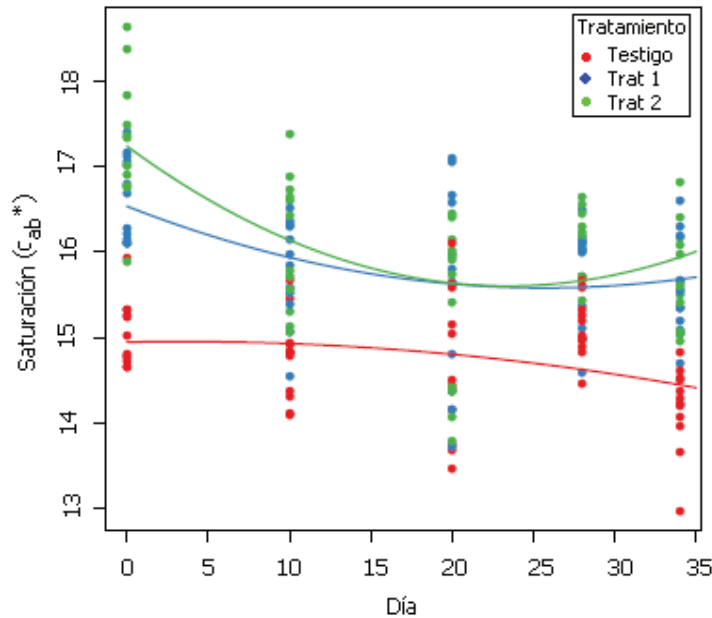


Figura 4. Saturación (c_{ab}^*) en función del tratamiento y la edad en jamón de cerdo picado y cocido.

Para la saturación (c_{ab}^*) se encontró que el tratamiento, la edad y la interacción edad-tratamiento presentaron diferencias significativas con un valor $P > 0,01$, respectivamente.

Tanto el tratamiento 2 como el tratamiento 1 presentaron una saturación mayor (hacia los tonos pasteles) con un descenso en la saturación a medida que la edad fue aumentando. El testigo tuvo una saturación más baja (color más intenso) que los tratamientos 2 y 1, mostrando a su vez un pequeño descenso en la saturación a medida que la edad aumentó.

Tono (h_{ab}^*). Para el tono (h_{ab}^*) se presentaron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos ($P > 0,01$). La Figura 5 presenta el comportamiento de esta variable en función del tratamiento y edad.

La ubicación de estos puntos en el espacio de color, conduce a que tanto el tratamiento 2 como el tratamiento 1 presentaran un tono ligeramente más alejado de los

rojos que el testigo, lo cual fue coincidente con lo encontrado por García y Totosaús (2007) en un estudio que realizaron en salchichas que contenían mezcla de goma tara y k-carragenina; como también con Alorda y Cepero (2003), quienes encontraron que la goma tara, evita las reacciones indeseables de sinéresis y otras alteraciones en el jamón como decoloraciones y malos sabores.

Estas mismas diferencias fueron captadas por el panel sensorial, quienes estuvieron de acuerdo en seleccionar el testigo como de mejor color que los tratamientos con hidrocoloide. La explicación a este hecho, indudablemente está relacionada con la capacidad de ligar agua por parte del hidrocoloide y retenerla durante el tiempo de estudio, propiciando tanto el efecto sensorial como instrumental. Es evidente que entre menos cantidad de agua liberada, debido a la mayor concentración de mezcla de carragenina kappa I,II-goma tara, el color rojo tiende a ser similar al testigo, sugerido directamente

por García y Totosa (2007), en un estudio que realizaron en salchichas que contenían mezcla de goma tara y k-carragenina. Existe, no obstante, la posibilidad de que también se pudo haber debido

a que las rebanadas de jamón, en general, tienen superficies de color compleja y heterogénea y sus texturas no contienen ninguna estructura periódica (Valous *et al.*, 2009).

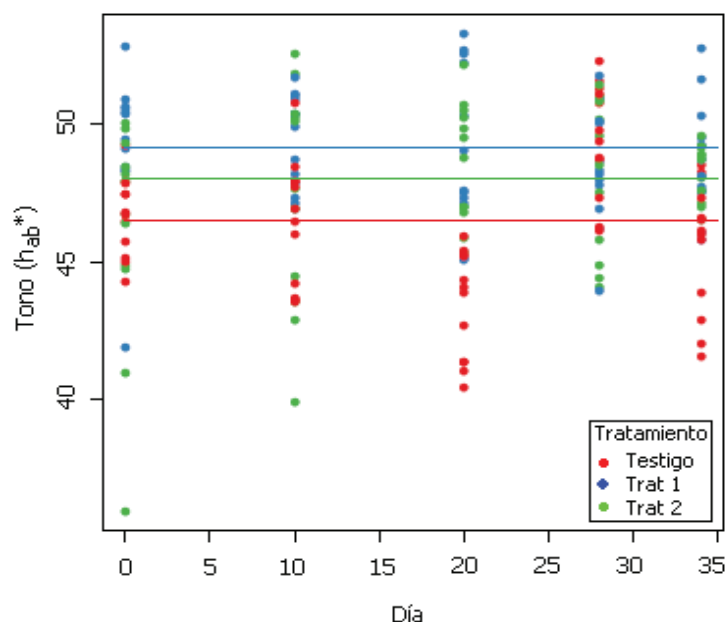


Figura 5. Tono (h_{ab}^*) en función de tratamiento y edad en jamón de cerdo picado y cocido.

Color sensorial. Para la característica color el testigo presentó la mayor calificación ($7,61 \pm 0,24$), siendo significativamente diferente a los tratamientos 1 ($7,12 \pm 0,24$) y 2 ($7,34 \pm 0,24$). Con respecto a la interacción tratamiento-factor edad arrojó que para las edades día 0 y día 10, no hubo diferencia entre los tratamientos, en cambio para las edades día 20, 28 y 34, si se presentó. La mayor calificación la expresó el testigo con un valor medio de $7,91 \pm 0,24$; $7,58 \pm 0,24$ y $8,00 \pm 0,24$ respectivamente. Se evidencia que a medida que el tiempo fue transcurriendo, el testigo presentó mayor calificación con respecto al tratamiento 1 y tratamiento 2. Probablemente el hecho de que el testigo contuviera mayor cantidad de proteína cárnica hizo que el producto final adquiriera un color más intenso característico de las carnes curadas; lo cual, es explicado por Christensen, Purslow y Larsen (2000), Palka (2003), González (2008), quienes señalan que siendo la carne el ingrediente fundamental del jamón, su aporte no solo se ve reflejado en características texturales y de sabor, sino también de color, ya que aporta la proteína mioglobina, que reacciona con el nitrito de sodio para

formar el compuesto coloreado característico de las carnes curadas. Desde otra óptica, la exposición de las tajadas de jamón al oxígeno en el momento de hacer la evaluación, podría influir sobre la calificación emitida por los jueces, tal y como lo afirman Molinero y Arnau (2010), estudiando el jamón curado seco, quienes encontraron que el oxígeno influye en la intensidad de la nitrosomioglobina, dando así un efecto sobre las características sensoriales.

Olor-aroma sensorial. Con respecto a la característica olor-aroma se encontró que el factor edad no determinó diferencias significativas ($P > 0,01$). Para los tratamientos, el testigo presentó la mayor calificación con un valor medio de $7,13 \pm 0,42$, siendo significativamente diferente a la calificación media del tratamiento 1 ($6,33 \pm 0,42$) y tratamiento 2 ($6,38 \pm 0,42$), entre quienes no hubo diferencia.

Sabor característico. Respecto a sabor característico, el testigo presentó la mayor calificación, $7,36 \pm 0,70$, siendo significativamente diferente a la calificación media del tratamiento 1 ($7,13 \pm 0,70$) y 2 ($6,15 \pm 0,70$). En

relación a la edad del producto, se observó que para el día 10, se obtuvo la mayor calificación ($7,13 \pm 0,70$), siendo significativamente diferente a las edades 0, 20, 28 y 34 días, con una calificación media de $6,58 \pm 0,70$; $6,55 \pm 0,70$; $6,27 \pm 0,70$ y $6,19 \pm 0,70$.

El comportamiento para estas características se debe probablemente a la concentración en el testigo del condimento usado, en afinidad con las mayores pérdidas por sinéresis que presentó este tratamiento, ya que existe alta coincidencia entre los diferentes autores, respecto del poco o nulo efecto que sobre esta característica, ofrecen inclusiones de carrageninas o goma tara, aún en niveles altos. López (2004), refirió que las interacciones entre las moléculas de la carragenina y las de las proteínas dentro del sistema cárnico, tienen poca influencia sobre las características de sabor del producto terminado. Además, la goma tara posee la ventaja de ser incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición, lo cual es determinante sobre las características finales del producto terminado (Aloida y Cepero, 2003).

CONCLUSIONES

La adición de una mezcla carragenina kappa I.II: goma tara, en proporción 79:21, usada en salmuera de inyección de jamones picados y cocidos de cerdo, inyectados al 50% de su peso, produce una mayor textura en el producto final, tanto sensorial como instrumentalmente y una menor sinéresis, durante y al cabo de 34 días de almacenamiento en refrigeración.

La dureza aumenta con el tiempo de almacenamiento para jamones de cerdo picados y cocidos, inyectados con salmuera al 50%, en donde se usó una mezcla de carragenina kappa I.II : goma tara, en proporción 79:21 en niveles 1 y 1,2%, desde el día 0 hasta el día 34, cuando se midió instrumentalmente, pero este incremento fue indetectable sensorialmente.

La sinéresis en jamones de cerdo picados y cocidos inyectados con salmuera al 50%, en donde se usó una mezcla de carragenina kappa I.II : goma tara, en proporción 79:21 en niveles 1 y 1,2%, tiene su punto más álgido para el día 20, pero su tendencia es aumentar con el tiempo.

La elasticidad de jamones de cerdo picados y cocidos inyectados al 50% de su peso, con salmuera que contiene niveles del 1 y 1,2% de mezclas 79:21 de

carragenina kappa I.II: goma tara, no presentaron diferencias con un testigo que no contenía esta mezcla de hidrocoloides.

La mayor retención de agua causada por el uso de hidrocoloide en jamones de cerdo picados y cocidos e inyectados, afecta las características olor-aroma, sabor y color, frente a un testigo que no los contenga, haciéndolos menos apetecibles sensorialmente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa TECNAS S.A., a la Fundación INTAL y a la Dirección de Investigaciones Sede Medellín – DIME de la Universidad Nacional de Colombia por hacer posible el desarrollo de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Aloida, M. y Y. Cepero. 2003. Reseña sobre el uso de almidones y gomas en productos cárnicos. Trabajo de grado. Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 28 p.

Arda, E., S. Kara, and O. Pekcan. 2009. Synergistic effect of the locust bean gum on the thermal phase transitions of k-carrageenan gels. *Food Hydrocolloids* 23(2): 451-459.

Ayadi, M., A. Kechaou, I. Makni and H. Attia. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* 93 (3): 278-283.

Christensen, M., P. Purslow and L. Larsen. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science* 55 (3): 301-307.

Chen, Y., M. Liao, D. Bogerand and D. Dunstan. 2000. Rheological characterisation of K-carrageenan/locust bean gum mixtures. *Carbohydrate Polymers* 46(2): 117-124.

Ellouze, M. and J.C. Agustin. 2010. Applicability of biological time temperature integrators as quality and safety indicators for meat products. *International Journal of Food Microbiology* 138(1-2): 119-129.

Fuentes, V., J. Ventanas, D. Morcuende, M. Estévez, and S. Ventanas. 2010. Lipid and protein oxidation

and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham subjected to high hydrostatic pressure. *Meat Science* 85(3): 506-514.

Galeas, L.E. 2009. Efecto de la κ -carragenina y lactato de sodio sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un jamón picado de cerdo en anaquel iluminado y sin iluminar. Trabajo de grado Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano. Honduras. 40 p.

García, E. and A. Totosaus. 2007. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and λ -carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science* 78 (4): 406-413.

González, M. 2008. Influencia del proceso de cocción y temperatura de almacenamiento sobre la vida útil del jamón de cerdo cocido. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología en Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 199 p.

González, M.T., B.S. Hafley, R.M. Boleman, R.M. Miller, K.S. Rhee and J.T. Keeton. 2009. Qualitative effects of fresh and dried plum ingredients on vacuum-packaged, sliced hams. *Meat Science* 83(1): 74-81.

González M., H. Suárez, O. Martínez. 2009. Correlación de características fisicoquímicas y sensoriales de jamón de cerdo en función del proceso de cocción y temperatura de almacenamiento. *Vitae* 16(2): 183-189.

Higiro, J., T. Herald, S. Alavi and S. Bean. 2006. Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution: Effect of salt. *Food Research International* 40(4): 435-447.

Hugenschmidt, G., R. Hadorn, R.L. Scheeder, P. Silacci, D. Scherrer and C. Wenk. 2010. The effects of early post-mortem pH and ultimate pH on level and amount of destructured zones in cooked cured hams. *Meat Science Article in Press*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2010. Norma técnica Colombiana (NTC) 4129. Quinta actualización. ICONTEC, Bogotá.

Jeremiah, L.E., M.E.R. Dugan, J.L. Aalhus and L.L. Gibson. 2003. Assessment of the relationship between chemical components and palatability of major beef muscles and muscle groups. *Meat Science* 65(3): 1013-1019.

López, J. 2004. Curso virtual de industria cárnica de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, ICTA.; http://virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap05/cap05_01; consulta: marzo 2008.

Lundin, L. and A. Hermansson. 1997. Rheology and microstructure, of Ca- and Na-K-carrageenan and locust bean gum gels. *Carbohydrate Polymers* 34(4): 365-375.

Lundin, L. and A. Hermansson. 1998. Multivariate analysis of the influences of locust bean gum, α -casein, λ -casein on viscoelastic properties of Na-K-carrageenan gels. *Food Hydrocolloids* 12(1): 175-187.

Mendoza, E., M.L. García, C. Casas, M.F. Fernández y M.D. Selgas. 1998. Utilización de hidratos de carbono como sustitutos de grasa en productos cárnicos. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 17(7): 55-61.

Montoya, L. 2004. Efecto de la adición de alginato de sodio sobre las purgas de un jamón cocido, tajado, empacado al vacío. Informe final de Especialización en Ciencia y Tecnología en Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 69 p.

Molinero, F and J. Arnau. 2010. Processing of dry-cured ham in a reduced-oxygen atmosphere: Effects on sensory traits. *Meat Science* 85(3): 420-427.

Palka, K. 2003. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Science* 64(2): 191-198.

Pietrasik, Z. and A. Jarmoluk. 2003. Effect of sodium caseinate and κ -carrageenan on binding and textural properties of pork muscle gels enhanced by microbial transglutaminase addition. *Food Research International* 36(3): 285-294.

Pietrasik, Z., J.L. Aalhus, L.L. Gibson and P.J. Shand. 2010. Influence of blade tenderization, moisture enhancement and pancreatin enzyme treatment on the processing characteristics and tenderness of beef semitendinosus muscle. *Meat Science* 84(3): 512-517.

Reardon, W., A.M. Mullen, T. Sweeney and R.M. Hamill. 2010. Association of polymorphisms in candidate genes with colour, water-holding capacity, and

composition traits in bovine *M. longissimus* and *M. semimembranosus*. *Meat Science* 86(2): 270-275.

Sellier, P. and G. Monin. 2010. A note on the relationships between cured-cooked and dry-cured ham processing yields. *Meat Science*. Article in Press.

Sun, W, G.H. Zhou, X.L. Xu and Z.Q. Peng. 2009. Studies on the structure and oxidation properties of extracted cooked cured meat pigment by four spectra. *Food Chemistry* 115(2): 596–601.

Valous, N., F. Mendoza, DaWen Sun and P. Allen. 2009. Texture appearance characterization of pre-sliced pork

ham images using fractal metrics: Fourier analysis dimension and lacunarity. *Food Research International* 42(3): 353–362.

Verbeken, D., N. Neirinck, P. DER Meeren and K. Dewettinck. 2005. Influence of k- carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science* 70(1): 161-166.

Walsh, H., S. Martins, E.E. O'Neill, J.P. Kerry, T. Kenny and P. Ward. 2010. The effect of sodium lactate, potassium lactate, carrageenan, whey protein concentrate, yeast extract and fungal proteinases on the cook yield and tenderness of bovine chuck muscles. *Meat Science* 85(2): 230- 234.