

## **EFEECTO DE DIFERENTES COMBINACIONES DE CARNE, AGUA Y CARRAGENATO EN UN ROLLO DE CERDO REESTRUCTURADO**

*Magdalena Ramos\**, Ramón Santos, Frank Rodríguez y Margarita Nuñez de Villavicencio  
*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, C.P. 19 200, La Habana, Cuba.*

*E-mail: marlen@iiaa.edu.cu*

### **RESUMEN**

El objetivo fue determinar la proporción de carne/agua/carragenato para obtener un producto reestructurado de merma cero con una buena calidad y económico. Se aplicó un diseño de mezclas D-Óptimo (DX-6) con 18 puntos experimentales. Se realizaron evaluaciones sensoriales, de textura, microbiológicas y físico-químicas, así como determinaciones de las pérdidas por grillado y en horno microondas. El efecto de las variables carne de cerdo de segunda, agua y carragenato mostró que, con los 18 tratamientos, se lograron productos de calidad sensorial, físico-química, microbiológica y textura semejantes y de muy buena aceptación. Con valores máximos de adición de 30 % de carne de segunda y 20 % de agua añadida, y mínimo de 0,3 % de carragenato de sodio se obtuvieron rollos de carne de cerdo reestructurados de muy buena calidad y económicos. Todas las variantes cumplieron con los requisitos establecidos en el proceso de cocción para los productos merma cero. Los porcentajes de mermas en el grillado fueron inferiores a los del calentamiento por microondas para los productos lasqueados.

**Palabras clave:** producto cárnico reestructurado, merma de cocción, textura, ingredientes, aditivos.

---

*\*Magdalena Ramos Sánchez: Doctora en Medicina Veterinaria (U.H. 1976). Investigador Auxiliar; Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Trabaja en Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos en la Dirección de Carne del IIIA. Sus principales líneas de trabajo son tecnología de productos curados tradicionales y de alto rendimiento, obtención y aprovechamiento de carne y subproductos del sacrificio animal de diferentes especies, tecnología de productos conformados, embutidos, marinados y reestructurados, así como en el desarrollo de productos cárnicos, de pescado de agua dulce, a base de vegetales y cereales, conformados o no, entre otros.*

### **ABSTRACT**

**Effect of different combinations of meat, water and carragenate in the making of a pork restructured roll**

The aim of the present work was to determine the proportion of meat / water / carragenate to obtain an economic and zero-loss restructured product with good quality. A D-Optimum (DX-6) design of mixtures was applied obtaining 18 experimental points. Sensory, texture, microbiological and physico-chemical evaluations were carried out, as well determinations of losses by grill and microwave oven. The effect of the variables second category pork meat, water and carragenate showed that, with the 18 treatments, products of similar sensorial, physico-chemical, microbiological quality, texture properties and a very good acceptance were obtained. The restructured rolls of pork meat with a very good quality and economic were obtained using maximum levels of pork meat and water at 30% and 20%, respectively, and minimum level of sodium carragenate at 0.3%. All the designed variants presented the limits requirements in the cooking process for the products without cooking losses. The percentages of cooking losses of grill were lower than the microwaves oven in portioned products.

**Keywords:** restructured meat product, cooking loss, texture, ingredients, additives.

### **INTRODUCCIÓN**

La tecnología de elaboración de productos cárnicos reestructurados ha sido desarrollada en Cuba desde finales de la década de los 90, siendo los fundamentales: carne para asar (*roast beef* o *rolls beef*), bistec o lonchas de carne (*steak*) y filete (*tender loin*). Inicialmente estos productos eran elaborados con carne de res y

años más tarde se empleó carne de cerdo y en su preparación, el énfasis fundamental se basa en el control del contenido de grasa, mediante la operación de pulido o limpieza de las carnes (1).

Tradicionalmente, el proceso de reestructuración se ha realizado con sal y fosfatos, que con la ayuda de medios mecánicos favorables posibilitan la extracción de las proteínas miofibrilares, las cuales durante los procesos de cocción o gelificación térmica sufren una serie de transformaciones que dan lugar a la formación de estructuras proteicas estables responsables de características como textura, retención de agua y grasa de los productos cárnicos (2).

Resulta de vital importancia en la actualidad el empleo de otros aditivos como el carragenato y fécula de papa, los cuales actúan como agentes ligantes y presentan grandes ventajas entre las que se encuentra la habilidad de ligar agua aportando jugosidad al producto (3). Investigaciones recientes en otros países, han introducido la utilización de métodos biotecnológicos, con enzimas como la transglutaminasa para mejorar la estabilidad de los productos reestructurados crudos a temperaturas de refrigeración (4).

Están reconocidas las ventajas económicas y productivas del uso de las tripas impermeables, ya que mediante su empleo en la elaboración de productos cárnicos embutidos se logran reducir al mínimo las mermas industriales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la proporción de carne/agua/carragenato que permita obtener un producto reestructurado de merma cero con una buena calidad y económico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la Planta Piloto de la Dirección de Carne del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Se utilizó la carne proce-

dente de la pierna y paleta de cerdo como materias primas básicas. Se tomó como referencia un "rollo de cerdo" reestructurado elaborado en el IIIA (5) con 86 % de carne total y para el diseño se prefijó la carne de cerdo de segunda entre 20 y 30 %, la carne de cerdo de primera entre 66 y 56 %, buscando rangos de carne que permitieran asimilar el agua añadida entre 10 y 20 % (Tabla 1). Además se determinó agregar carragenato de sodio en porcentajes de 0,3 a 0,6 % para garantizar el concepto de merma cero y la total ligazón del agua añadida, así como 2 % de fécula de papa y 2 % de sales y condimentos, los que quedaron fijos en el diseño.

Las materias primas se limpiaron de todo el tejido conectivo visible, así como de los hematomas y ganglios. La carne de primera calidad (95/5; carne/grasa), fue molida en un disco precortador de tres orificios en forma de riñón y cuchilla de dos brazos. La carne de segunda calidad (85/15; carne/grasa) se molió por un disco fino de 5 mm (6, 7).

Además se adicionó fécula de papa, pues este hidrocoloide de bajo peso molecular es una opción para obtener productos reestructurados de calidad a bajo costo ya que favorece la retención de agua en altos porcentajes formando geles que aunque frágiles facilitan la unión entre los trozos de carne y aportan jugosidad y textura (8-10).

Se empleó el diseño de mezclas D-Óptimo (DX-6) para determinar las proporciones de los componentes variables en el trabajo, el cual dio 18 puntos experimentales, de los cuales cuatro se repiten obteniéndose un total de 14 formulaciones diferentes (Tabla 2).

En la elaboración de las variantes se prepararon mezclas de 7 kg cada una. En cada tratamiento, al total de componentes variables ( $X_1+X_2+X_3$ ) se le incorporaron las sales, fécula de papa y condimentos.

**Tabla 1. Porcentajes máximos y mínimos de los componentes**

| Componente                | Identificación en el diseño | Nivel mínimo de utilización propuesto | Nivel máximo de utilización propuesto |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Carne de cerdo de segunda | A                           | 20                                    | 30                                    |
| Agua añadida              | B                           | 10                                    | 20                                    |
| Carragenato de sodio      | C                           | 0,3                                   | 0,6                                   |

**Tabla 2. Porcentajes de cada variable en el diseño D-Óptimo para el rollo de cerdo reestructurado en cada uno de los tratamientos**

| Orden de elaboración | Número de mezclas | A<br>(carne de cerdo 2 <sup>da</sup> ) | B<br>(agua añadida) | C<br>(carragenato) |
|----------------------|-------------------|--|---------------------|--------------------|
| 15                   | 1                 | 20                                     | 20                  | 0,6                |
| 9                    | 2                 | 25                                     | 10                  | 0,6                |
| 6                    | 3                 | 25                                     | 20                  | 0,45               |
| 14                   | 4                 | 30                                     | 20                  | 0,6                |
| 7                    | 5                 | 20                                     | 10                  | 0,3                |
| 18                   | 6                 | 20                                     | 20                  | 0,3                |
| 11                   | 7                 | 27,5                                   | 12,5                | 0,45               |
| 12                   | 8                 | 20                                     | 10                  | 0,6                |
| 8                    | 9                 | 30                                     | 10                  | 0,3                |
| 2                    | 10                | 20                                     | 20                  | 0,3                |
| 16                   | 11                | 30                                     | 20                  | 0,3                |
| 1                    | 12                | 20                                     | 20                  | 0,6                |
| 10                   | 13                | 30                                     | 15                  | 0,6                |
| 3                    | 14                | 30                                     | 20                  | 0,3                |
| 5                    | 15                | 25                                     | 15                  | 0,3                |
| 13                   | 16                | 30                                     | 10                  | 0,6                |
| 17                   | 17                | 20                                     | 10                  | 0,3                |
| 4                    | 18                | 20                                     | 15                  | 0,45               |

Los productos se masajearon por tratamiento mecánico durante 30 min, según las operaciones descritas en trabajos desarrollados (1, 5, 11-13). Se embutieron en tripas impermeables de poliamida-polietileno para obtener rollos de 60 mm de diámetro y un peso aproximado entre 0,75 y 0,80 kg. Una vez embutidos se refrigeraron entre 2 y 4 °C hasta su cocción. El proceso de cocción fue realizado en agua a 80 °C hasta que el producto alcanzó en su centro de 70 a 74 °C.

Los productos se evaluaron sensorialmente por 15 catadores adiestrados en productos cárnicos, los cuales evaluaron los atributos aspecto, sabor, color y olor mediante una escala de siete puntos (7: excelente y 1: pésimo), mientras que la textura y jugosidad se evaluaron por otra escala donde el centro era el óptimo. A los catadores se les presentaron lascas del producto de 1,5 cm de espesor, las cuales previamente se grillaron en la plancha entre 170 y 180 °C, durante 1 min por cada lado. Las muestras se encontraban a temperatura ambiente y se identificaron con números aleatorios de tres cifras.

Se realizaron mediciones de textura mediante dos pruebas: análisis del perfil de textura (APT) y prueba de corte o cizalla empleando una cuchilla Warner-Bratzler (WB) (14). Se realizaron tres réplicas por cada variante estudiada.

A los productos terminados se les determinaron humedad (15), grasa (16), pH (17), proteínas (18) y cloruro de sodio (19), así como, ensayos microbiológicos de conteo total de aerobios mesófilos (20) (CTAM), coliformes totales (CCT) (21), coliformes fecales (CCF) (22), enterobacterias (CE) (AVRB, 37 °C, 18 a 24 h), hongos (CH) y levaduras (CL) (23), la presencia o no de *Salmonella* (24) y de *Staphylococcus aureus* (25), todos los valores se presentaron como log<sub>10</sub> UFC.

Se determinaron las mermas en cocción en el tratamiento térmico a través de la siguiente expresión:

$$\text{Mermas de cocción} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

Donde: P<sub>1</sub>: peso de la muestra cruda y P<sub>2</sub>: peso de la muestra cocida. Aplicando este mismo procedimiento, también se le determinaron las mermas al producto ya cocido; luego de ser grillado en la plancha y calentado en horno microondas a una potencia media-alta entre 150 y 155 °C, durante 2 min.

El procesamiento de los resultados se realizó a través del programa Design Expert ver. 6,0 seleccionando el modelo que mejor explica el comportamiento de cada variable

de respuesta: porcentaje de grasa, dureza (WB), dureza (APT), elasticidad, porcentaje de mermas por cocción en grillado y en horno microondas. Para esta selección se tuvo en cuenta la p (significación del modelo) y el coeficiente de regresión ( $r^2$ ). Se determinó además, la región en la cual se podría obtener la respuesta óptima, restringida por los límites impuestos a las diferentes variables respuestas, que posterior al tratamiento estadístico de los resultados aportaron modelos significativos a  $p \leq 0.05$  y coeficientes de regresión superiores a 0,8.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 muestra los resultados del análisis de varianza de las variables en estudio. El comportamiento de la grasa y la dureza (APT) se explican a través de un modelo lineal. La elasticidad y la dureza (WB) se explican por un modelo cuadrático. En el caso de estas dos últimas respuestas el modelo lineal resultó no significativo por lo que se decide explicar estas variables mediante el modelo cuadrático, aunque el coeficiente de regresión con excepción de la elasticidad, es inferior a 0,8. Para las mermas en cocción, tanto en grillado como por microondas, dieron respuestas no significativas.

Para la respuesta grasa que está estrechamente relacionada con el porcentaje de carne de segunda en la fórmula, el modelo obtenido fue lineal. El análisis de varianza del modelo fue significativo a  $p \leq 0,0001$ . La prueba de falta de ajuste del modelo resultó no significativa ( $p \leq 0,2135$ ) obteniéndose un  $r^2 = 0,83$ , lo que significó que el modelo obtenido es capaz de explicar el 83 % de las variaciones que pueden ocurrir.

La ecuación obtenida en el análisis del comportamiento del porcentaje de grasa para los diferentes valores de carne de segunda y agua, y para el punto intermedio de adición de carragenato de sodio se muestra a continuación:

$$Y_1 = 10,14 + 3,55A + 0,35B + 0,47C$$

Donde:  $Y_1$ : porcentaje de grasa; A: porcentaje de carne de segunda; B: porcentaje de agua y C: porcentaje de carragenato de sodio.

Como era de esperar en la medida que el porcentaje de carne de segunda aumenta, la grasa se va incrementando de forma lineal, independientemente de la cantidad de agua añadida. Al cambiar el porcentaje de carragenato ya sea a valores de 0,3 (límite inferior) o de 0,6 (límite superior), los contenidos de grasa presentaron un comportamiento similar, por lo que en esta respuesta la variable que más influyó fue la carne de segunda.

En los resultados físico-químicos del producto terminado se pudo apreciar que, incluso incorporando los porcentajes máximos de carne de segunda al diseño, el producto final obtenido no sobrepasó los niveles de 15 % de grasa en su composición.

En cuanto a la dureza obtenida mediante el análisis del perfil de textura (APT), el análisis de varianza para la superficie de respuesta mostró que los porcentajes de carne de cerdo y agua fueron significativos a  $p \leq 0,0001$  y el de carragenato de sodio no significativa en el rango de valores estudiados. La prueba de falta de ajuste resultó no significativa a  $p \leq 0,3587$  y se obtuvo un  $r^2 = 0,79$ .

**Tabla 3. Resultados del análisis de varianza para las variables respuestas estudiadas**

| Parámetro                    | Modelo     | p      | $r^2$ |
|------------------------------|------------|--------|-------|
| $Y_1$ =Grasa                 | Lineal     | 0,0001 | 0,838 |
|                              | Cuadrático | NS     | -     |
| $Y_2$ =Dureza                | Lineal     | 0,0001 | 0,799 |
|                              | Cuadrático | NS     | -     |
| $Y_3$ =Elasticidad           | Lineal     | NS     | -     |
|                              | Cuadrático | 0,0048 | 0,831 |
| $Y_4$ =Cuchilla              | Lineal     | NS     | -     |
|                              | Cuadrático | 0,0256 | 0,675 |
| $Y_5$ = Mermas por grillado  | Lineal     | NS     | -     |
|                              | Cuadrático | NS     | -     |
| $Y_6$ = Mermas en microondas | Lineal     | NS     | -     |
|                              | Cuadrático | NS     | -     |

NS: No significativo

Esto explica que al incorporar porcentajes superiores de carne de segunda, entre 20 y 30 %, y agua en rangos entre 10 y 20 %, el producto resultante es mucho más tierno (menos duro), que aquel que se elabora a partir de carnes más magras con menor porcentaje de grasa.

Estos resultados se corresponden con los de la Fig. 1 donde se muestra el comportamiento de la dureza a diferentes valores de agua y carne y a valor constante de carragenato (0,45 %). Como se puede observar, ambas variables influyeron y los valores de dureza variaron de 8,86 kgf a 6,13 kgf en la medida que los valores de adición de ambas variables se incrementaron.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en otros trabajos (26), cuyos valores se encontraban entre 21 y 26 kgf, en filetes de res reestructurados, se observó que los valores de dureza obtenidos en el rollo de cerdo reestructurado son muy inferiores, lo cual es de esperar pues se trata de una especie animal diferente. Como se sabe, el cerdo es un animal que incorpora más grasa que la res, por el tipo de alimentación y características de la especie; sin embargo, los resultados se están comparando con el músculo más tierno de la canal del bovino que es el filete o músculo *tender loin*, y cuyo valor de dureza es de 23 kgf (músculo intacto). Otros valores obtenidos de dureza en rollos de res reestructurados, fueron entre 17,2 y 30,8 kgf, en comparación con el valor de la riñonada, músculo *longissimus dorsi, rib end* de 23,63 kgf (27). El producto logrado en nuestro trabajo, cualquiera de las variantes, fue más tierno.

El comportamiento de la elasticidad se explicó mediante un modelo cuadrático a  $p \leq 0,0001$  y la prueba de falta de ajuste resultó no significativa a valores de  $p \leq 0,2954$  y  $r^2 = 0,83$ .

La elasticidad, aunque realmente no constituye uno de los atributos más deseados en la carne fresca, se determinó estudiar su comportamiento ya que se reestructuró un producto a partir de la carne de cerdo, además se incorporaron ciertos ingredientes como los hidrocoloides, de alto y de bajo peso molecular, como las gomas (carragenatos) y los almidones o féculas, respectivamente. Estos ingredientes al ser incorporados a un sistema cárnico, cambian las propiedades del mismo. Sin embargo un producto reestructurado que trata de imitar la carne fresca solo puede sufrir este cambio hasta ciertos límites. En este caso, tal y como se observa en la Fig. 2, estos valores se encontraron entre 7,06 y 5,32 mm. Los valores máximos de elasticidad se obtuvieron a valores mínimos y máximos de carne de segunda añadida independientemente del porcentaje de agua. El valor mínimo de elasticidad se obtuvo a porcentajes intermedios de adición de carne de cerdo de segunda y porcentajes superiores de agua añadida (20 %).

Han sido encontrados valores similares de elasticidad en rollos de res reestructurados con y sin carragenatos, almidones y proteína aislada de soya, en rangos entre 5,8 y 6,7 mm en comparación con los valores reportados en músculos intactos como el boliche blanco y la riñonada de 4,83 y 4,30 mm, respectivamente (27).

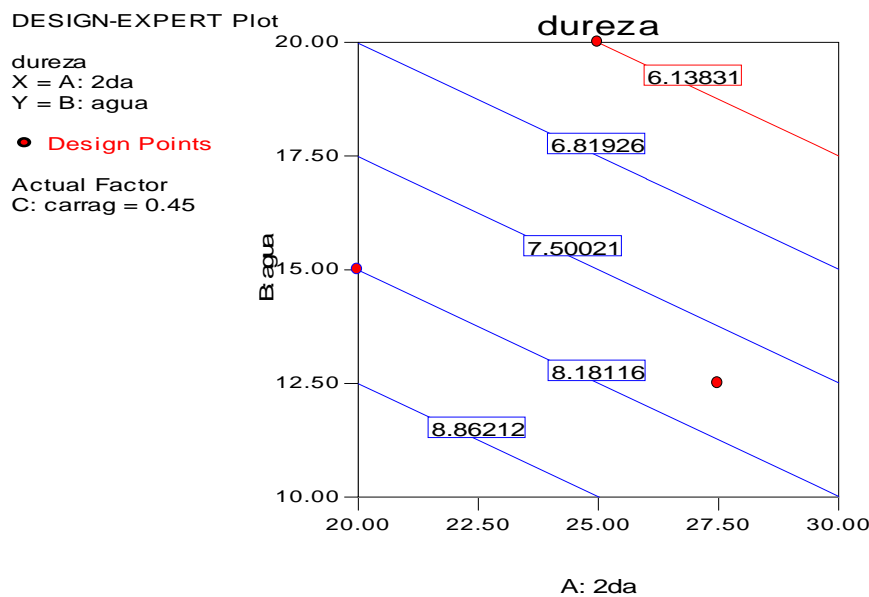


Fig. 1. Superficie de respuesta para la dureza.

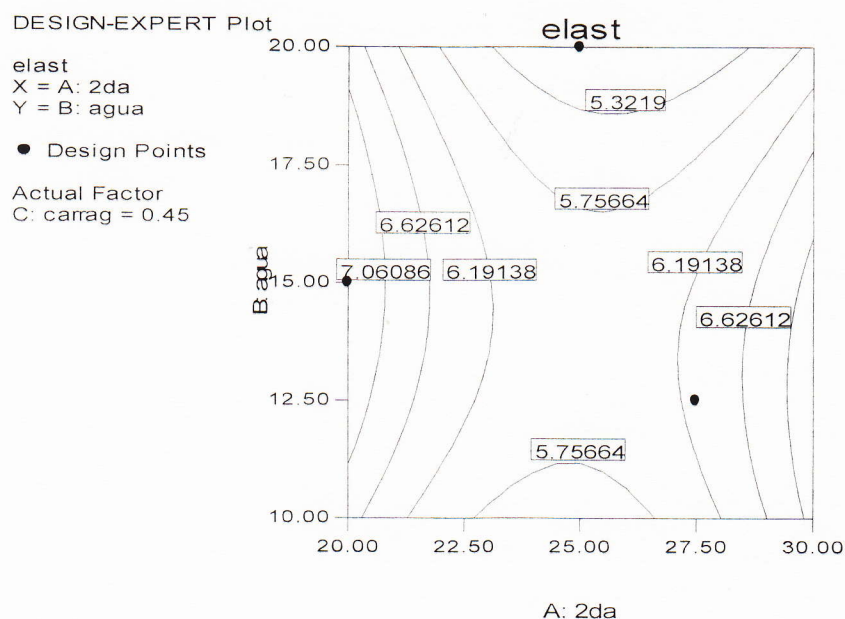


Fig. 2. Superficie de respuesta para la elasticidad.

Estos resultados indican que este atributo en las características físicas de un producto cárnico, varía muy poco incluso incorporando ingredientes que pueden incidir en la elasticidad, lo que está dado más que por el porcentaje de adición de las variables en estudio (carne de segunda, agua y carragenato), por las características del sistema. La carne constituye un sistema físico y bioquímico mucho más complejo y en ella pueden influir además de la reacción que tiene lugar entre un polímero negativamente cargado como es el caso de los polisacáridos sulfatados (carragenatos) y un polímero positivamente cargado como es el caso de la proteína, su propia estructura. La composición en grasa, proteína y humedad influye, así como la proporción en tejido conectivo, el tamaño de los trozos de carne y su procedencia (región anatómica) que determinan la disposición y orientación de las fibras musculares y su dureza.

El comportamiento de la dureza por la cuchilla Warner-Bratzler, se explica mediante un modelo cuadrático a  $p \leq 0,005$ . La prueba de falta de ajuste resultó no significativa a valores de  $p \leq 0,5283$  y  $r^2 = 0,6753$ .

$$Y_4 = 3,12 - 0,031A + 0,11B + 0,35C - 0,30A^2 + 0,39B^2 + 0,30C^2$$

Donde:  $Y_4$ : dureza (WB), A: porcentaje de carne de segunda, B: porcentaje de agua y C: porcentaje de carragenato de sodio.

Este comportamiento cuadrático indicó que a valores máximos y mínimos de carne de segunda empleados e intermedios de agua se obtuvieron los valores mínimos de dureza. Este comportamiento pudiera ser explicado ya que los valores de dureza obtenidos en el Análisis del Perfil de Textura (APT), y mediante la cuchilla Warner Bratzler, son mediciones instrumentales efectuadas a un sistema cárnico y cuando se elabora este tipo de producto reestructurado existen numerosos componentes que pueden variar y de ellos el más influyente es la propia carne.

En esta respuesta, la variable que más influyó fue el carragenato, por lo que a medida que se incremente el porcentaje de carragenato aumentará la dureza en los productos. Si se comparan estos resultados con los obtenidos en otros estudios, donde los valores oscilaron entre 3,05 y 5,35 kgf (27) y de 2,12 a 4,30 kgf en diferentes variantes de filetes reestructurados, se pudo considerar que este producto en cualquiera de sus variantes clasifica como un producto blando/tierno. Al comparar todos estos valores, tanto los obtenidos en este trabajo como los reportados por los autores antes citados, se puede apreciar que los productos reestructurados elaborados mostraron durezas semejantes a la

obtenida en un músculo intacto como el filete (*tender loin*), e incluso mucho más tiernas que los valores aportados por la riñonada (7,93 kgf) (26).

En cuanto a los resultados del comportamiento de las mermas en cocción, se puede decir, que el tratamiento aplicado así como la fórmula diseñada, permitió obtener en todos los casos productos de merma cero, ya que al separar la tripa del producto embutido no se produjo desprendimiento ni de líquido ni de gelatina, lo que resultó altamente favorable. El producto logrado presentó además una excelente lasqueabilidad y cohesividad.

En todas las variantes, el grillado de las lonchas aportó porcentajes de mermas muy semejantes. Las mermas en el grillado se movieron en rangos entre 10,0 a 13,79 %, muy inferiores a las logradas en rollos de res reestructurados cuyos valores oscilaron entre 27,64 y 40,16 %, en lonchas crudas pero de igual diámetro y espesor, sometidas a 4 min de freidura por cada lado (27).

Si se comparan las mermas del grillado con las alcanzadas en el calentamiento por microondas, vemos que estas últimas fueron muy superiores. Esto puede ser explicado por el método utilizado. Se conoce que las pérdidas de cocción están muy relacionadas con el método, la temperatura, la humedad relativa, las dimensiones de la muestra y la temperatura interna del producto a cocinar. En esta investigación se emplearon iguales muestras, pero tratamientos diferentes. En el tratamiento por microondas, incluso en los productos ya cocidos, el calentamiento de las muestras originó una pérdida de humedad que osciló entre 22,76 y 31,56 %, los cuales son porcentajes elevados, aunque inferiores a los alcanzados en otros trabajos (27) en rollos reestructurados de res entre 35,0 y 52,6 % y en músculo intacto entre 35,54 % y 44,25 % para boliche y riñonada respectivamente. En el grillado, la superficie de la muestra a grillar se encuentra sobre la grasa calentada entre 170 y 180 °C, esto forma una superficie o costra que impide el paso de la humedad a través de ella, comportándose como un sello o barrera, además de absorber un porcentaje de grasa durante este grillado, por lo que el peso final de las mismas fue superior.

En la evaluación sensorial de cada variante se obtuvieron resultados muy favorables, en todos los atributos evaluados. El aspecto, sabor, color y olor de todas las muestras se encontraron entre valores correspondientes a bueno y muy bueno. La textura entre valores de

óptimo y ligeramente tierno y la jugosidad entre óptimo y ligeramente jugoso. Estos resultados indicaron que cualquier variante desde el punto de vista sensorial resulta aceptable para su selección. Los componentes variables: carne de segunda, agua y carragenato en los rangos estudiados, permitieron obtener productos muy semejantes entre sí y aunque algunos atributos cambiaron de calificación y esta variación fue significativa, al encontrarse los valores por encima de cinco evaluados como bueno, se puede decir que todas las variantes son aceptables. En trabajos realizados en Cuba, la mayoría de los productos desarrollados han obtenido calificaciones elevadas, incluso entre muy bueno y excelente pero, debido básicamente, a que fueron productos que imitaban cortes de carne con porcentajes elevados de carne en la formulación (1-3, 11, 12, 26, 28, 29).

En los resultados de los análisis físico-químicos de los productos, la humedad estuvo entre 69,54 y 75,40 %, la grasa entre 4,66 y 14,92 %, la proteína entre 15,18 y 18,09 %, el contenido de cloruro de sodio entre 0,95 y 1,28 % y el pH entre 5,8 y 6,1. Todos fueron muy semejantes a los obtenidos en rollos de cerdo reestructurados (5) y también muy parecidos a las especificaciones de calidad de la carne de cerdo fresca. Esto demostró que a pesar de las modificaciones en cuánto a los ingredientes y la proporción, fue posible lograr productos reestructurados con una composición química semejante a la de la carne fresca.

Todos los conteos fueron inferiores a los alcanzados en otros trabajos con rollos reestructurados de cerdo (5). Conteos inferiores a tres unidades logarítmicas demostraron la eficacia del método de cocción, la calidad del tratamiento térmico aplicado y la calidad microbiológica de la carne empleada, así como de las buenas prácticas de elaboración aplicadas. Se considera que desde el punto de vista sanitario el tratamiento térmico aplicado fue apropiado ya que se obtuvieron conteos totales de microorganismos aerobios mesófilos inferiores a tres unidades logarítmicas, conteos de coliformes, conteos de coliformes fecales y de hongos inferiores a una unidad logarítmica, mientras que los conteos de levadura también se comportaron con valores inferiores a las tres unidades logarítmicas y sin patógenos, como *Salmonella* o *Staphylococcus aureus*, lo cual evidenció que se obtuvieron productos de excelente calidad microbiológica.

## CONCLUSIONES

El efecto de las variables carne de cerdo de segunda, agua y carragenato mostró que, con los 18 tratamientos, se lograron productos de calidad sensorial, físico-química, microbiológica y de textura semejantes con muy buena aceptación. La variante más económica fue la que tenía el máximo de carne de cerdo de segunda (30 %), máximo de agua añadida (20 %) y mínimo porcentaje de carragenato (0,3 %). Todas las variantes diseñadas cumplieron con los requisitos establecidos en el proceso de cocción para los productos merma cero. Los porcentajes de mermas en el grillado fueron inferiores a los del calentamiento por microondas para los productos lasqueados.

## REFERENCIAS

1. Ramos, M. y Beldarraín, T. *Manual de elaboración de productos cárnicos reestructurados. Manual FAO*. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2005, pp 32.
2. Jiménez, F.; Carballo, J.; Cofrades, S.; Serrano, A. y Ayo, J. *Desarrollo de derivados cárnicos funcionales preparados con nuez*. 2da Parte [en línea]. Consultado 15 junio 2014 en <http://hdl.handle.net/10261/5741>
3. Ramos, M.; Beldarraín, T.; Santos, R.; Castillo, A. y García, J. *Tecnología de elaboración de carne reestructurada*. Revisión Bibliográfica. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2003, p. 72.
4. Márquez, E.; Arévalo, E.; Barbosa, Y.; Benítez, B.; Rangel, L. y Archile, A. *Efecto de la concentración de transglutaminasa y tiempo de reacción en la estabilidad de productos reestructurados*. [en línea]. Consultado 1 junio 2009 en <http://www/scielo.php.htm>.
5. Ramos, M. *Desarrollo de una tecnología para elaborar filete reestructurado* (tesis de maestría, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba) 1998.
6. Hayward, C.H.; Hunt, M.C.; Kastner, C.L. y Kropt, D.H. *J. Food Sci.* 4:925-930, 1980.
7. Acton, J.C. *J. Food Sci.* 4:240-248, 1972.
8. Hoogemkamp, H.W. *Vegetable protein. Technology value in meat, poultry and vegetarian foods*. St. Louis, Protein Technologies International, Inc., 1992, pp. 90-102.
9. Glicksman, M. *Red Seaweed Extracts Agar carrageenans and furcellaran in food hydrocolloids*. New York, CRC Press II, 1982, pp. 72-113.
10. Perejda, J.A. *Starch functionality as a water binding in restructured beef products*. 40 International Congress of Meat Science and Technology. La Haya, Holanda, 1994, NR: S-VIB-31.
11. Ramos, M.; Beldarraín, T.; Santos, R.; Leyva, A. y Nuñez de Villavicencio, M. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 130:28-32, 2003.
12. Ramos, M.; García, J.; Casals, C. y Leyva, A. *Alimentaria* (292):19-22, 1998.
13. Uney, M. *Métodos de cocción de los alimentos: pérdidas o alteraciones de los nutrientes durante el procesamiento* [en línea]. Consultado 4 marzo 2009 en <http://manueluney.blogspot.com/2008/07/metodos-de-coccion-de-los-alimentos.html>.
14. Bourne, M.C. *Food Technol.* 32(7):62-66, 1978.
15. NC-ISO 1442. *Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad: método de referencia*. Cuba, 2002.
16. NC-ISO 1443. *Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de grasa total*. Cuba, 2004
17. NC-ISO 2917. *Carne y productos cárnicos. Medición del pH. Método de referencia*. Cuba, 2004.
18. NC-ISO 937. *Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitrógeno. Método de referencia*. Cuba, 2006.
19. NC-ISO 1841-1. *Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de cloruro. Parte 1: método de Volhard*. Cuba, 2004.



20. NC 4833. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de placa vertida a 30 °C.* Cuba, 2011.
21. NC 4832. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes. Técnica de placa vertida.* Cuba, 2010.
22. NC 38-02-14. *Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Determinación cuantitativa de coliformes fecales.* Cuba, 1989.
23. NC ISO 7954. *Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Determinación de hongos y levaduras viables. Técnica de placa vertida a 25 °C.* Cuba, 2011.
24. NC 6579. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la detección de Salmonella- método de rutina.* Cuba, 2008.
25. NC ISO 6888-1. *Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la determinación de Staphylococcus aureus coagulasa positivos.* Cuba, 2003.
26. Ramos, M.; Beldarraín, T.; García, J.; Casals, C. y Leyva, A. *Alimentaria* (341):79-84, 2003.
27. Beldarraín, T. *Desarrollo de rollo de carne de res reestructurado económico y duradero* (tesis de maestría, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba) 2006.
28. Ramos, M.; Beldarraín, T.; Santos, R.; Casals, C.; Nuñez de Villavicencio, M. y Leyva, A. *Alimentaria* (341):85-88, 2003.
29. Prado, R. *Elaboración de un rollo de cerdo reestructurado* (tesis de grado, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba) 2009.