

EFFECTO REOLÓGICO DE HIDROCOLOIDES SOBRE LA SALMUERA DE MARINADO DE CARNE BOVINA

EFFECT OF HYDROCOLLOIDS ON RHEOLOGICAL BRINE MARINATED MEAT

EFEITO REOLÓGICO DE HIDROCOLOIDES NA SALMOURA DE MARINADO DE CARNE BOVINA

YOMAIRA TAPASCO Z.¹, DIEGO ALONSO RESTREPO M.², HÉCTOR SUÁREZ M.³

RESUMEN

En algunos países la práctica del marinado en carnes ha sido convertida en práctica rutinaria, sin embargo las pérdidas por cocción son considerables. El objetivo de esta investigación fue valorar el comportamiento tixotrópico de hidrocoloides como agentes espesantes en la salmuera utilizada para el marinado de carnes. Los hidrocoloides utilizados fueron: xantán, guar y carragenina I; Inicialmente fue propuesto un diseño de mezclas para elegir la mejor mezcla de hidrocoloides. Posteriormente fue evaluado el efecto que sobre la tixotropía presentó la mezcla óptima de hidrocoloides incluidas en una salmuera estándar para marinado de carnes rojas. La mezcla óptima de hidrocoloides encontrada fue de 87% de xantán y 13% de carragenina, utilizada en la salmuera en tres concentraciones 0,5%, 1,0% y

Recibido para evaluación: 02/12/2010. **Aprobado para publicación:** 27/03/2011

- 1 Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- 2 Ingeniero Químico. MSc. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- 3 Médico Veterinario Zootecnista. PhD. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Correspondencia: hsuarezm@unal.edu.co

1,5%. Esta salmuera fue utilizada para marinar muestras de carne bovina de músculo semitendinoso. Las muestras de los tratamientos fueron refrigeradas en cava durante 3 días. Fueron determinados pérdidas de peso antes y después de cocción a 80°C de temperatura interna y realizados los análisis de perfil de textura. Los resultados indica que la mejor concentración de hidrocoloides fue para el tratamiento con 1,5%. Solamente fue encontrada diferencia significativa ($p < 0,05$) para pérdida de humedad y atributos de gomosidad y masticabilidad.

ABSTRACT

In some countries the practice of marinated meat has been turned into routine practice, however losses from cooking are considerable. The objective of this research was to assess the performance of three hydrocolloid thixotropic thickening agent in the brine used for marinating meat. Hydrocolloids used were: xanthan gum, guar gum and carrageenan I, was initially proposed a mix design to choose the best one. He was then evaluated the effect on the thixotropy presented the optimal mixture of hydrocolloids contained in a standard brine marinated red meat. The optimal mix of hydrocolloids found was of 87% and 13% xanthan gum and carrageenan used in the brine at three concentrations 0,5%, 1.0% and 1,5%. This brine was used to marinate meat samples bovine semitendinosus muscle. Treatment samples were chilled in cava for 3 days. Weight losses were determined before and after cooking at 80°C internal temperature and made the texture profile analysis. The results indicated that the best concentration of hydrocolloids for the treatments was 1,5%. Was established only significant difference ($p < 0,05$) for moisture loss and attributes gomosidad and chewiness.

RESUMO

Em alguns países, a prática de carnes marinadas transformou-se em prática rotineira, entretanto as perdas de cozimento são consideráveis. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento tixotrópico de três hidrocolóides como espessantes na salmoura usado para marinar a carne. Os hidrocolóides utilizados foram: goma xantana, goma guar e goma carragena I, foi inicialmente proposto um projeto de mistura de escolher a melhor combinação de hidrocolóides. Foi então avaliado o efeito da tixotropia que apresentou a mistura ideal de hidrocolóides incluídos em uma salmoura carnes marinadas. A combinação ótima de hidrocolóides encontrada foi de 87% e 13% xantana e carragena. Esta mezla foi utilizada na salmoura em três concentrações de 0,5%, 1,0% e 1,5%. A salmoura foi usado para marinar carne do músculo semitendinoso. As amostras foram resfriadas durante 3 dias. As perdas de peso foram determinadas antes e após o cozimento a 80°C de temperatura interna e fez a análise do perfil de textura. Os resultados indicaram que a melhor concentração de hidrocolóides foi observada no tratamento com 1,5%. Só foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) para a perda de umidade e atributos de gomosidade e mastigabilidade.

Palabras Clave:

Espesantes, goma xantana, goma carragenina, goma guar.

Keywords:

Thickeners, xanthan gum, carrageenan, guar gum.

Palavras-Chave:

Espesantes, goma xantana, carragena, goma guar.

INTRODUCCIÓN

El término marinado es el proceso mediante el cual es incorporado en la carne una solución acuosa u oleosa, que puede contener diferentes ingredientes y/o aditivos (sal, fosfato, proteína, entre otros.), con el objetivo de mejorar el sabor, proporcionar suavidad o realzar atributos como color y jugosidad. El proceso de marinado realizado mediante la inyección controlada de una salmuera permite mayor retención de líquidos en la cocción. Pese a la poca información existente sobre marinado en carne, estudios recientes han demostrado que el marinado en la fase anterior al rigor mortis, puede reducir los efectos negativos causados por la condición PSE (pálida, blanda y exudativa) y mejorar la calidad final [1].

Así, el efecto del marinado sobre la carne se podría resumir en 4 puntos clave: Aumentar la retención de agua durante la cocción, incluso cuando se produce un exceso de cocción, y por tanto más jugosidad [2]; relajar las fibras musculares dando lugar a un producto más tierno y más fácilmente masticable [3, 4, 5], cuando es utilizado cloruro de calcio como activador del complejo calpaina-calpastatina; adición uniforme de sal y sabores específicos; mejorar la calidad de la carne PSE [1]. Las diferentes legislaciones de cada país, permite o prohíbe la utilización de marinados en carnes comestibles, así como el porcentaje de aplicación.

El marinado puede realizarse sobre cualquier tipo de músculo cárnico de cerdo, vaca, pollo, pavo, cordero, entre otros. Tradicionalmente han sido utilizados tres métodos para elaborar productos marinados: inmersión, inyección y masaje. El método de marinado más fiable, seguro y moderno es la inyección, con el cual es obtenida una distribución homogénea de los ingredientes del marinado en toda la pieza cárnica. El marinado debe poseer la propiedad de aumentar la capacidad de retención de agua y, por tanto, el efecto sobre la jugosidad y textura de la carne [6]. Un incremento del rendimiento del producto puede ser un factor económico a tener en cuenta, pero para que este sea admitido por un mercado exigente, debe aportar calidad organoléptica al producto final, en caso contrario será visto solamente como un beneficio para el productor [7, 8].

Dentro de los ingredientes utilizados en la salmuera, la sal tiene un papel básico en el aumento de la capaci-

dad de retención de agua, reduciendo el drenaje y las pérdidas por cocción. Interviene en el punto isoeléctrico de las proteínas, aumenta la separación entre cadenas, permitiendo que los iones cloruro (carga negativa) se unan a las cadenas proteicas cargadas positivamente incrementando así las fuerzas repulsivas. De esta manera, la matriz tridimensional de la proteína se abre, dando lugar a que un mayor número de cargas queden expuestas para unirse a moléculas de agua [6].

Los fosfatos mejoran la capacidad de retención de agua y retardan la rancidez oxidativa de productos cárnicos [9], la adición de fosfatos alcalinos a los marinados tiene el efecto de elevar el pH del tejido muscular y aumenta la fuerza iónica en la fase acuosa de la carne [5].

Las proteínas no cárnicas añadidas a las salmueras tienen capacidad gelificante, pero por sí mismas no intervienen en la capacidad de retención de agua de las proteínas cárnicas, como es el caso de los fosfatos. La retención de agua de las proteínas añadidas se debe a la capacidad de gelificación, la cual generalmente es inducida por el calor. En frío poseen poca capacidad de gelificación y es observado cuando la salmuera o marinado se vuelve más viscosa. Los hidrocoloides son moléculas altamente hidrofílicas que actúan sobre el agua libre consiguiendo reducir la movilidad y aumentando la viscosidad, interaccionan con otros componentes alimentarios mejorando la aptitud para determinadas aplicaciones. Una mezcla de estabilizantes suele ser más eficaz que cualquiera de ellos por separado [10, 11]. Los efectos de la carragenina en la retención de agua y la capacidad de gelificación en productos cárnicos han sido ampliamente estudiados. Varios autores reportan una mejor retención de agua en la presencia de carragenina [12, 13]. En la industria de la carne, la carragenina es utilizada como agente gelificante y permite la reducción en el contenido de grasa en productos cárnicos como salchichas tipo Francfort [14]. En productos cárnicos cocidos la carragenina es utilizada para mejorar la retención de humedad, formando redes tridimensionales que dan lugar a la formación de gel, también ayuda al rendimiento en la cocción y al corte en rodajas haciendo el producto final más jugoso [15].

La goma xantana es un aditivo cárnico que participa en la construcción de la textura, estabilidad y la emulsificación debido a la capacidad de ligar el agua y formar geles en carnes procesadas bajas en grasa [16, 17].

Además provee una excelente suspensión para sólidos insolubles y aceites, por esta razón es muy utilizada para estabilizar sistemas con alto contenido de grasa como en salchichas Francfort, indicando también que la goma xantana puede ser un sustituto de la grasa [18]. La goma guar produce una alta viscosidad en soluciones en frío, es un buen estabilizador y aglutinante de agua en los productos cárnicos. No tiene la capacidad de gelificar, pero reacciona de forma sinérgica con la goma xantana dando lugar a un aumento de la viscosidad. Esta máxima viscosidad es atribuida a la sinergia intermolecular que ayuda a desarrollar una red más fuerte que cuando es utilizada individualmente [19]. El objetivo de esta investigación fue valorar el comportamiento tixotrópico de los hidrocoloides goma xantana, goma guar y goma carragenina, como agentes espesantes en la salmuera utilizada para el marinado de carnes.

MÉTODO

Primera etapa: selección de la mejor mezcla de hidrocoloides

Fueron utilizados los hidrocoloides xantana, guar y carragenina e incorporados en una salmuera conteniendo sal 50%, fosfato 25%, proteína de soya aislada 15% e hidrocoloide 10%.

Por medio del diseño de mezclas con arreglo cuadrático "lattice" fueron definidos las mezclas más adecuadas utilizando el análisis de superficie de respuesta de cada hidrocoloide (ecuación 1), señalando en cada caso, el porcentaje de participación de cada uno de los hidrocoloides, definiendo la concentración final (Tabla 1).

$$I(\eta_{40}/\eta_{100})_{ida} = \beta_1 \text{ xantana} + \beta_2 \text{ Guar} + \beta_3 \text{ carragenina} + \beta_4 \text{ xantana} * \text{ Guar} + \beta_5 \text{ xantana} * \text{ carragenina} + \beta_6 \text{ carragenina} * \text{ Guar} + \epsilon$$

(Ec.1)

(R²>0.9996)

El comportamiento de las diferentes mezclas fue ajustado al modelo de Hershel-Bulkley, donde fue determinado el índice de tixotropía; los resultados obtenidos fueron

Tabla 1. Concentración porcentual de hidrocoloides carragenina, guar y xantana en salmuera para marinado de carnes rojas.

Hidrocoloide	Replicas	Porcentaje
Guar	Dos replicas	100%
Xantana	Dos replicas	100%
Carragenina	Dos replicas	100%
Guar- xantana	Dos replicas	50%-50%
Guar- carragenina	Dos replicas	50%-50%
Xantana- carragenina	Dos replicas	50%-50%
Xantana-carragenina-guar	Tres replicas	33%-33%-33%

utilizados mas adelante para elegir la mejor mezcla entre los hidrocoloides. Para el análisis estadístico de los valores obtenidos fue utilizado el programa R (The R Foundation for Statistical Computing®, versión 2.6.0, Maryland, USA) con un modelo de superficie de respuesta con diseño de mezclas, donde la variable respuesta fue tixotropía.

Segunda etapa: medición de temperatura de gelificación y fuerza de gel de los hidrocoloides

Para cada ensayo, fue adicionado en un beaker cinco gramos de la mezcla óptima de los hidrocoloides resultado de la primera etapa; a la salmuera estándar, fue realizada la dispersión en agua y adicionada lentamente la mezcla seca, usando velocidad angular de 1605 revoluciones por minuto, y manteniendo la agitación por veinte minutos. La muestra fue calentada en baño María y agitada a 800 revoluciones por minuto, utilizando tres temperaturas (75°C, 80°C y 90°C), posteriormente fueron reposadas a temperatura ambiente durante 20 minutos, antes de realizar las pruebas reométricas.

Tercera etapa: aplicación de la mezcla de hidrocoloides seleccionada en el musculo semitendinoso

Fue utilizado el musculo semitendinoso (*M. semitendinosus*) adquirido en el mercado local, fresco y refrigerado. Fueron utilizados dos músculos entre 500 y 700g para cada tratamiento: Control: muestra de carne sin marinar y tres tratamientos A) 0,5% mezcla de hidrocoloides; B) 1% mezcla de hidrocoloides; C) 1,5% mezcla de hidrocoloides. Fueron realizadas tres replicas por cada tratamiento durante tres semanas. La salmuera fue inyectada utilizando una Inyectora industrial (Inyectora de salmuera WEG® Illinois, USA, modelo 93 capacidad 30 litros presión 80 psi) y utilizada en los tres tratamientos. La mezcla óptima de hidrocoloides utilizada fue de 87% de xantana y 13% de carragenina;

esta mezcla fue preparada utilizando 1 kg de la mezcla de salmuera por 1kg de agua y 1kg de hielo, para mantener la salmuera a 4°C. Para la disolución de los ingredientes, fue utilizada una licuadora industrial (CLE® 12/98, serie 1#430, capacidad 30 L, 2.4 Hp). Antes de inyectar la salmuera las muestras de carne fueron pesadas y posteriormente inyectadas con la mezcla de salmuera al 20%, excepto las muestras utilizadas como testigo, luego fueron de nuevo pesadas. Las muestras fueron almacenadas en cava de refrigeración a 3°C durante 3 días. (Tabla 2)

Proceso de cocción

Las muestras de carne fueron sumergidas en marmita industrial (TCON®/98, capacidad 50 L, presión de vapor 1,4-4 Bar), conteniendo agua como medio calefactor, las condiciones de cocción fueron: temperatura interna de 80°C, sostenida durante cinco minutos, posteriormente el producto fue enfriado a temperatura ambiente y pesado nuevamente.

Análisis de textura

Para la cuantificación de las propiedades de textura fueron realizadas pruebas de corte y análisis de perfil de textura, utilizando un texturómetro (TA-XT2i Nacional Instruments®), con las siguientes condiciones de operación: velocidad de pre-ensayo 8 mm/s, velocidad de ensayo 10 mm/s, velocidad de pos-ensayo 8 mm/s, altura de la muestra 20 mm, compresión 80% en altura, o sea 10 mm, área de contacto 314,16 mm², tiempo entre mordidas 0,8 s.

Para la prueba de resistencia al corte fue utilizada una cuchilla banner blazer. Fueron realizados cuatro cortes por muestra definiendo el parámetro de dureza. Para la prueba análisis de perfil de textura fue utilizado un sacabocado de acero con diámetro de dos centímetros,

Tabla 2. Contenido de la salmuera

Componentes	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Sal	55%	50%	45%
Mezcla de hidrocoloides	0.5%	1%	1.5%
Proteína aislada de soya	15%	15%	15%
Fosfato	25%	25%	25%

utilizando cuatro repeticiones por muestra. Posteriormente fueron llevadas al texturómetro y cada muestra fue prensada dos veces hasta el 50% de la altura original, determinándose los parámetros de dureza (Kg), elasticidad, cohesión, adhesividad (Kg/s), gomosidad (Kg) y masticabilidad (Kg).

RESULTADOS

Primera etapa: Selección de las mejores mezclas

En la figura 1 son mostrados los resultados obtenidos para el análisis de tixotropía para la mezcla de los hidrocoloides xantán, guar y carragenina. Los mejores valores para esta propiedad fueron encontrados entre el vértice superior y el vértice lateral derecho, precisamente sobre la arista del 100% de goma xantana y 100% de carragenina.

En la tabla 3 son mostradas las interacciones dobles donde es presentado el grado de sinergia entre los hidrocoloides. La mezcla goma xantana-carragenina presenta el mejor valor ($p < 0.000251$), en este sentido, la mayor sinergia corresponde a la mezcla xantana-carragenina.

Para hallar los porcentajes fueron exploradas todas las combinaciones, variando cada punto con 0.01%, mostrando que en esta combinación en particular la mezcla con mejores resultados es xantán 87% y carragenina 13%.

Figura 1. Superficie de respuesta para el análisis de tixotropía de hidrocoloides xantán, guar y carragenina.

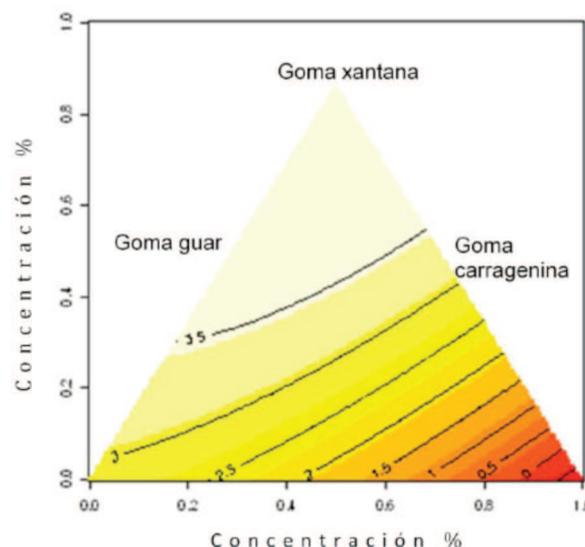


Tabla 3. Interacciones dobles para hidrocoloides xantana, guar y carragenina.

Hidrocoloides	Estimado Std	Error t	valor t	p
xantana	3,72500	0,04568	81,541	1,10e-11
Guar	2,89000	0,04568	63,263	6,48e-11
Carragenina	-0,81601	0,48525	-1,682	0,136523
xantana:guar	1,41000	0,22380	6,300	0,000404
xantana:carragenina	6,20202	0,91059	6,811	0,000251
guar:carragenina	2,79202	0,91059	3,066	0,018165

Los resultados mostrados son dependientes del modelo estadístico utilizado, en este sentido, los resultados son presentados en las aristas del triángulo, evento que muestra los valores solo en estas regiones. Al aplicar un modelo cúbico, es posible que la combinación presentada, hubiera delimitado una región en vez de una línea, lo cual podría mostrar áreas que seguramente agruparían los valores para ser seleccionados.

Segunda Etapa: determinación de temperatura de máxima consistencia de las mezclas de hidrocoloides

Los resultados de la prueba instrumental de la mezcla óptima, para determinar la temperatura en el rango de cocción, donde alcance la máxima consistencia, fueron determinados los mejores valores a 75°C, en donde alcanzó la máxima viscosidad, debido al porcentaje de goma xantan.

Los resultados de la prueba instrumental de la mezcla óptima, para determinar la temperatura en el rango de cocción, coinciden con resultados reportados por otros autores [20]. En este sentido la goma xantana en solución es única en la habilidad para mantener la viscosidad hasta temperaturas de fusión, presentando excelente estabilidad bajo amplios rangos de temperatura. El efecto de la carragenina sobre la textura, para esta temperatura de calentamiento, comienza a ser notorio, aunque no

alcanza a gelificar. Esta situación es debida a que los efectos texturizantes y ligantes no son llevados a termino hasta que la carragenina es disuelta completamente en el proceso de calentamiento (68-70°C) y seguido de un procedimiento rápido de enfriamiento.

Tercera etapa: aplicación de la muestra de hidrocoloides seleccionada en musculo semitendinoso

Fueron encontradas diferencias significativas en cuanto a la pérdida de humedad ($p < 0,05$), presentado menos pérdida de humedad el tratamiento con 1,5% de mezcla de hidrocoloides. En comparación con el tratamiento control son observadas pérdidas de humedad del 26% después de la cocción y posterior refrigeración (ver tabla 4).

El efecto de la carragenina en la retención de agua y capacidad de gelificación en productos cárnicos bovinos ha sido ampliamente estudiado. Varias investigaciones reportan mejor retención de agua en presencia de carragenina [12, 13,]. Igualmente otras investigaciones [21], reportan mejores rendimientos en carne bovina cuando fue inyectada con carragenina al 1%. En contraste resultados de otros autores [22], estudiando el efecto de la adición de carragenina en la producción de emulsificantes cárnicos, no encontraron diferencia significativa, pero reportan pérdidas de agua al cocinar la carne. Además ha sido reportado aumento significativo en la retención de agua, en rendimiento y disminución en pérdidas al cocinar, cuando fue incorporada goma xantana en salchichas de cerdo [18], y contrariamente reporta pérdida de humedad cuando es utiliza carragenina al 0,5% en jamón de cerdo cocido [23].

En el caso de la característica dureza, los valores obtenidos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos (ver tabla 4). Los mejores resultados fueron presentados para la concentración de hidrocoloide

Tabla 4. Pérdida de humedad de musculo semi tendinoso utilizando hidrocoloides en la salmuera de marinado.

Concentración hidrocoloide	Peso sin salmuera g	Peso con salmuera g	Peso refrigerado g	Peso cocinado g	Pérdida porcentual respecto al peso inicial
Control	614±57	0	613±41	452±35	26,37 ^a
0,5	571±84	689±39	683±79	491±37	14,01 ^b
1,0	675±69	837±49	831±71	614±58	9,08 ^c
1,5	702±83	861±71	855±79	648±57	7,75 ^d

^{a, b, c} letras diferentes entre filas significa diferencia significativa ($p < 0.05$).

1,5%. El tiempo de cocción y la posterior refrigeración provoca incremento en la dureza, con la utilización de hidrocoloide, sin embargo el menor valor fue reportado para la carne marinada con 1,5% de hidrocoloide. Estos resultados coinciden con otros trabajos [24, 25], quienes encontraron que la presencia de goma xantana podría reducir la terneza. Otras investigaciones igualmente demuestran aumento de la dureza en salchichas, probablemente por la pérdida de agua durante el almacenamiento refrigerado [14]. De todas formas es aceptado que la carne que contiene carragenina iota es menos dura [26].

El análisis de perfil de textura para los atributos adhesividad, elasticidad, cohesividad y terneza no mostró diferencia significativa con respecto al testigo ($p > 0,05$) (ver Tabla 5).

Para las características gomosidad y masticabilidad fue encontrada diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0,05$). Mostrando los mejores valores para la concentración de hidrocoloide 1,5%.

En cuanto al análisis de perfil de textura para los atributos elasticidad, adhesividad, cohesividad y terneza, los resultados del presente trabajo no coinciden con otros estudios [27], donde observaron una disminución significativa en el atributo de elasticidad de salchichas elaboradas con carragenina. Esta situación podría explicarse teniendo en cuenta la disminución de la capacidad de la proteína que forma la red en el gel, conduciendo a una estructura más elástica. Además la carragenina en niveles bajos de 0,2% y 0,5% incrementa los valores de elasticidad. Sin embargo valores más altos de 0,8%

y 1,5% produce disminución significativa en la elasticidad. En contraste el aumento de la concentración de carragenina conduce a salchichas más cohesionadas [27].

Sobre las características gomosidad y masticabilidad, resultados similares fueron obtenidos por otros autores [28], quienes reportan efectos con respecto a la gomosidad y masticabilidad en albóndigas crudas y cocinadas con el 10% de materia grasa. Además la carragenina incrementa significativamente la gomosidad y masticabilidad en albóndigas después de cocinadas [22]. De otra parte es reportado que la carragenina aumento la textura en general de la carne de hamburguesas bajas en grasa [29]. Finalmente otros resultados [23], reportan que el uso de carragenina al 0,5% en jamón de cerdo cocido, fue quien obtuvo la mejor textura frente al uso de alginatos. En lo referente a la goma Xantana, básicamente es utilizada en carnes para controlar la reología del producto final, por el carácter pseudoplástico en solución la goma xantana tiene una sensación menos gomosa en la boca que las gomas con comportamiento newtoniano. Además puede formar geles cuando es calentada pero regresa al estado normal cuando es enfriada [30].

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la utilización de mezclas óptimas de hidrocoloides utilizados en salmueras para marinado de musculo semitendinoso de bovino, mejoran la perdida de humedad y atributos sensoriales como gomosidad y masticabilidad.

Tabla 5. Resultados del análisis de perfil de textura para carnes inyectadas con salmuera conteniendo mezcla de hidrocoloides.

Atributo	Porcentaje de hidrocoloide 1 semana				Porcentaje de hidrocoloide 3 semana			
	Control	0,5%	1%	1,5%	Control	0,5%	1%	1,5%
Adhesividad	-780 ± 25 ^a	-730 ± 34 ^a	-710 ± 62 ^a	-750 ± 37 ^a	-805 ± ^a	-775 ± 25 ^a	-745 ± 41 ^a	-749 ± 27 ^a
Elasticidad	0,49 ± 0,4 ^a	0,58 ± 0,6 ^a	0,56 ± 0,1 ^a	0,54 ± 0,8 ^a	0,58 ± 0,4 ^a	0,55 ± 0,2 ^a	0,58 ± 0,3 ^a	0,55 ± 0,4 ^a
Cohesividad	0,59 ± 0,2 ^a	0,49 ± 0,1 ^a	0,48 ± 0,1 ^a	0,61 ± 0,1 ^a	0,59 ± 0,1 ^a	0,51 ± 0,2 ^a	0,49 ± 0,1 ^a	0,52 ± 0,2 ^a
Gomosidad	132,00 ± 3,2 ^a	70,23 ± 2,1 ^b	80,73 ± 7,1 ^c	68,45 ± 5,6 ^d	140,2 ± 9,2 ^a	70,37 ± 3,2 ^b	80,09 ± 5,8 ^c	73,83 ± 4,5 ^d
Masticabilidad	60,08 ± 3,9 ^a	37,02 ± 4,8 ^b	48,39 ± 3,5 ^c	42,00 ± 2,9 ^d	80,09 ± 5,9 ^a	34,92 ± 1,8 ^b	35,37 ± 2,9 ^b	37,29 ± 5,9 ^c
Dureza	102,42 ± 5,9 ^a	104,39 ± 8,2 ^b	105,01 ± 6,5 ^b	103,83 ± 1,3 ^c	107,3 ± 8,9 ^a	107,36 ± 8,2 ^a	109,24 ± 8,3 ^b	110,48 ± 8,6 ^c

^{a, b, c, d} letras diferentes entre columnas significa diferencia significativa ($p < 0,05$).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo logístico y financiero a TECNAS S.A. y a la Dirección de Investigación de Medellín-DIME.

REFERENCIAS

- [1] ALVARADO C.Z. Y SAMS A.R. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat, *Poultry Sci.*, 82, 2003, p.1332-1336.
- [2] MCGEE M.R., *Et. al.* Injection of Sodium Chloride, Sodium Tripolyphosphate, and Sodium Lactate Improves Warner-Bratzler Shear and Sensory Characteristics of Pre-Cooked Inside Round Roasts, *Meat Sci.*, 64, 2003, p. 273-277.
- [3] SMITH K.R., SCANGA K.E., SMITH G.C. Tenderness and Sensory Traits of Branded, Enhanced and Non-enhanced Pork Loin Chops. Animal Sciences Research Report. The Department of Animal Sciences, Ed. Fort Collins, CO (USA): Colorado State University, 2002, p. 105-127.
- [4] GENHO M.R., BELK J.A., SCANGA J.A., SMITH G.C. Comparison of the Palatability of Five Different Beef Product Lines. Animal Sciences Research Report, The department of animal Sciences. Ed. Fort Collins, CO (USA): Colorado State University, 2002, p. 35-54.
- [5] ZHENG, M., DETIENNE, N.A., BARNES, B.W., WICKER, L. Tenderness and Yields of Poultry Breast are Influenced by Phosphate Type and Concentration Marinade, *J. Sci. Food Agric.*, 81, 2000, p. 82-87.
- [6] XARGAYÓ M., LAGARES J., FERNÁNDEZ E., BORRELL D., JUNCA G. Solution for improving meat texture. Influence of spray injection on the organoleptica and sensory characteristics, *Fleischwirtschaft International*, 2, 2004, p. 68-74.
- [7] WANG B., LI D., WANG I.J., CHIU Y.L., CHEN X.D., MAO Z.H. Effect of high-pressure homogenization on the structure and thermal properties of maize starch, *J. Food Eng.*, 87, 2008a, p. 436-444.
- [8] MILLER R. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. 49^o International Congress of Meat Science and Technology Brazilian, Campinas. *Journal of Food Technology*, special issue, 2000, p. 67-80.
- [9] LIN K.W. Y CHIANG C.H. Effectiveness of dipping with Phosphate, Lactate and acetic Acis Solution on the quality and Shelf-life of Pork Loing Chop, *J. Food Sci.*, 66(3), 2001, p. 494-499.
- [10] NAGANO T., TAMAKI E., FUNAMI T. Influence of guar gum on granule morphologies and rheological properties of maize starch, *Carbohydrate Polymers*, 72(1), 2008, p. 95-101.
- [11] LENNON A.M., MCDONALD K., MOON S.S., WARD P., KENNY T.A. Performance of cold-set binding agents in re-formed beef steaks. *Meat Sci.*, 85, 2010, p. 620-624.
- [12] PIETRASIK Z. Binding and textural properties of beef gels processed with j-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase, *Meat Sci.*, 63(3), 2003, p. 317-324.
- [13] VERBEKEN D., NEIRINCK N., VAN DER MEEREN P., DEWETTINCK K. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins, *Meat Sci.*, 70(1), 2005, p. 161-166.
- [14] CANDOGAN K. y KOLSARICI N. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters, *Meat Sci.*, 64(2), 2003b, p. 199 - 206.
- [15] IMESON A.P. y CARRAGEENAN. In: Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.), *Handbook of Hydrocolloids*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 2000, pp. 87-102.
- [16] TISCHER P.C., NOSEDA M.D., FREITAS R.A., SIERAKOWSKI M.R., DUARTE M.E. Effects of iota-carrageenan on the rheological properties of starches, *Carbohydrate Polymers*, 65, 2006, p. 49-57.
- [17] CANDOGAN K. y KOLSARICI N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin, *Meat Sci.*, 64(2), 2003a, p. 207-214.
- [18] LURUEÑA-MARTINEZ M.A., VIVAR-QUINTANA A.M., REVILLA I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters, *Meat Sci.*, 68(3), 2004, p. 383-389.
- [19] QUINTANA J.M., CALIFANO A.N., ZARITZKY NE., PARTAL P. Effect of salt on the rheological properties of low-in-fat o/w emulsions stabilized with polysaccharides, *Food Sci. Tech. Inter.*, 8(4), 2002a, p. 213-222.
- [20] PHILLIPS P., WILLIAMS A. *Handbook of hydrocolloids*. Woodhead publishing Ltd. Cambridge England. eds Phillips G.O. and Williams P.A. , pp. 442.
- [21] WALSH H., *Et. al.* 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 Sci.*, 85, 2010, p. 230–234.
- [22] HSU S.Y. y CHUNG H.Y. Effects of j-carrageenan, salt, phosphates and fat on qualities of low-fat emulsified meatballs, *J Food Eng.* 47(2), 2001, p. 115–121.
- [23] MONTOYA P.L., RESTREPO M.D., SUÁREZ M.H. Influencia del Alginato de Sodio Sobre la Sinéresis en Jamón Cocido, *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 63(1), 2010, p. 5409-5415.
- [24] PEREZ S.P. Desarrollo de la metodología de análisis sensorial e instrumental para la evaluación de la textura: aplicación en salchichas cocidas, [Ph.D. Tesis en Ciencias]. Burgos (España): Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias, 2001, 215p.
- [25] XIONG Y.L., NOEL D.C., MOODY W.G. Textural and sensory properties of lowfat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt, *J. Food Sci.*, 64(3), 1999, p. 550–554.
- [26] FLORES M., GINER E., FISZMAN S.M., SALVADOR A., FLORES J. Effect of a new emulsifier containing sodium stearyl-2-lactylate and carrageenan on the functionality of meat emulsion systems, *Meat Sci.*, 76, 2007, p. 9–18.
- [27] AYADI M.A., KECHAOU A., MAKNI I., ATTIA H. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties, *J. Food Eng.*; 93(3), 2009, p. 278-283.
- [28] HUGHES E., MULLEN A.M., TROY D.J. Effect of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurter formulated with 5% and 12% fat, *Meat Sci.*, 48, 1998, p. 169-180.
- [29] DESMOND E.M., TROY D.J. Comparative studies of nonmeat adjuncts used in the manufacture of low-fat beef burgers, *J. Muscle Foods*, 9, 1998, p. 221–241.
- [30] SANZ T., SALVADOR A., FISZMAN S.M. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood, *Food Hydrocolloids*, 18, 2004, p. 127–131.