

# Nacameh


Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne  
cbs.izt.uam.mx/nacameh  
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 6, No. 1, pp. 1-14, 2012

## **Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión.**

### **Fat reduction and alternatives for its substitution in emulsified meat products, a review.**

Irma Natalia Rivera Ruiz 

*Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Tecnológico esq. Av. Central s/n, Ecatepec de Morelos 55210, Estado de México, México. Tel (55) 5000 2300 ext. 2375. kayla\_freihz@yahoo.com.mx.*

#### **Resumen**

La grasa animal que se usa para elaborar productos cárnicos emulsionados como las salchichas es muy importante para aportar características de sabor y textura al producto. Sin embargo, el efecto que asociado de estas grasas saturadas como precursor de enfermedades cardiovasculares ha significado un factor negativo para su consumo. Se han estudiado diferentes alternativas para reducir su contenido en productos cárnicos, remplazándola con agua, hidrocoloides, gomas, proteínas y/o aceites vegetales. Esto modifica las propiedades funcionales de los productos cárnicos emulsionados como el rendimiento, la estabilidad a la cocción y la capacidad de retención de agua, las cuales tienen efecto sobre el contenido de humedad y rancidez oxidativa, textura y color. Todas estas alternativas tienen ventajas y desventajas en su uso y aplicación, pero las necesidades particulares determinarán la optimización en la formulación de productos cárnicos más sanos.

**Palabras clave:** productos cárnicos emulsionados, reducción de grasa animal, reemplazo de la grasa.

#### **Abstract**

Animal fat employed in emulsified meat products elaboration is important for the flavor and texture characteristics. Nonetheless, the association of this kind of saturated fats with cardiovascular disease is a negative factor against their consumption. Different alternatives had been studied to reduce their content, replacing the fat with water, hydrocolloids, gums, proteins and/or vegetable oils. This modifies the meat products functional properties like yield, cooking stability and water retention, affecting moisture content and oxidative rancidity, texture and color. All these alternatives had advantages and disadvantages in their use and application, but the particular needs will determinate the optimum formulation for healthier meat products.

**Key words:** emulsified meat products, animal fat reduction, fat replacers.

## Introducción

La reducción del contenido en grasa condiciona de manera fundamental las características sensoriales del producto, no es una tarea fácil que pueda llevarse a cabo empleando simplemente menos grasa en la formulación. La grasa tiene funciones importantes en la determinación de tres principales características sensoriales de los productos cárnicos, las cuales son: 1) Apariencia, como color y uniformidad en la superficie; 2) Textura, parámetros como viscosidad, elasticidad y dureza; y 3) Sabor, como la intensidad y realce del sabor (Tokusoglu y Ünal, 2003). La posibilidad de desarrollar un producto con menor grasas saturadas va a depender de varios factores, como son el nivel de reducción de grasa deseado, la naturaleza del producto a reformular (constituido por piezas de carne identificables, emulsiones, grado de picado, coexistencia de estructuras con diferente granulometría, untuosidad, etcétera) y el tipo de procesado requerido por el mismo (formación de la emulsión, tratamientos térmicos, maduración, entre otros) (Park y col., 1992; Barbut y Mittal, 1992; Bishop y col., 1993; Paneras y Bloukas, 1994; Ambrosiadis y col., 1996; Akoh, 1998; Jiménez-Colmenero y col., 2006). Según Jiménez-Colmenero y col. (2006) la reducción de grasa en productos cárnicos afecta principalmente en las siguientes características funcionales:

a) Color: De manera general que el color es afectado por el contenido de grasa, ya que al disminuir el nivel de grasa y debido al aumento en la proporción del agua, se favorece la coloración más oscura y carácter rojizo en los productos cárnicos.

b) Sabor y Aroma: El gusto y aroma de los productos cárnicos está condicionado tanto por la cantidad y tipo de grasa, como por la procedencia de la carne. Las razones que explican la influencia que la reducción del nivel de grasa ejerce sobre el gusto y aroma característico de los productos cárnicos se pueden atribuir a los siguientes factores: i) La modificación de la fase lipídica y acuosa en el producto reformulado y por tanto de la solubilidad de los compuestos aromáticos volátiles en tales constituyentes, que origina cambios en dichas características organolépticas; ii) Al variar el contenido en grasa puede alterarse la generación de algunos compuestos capaces de contribuir al gusto típico de los productos cárnicos; iii) Algunas sustancias como sal, especias y saborizantes, al estar situados en un medio diferente con respecto a la relación agua/grasa, pueden variar su comportamiento, acentuando o disminuyendo su contribución al gusto. De hecho, la disminución del contenido en grasa hace resaltar el sabor salado en el producto, lo que si bien por un lado plantea la conveniencia de reducir su nivel, por otro lado esto presenta ciertos inconvenientes en relación con la funcionalidad de las proteínas del sistema.

c) Textura: es un importante atributo sensorial condicionado por el nivel de grasa, el cual contribuye a determinar en gran medida las propiedades reológicas y estructurales del producto cárnico. Aunque su papel difiere según el tipo de producto (tal es el caso

de carnes picadas, emulsiones cárnicas, etcétera), la grasa afecta parámetros tales como dureza, elasticidad, untuosidad, etcétera. Sin embargo, no es ese el único factor que condiciona la naturaleza de los productos formulados. Las proteínas del músculo, por medio de distintos tipos de interacciones, también contribuyen a determinar muchas de las propiedades funcionales básicas en los productos cárnicos, tal es el caso de la capacidad de retención agua y grasa, formación de geles, procesos de emulsificación, etcétera. Por tanto, las propiedades texturales de los productos dependen de las características de la matriz formada, la cual varía en función de diversos parámetros, entre los que destacan aquellos asociados a la grasa (cantidad y naturaleza de la misma) y los dependientes de las proteínas, cuyo efecto está condicionado a su vez por otros factores que afectan a la funcionalidad de estos componentes (pH y fuerza iónica del medio, tratamiento térmico, etcétera).

### **Productos cárnicos bajos en grasa y sustitución de la grasa**

Los productos bajos en grasa son aquellos alimentos a los cuales se le ha disminuido o eliminado el contenido de grasa (animal o vegetal) en relación a su concentración original. Al respecto, la Norma Oficial Mexicana, NOM-086-SSA1-1994 menciona dos clasificaciones: productos bajos en grasa y productos reducidos en grasa. En los productos bajos en grasa su contenido de grasa es menor o igual a 3g/50g de producto. Los productos reducidos en grasa son aquellos cuyo contenido de grasa sea al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar.

En los últimos años se han venido realizando investigaciones para determinar los efectos provocados al reducir la grasa animal e incorporar grasa vegetal, o bien incorporando algún tipo de emulsificante para minimizar los efectos de la reducción de grasa en los productos cárnicos. Ahmed y col. (1990) analizaron la aceptabilidad de salchichas de puerco bajas en grasa, las cuales fueron formuladas para reemplazar la grasa animal con la adición de agua. Se formularon seis tipos de salchichas, con tres niveles de grasa (15, 25 y 35%) y dos niveles de adición de agua (3 y 13%), reportando una buena aceptabilidad en las salchichas mientras que los demás resultados de pérdida de cocción, color, textura y características sensoriales mostraron características similares a las de la muestra control (sin adición de agua). Liu y col. (1991) reportaron de manera general que la sustitución de la grasa animal por aceites vegetales parcialmente hidrogenados (maíz, algodón, cacahuate y soya) puede ser posible, ya que los efectos provocados al sustituir el 10% de la grasa animal fueron favorables sobre la composición y aceptabilidad en pastas de carne de res molida. Paneras y Bloukas (1994) elaboraron salchichas bajas en grasa animal e incorporaron el 10% de grasa vegetal, reportaron que estas salchichas comparadas con el control (29.1% de grasa animal) presentaron el 40-45% menos de ácidos grasos saturados, el 50-53% menos de calorías y una reducción del colesterol hasta en un 20%. Ambrosiadis y col. (1996) estudiaron el efecto causado al incorporar diferentes tipos de aceite vegetal, (soya, girasol, algodón y maíz) para reemplazar la grasa de origen animal al 19.5, 24 y

27.5%, reportando que la estabilidad de las emulsiones cárnicas fue buena a 20 °C mientras la luminosidad interna y la firmeza de las muestras se redujo al emplear aceites vegetales, aunque el sabor fue aceptado por los panelistas. Serdaroğlu y Özsümer (2003) estudiaron el efecto provocado sobre las propiedades de retención de agua, color, textura y características sensoriales, al introducir diferentes niveles de grasa animal (5,10 y 20%) y estabilizaron las emulsiones cárnicas con proteína de soya, suero en polvo y gluten de trigo, reportando que la reducción de grasa y la adición de las proteínas no cárnicas incrementó la capacidad de retención de agua, así como el aumento en el color amarillo en el interior de las muestras, disminuyendo la fuerza de corte y sin alterar las características sensoriales.

### **Efecto de la reducción de grasa y su sustitución**

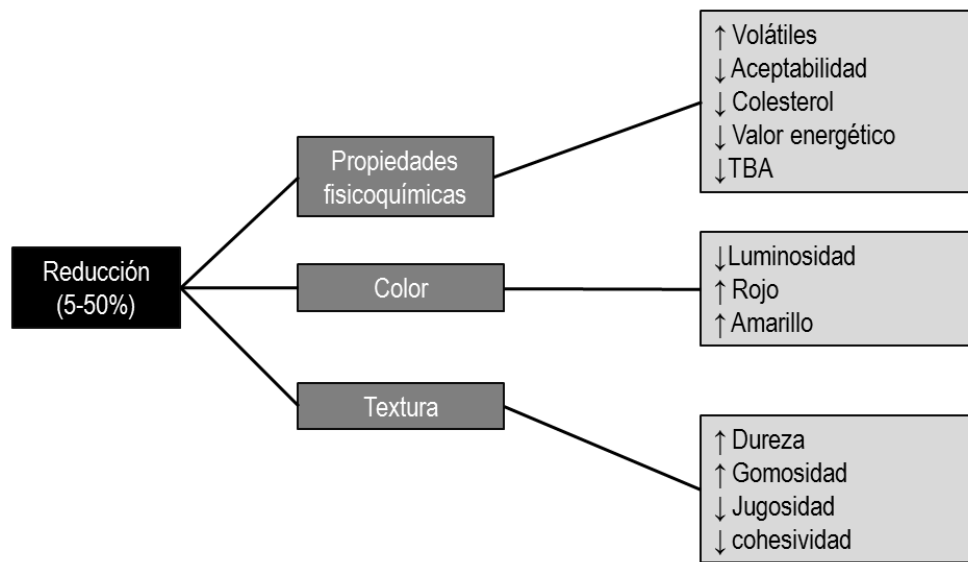
En la elaboración de salchichas, la disminución de grasa a concentraciones de 5% hasta 20%, ha implicado una reducción en su contenido de humedad resultado de la baja capacidad de retención de agua, ocasionando mayores pérdidas de cocción en el proceso de calentamiento (Cengiz y Gokoglu, 2007) y por consiguiente menor jugosidad. (Márquez y col., 1989; Mallika y col., 2009). También la disminución de grasa tiene efecto en el color y textura de los productos, disminuyendo la luminosidad y color amarillo (Márquez y col., 1989; Cengiz y Gokoglu, 2007), aumentando el color rojo (Cengiz y Gokoglu, 2007) y proporcionando una textura firme (Márquez y col., 1989; Mallika y col., 2009). Estos efectos se pueden observar más fácilmente en la Figura 1.

### **Agua**

El uso de agua para sustituir la grasa, normalmente se ha realizado en concentraciones entre 7.0% hasta 25% del contenido total de grasa. Al disminuir grasa y compensar la cantidad reducida con agua se provocan cambios adversos en la textura y propiedades mecánicas de productos emulsionados, disminuyendo la dureza (Ahmed y col., 1990; Carballo y col., 1996). Esta disminución en la dureza por la reducción del nivel de grasa y adición de agua, provoca un aumento en el volumen de la fase continua de la emulsión, alterando la fuerza iónica del medio y disminuyendo la concentración de proteína miofibrilar extraída capaz de actuar en la formación de la matriz proteica del gel (Leyva-Mayorga y col., 2002). Así mismo, al incorporar agua al sistema en la elaboración de salchichas bajas en grasa, se disminuye la capacidad de retención de agua reflejándose en mayor contenido de humedad y mayores pérdidas de cocción. Éste incremento en el contenido de humedad puede tener un efecto diluyente, ya que aparentemente diluye la concentración de mioglobina resultando en una disminución de la luminosidad y reducción del color rojo y amarillo (Ahmed y col., 1990; Claus y col., 1990; Leyva-Mayorga y col., 2002).

**Carbohidratos**

El uso de carbohidratos como gomas e hidrocoloides para sustituir grasa, generalmente es debido a que proveen viscosidad en la formación del gel, contribuyendo a la disminución de calorías y en algunos casos dando un efecto benéfico en la salud como fibras dietéticas, también mimetizan el efecto de la grasa, estabilizando el agua añadida en la matriz del gel resultando en una lubricidad y liberación de humedad similar a los productos altos en grasa (Mallika y col., 2009). Esta capacidad que tienen al estabilizar el sistema es porque pueden disminuir las interacciones específicas entre partículas de grasa dispersas por aumento de la densidad y gelificación de la emulsión (Ramos y col., 2004).



**Figura 1. Efectos de la reducción de grasa en productos cárnicos**

Los efectos sobre los productos cárnicos varían de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas de cada goma o hidrocoloide. Las carrageninas son gomas ampliamente utilizadas para la elaboración de productos bajos en grasa. Su uso en salchichas fermentadas ha provocado un aumento en la humedad de los productos y en las pérdidas de peso, sin repercutir en el incremento de la firmeza y disminución de la capacidad de oxidación (Koutsopoulos y col., 2008). En salchichas tipo Frankfurt disminuye el nivel de colesterol y los valores de energía hasta un 32% y 29% (Sampaio y col., 2004). En cuestión al color la incorporación de carrageninas hace a las salchichas más luminosas, rojas (Koutsopoulos y col., 2008) y más amarillas (Dolastowski y col., 2007; Koutsopoulos y col., 2008).

Los almidones más empleados han sido el almidón de maíz, papa, y en otros casos almidones modificados o de yuca o casava (Pietrasik, 1999; Beggs y col., 1997; Ramos y col., 2004; Sampaio y col., 2004), dependiendo de costo y manejabilidad en el proceso

(Mallika y col., 2009). Generalmente los efectos de los almidones han sido disminuir el pH, contenido de agua y las pérdidas de peso durante la cocción, indicando mayor estabilidad al sistema (Beggs y col., 1997; Pietrasik, 1999; Omayma y Youseff, 2007). En cuestión a la textura, los valores de compresión se incrementan, aumentando la dureza, elasticidad y cohesividad (Beggs y col., 1997; Pietrasik, 1999). La inulina es un carbohidrato que debido a su larga cadena, tiene la habilidad de formar microcristales en agua no perceptibles en la boca que dan una textura cremosa y suave parecida a la grasa. Además la capacidad de retención del agua de estas macromoléculas, pueden formar zonas de unión y retener grandes cantidades de agua (Kaur y Gupta, 2002; Meyer y col., 2009). La carboximetilcelulosa ocasiona mayores pérdidas de agua durante el calentamiento, mientras que la celulosa microcristalina disminuye pérdidas y reduce la dureza, gomosidad y luminosidad de salchichas tipo Frankfurt (Barbut y Mittal, 1996). Los alginatos a una concentración del 3% de sustitución mejoraron la capacidad de retención de agua, incrementando el rendimiento y plasticidad y disminuyendo las pérdidas de humedad durante el almacenamiento (Abd El-Baki y col., 1982). El uso de pectinas en salchichas tipo Frankfurt resulto en consistencia cremosa y suave (Pappa y col., 2000).

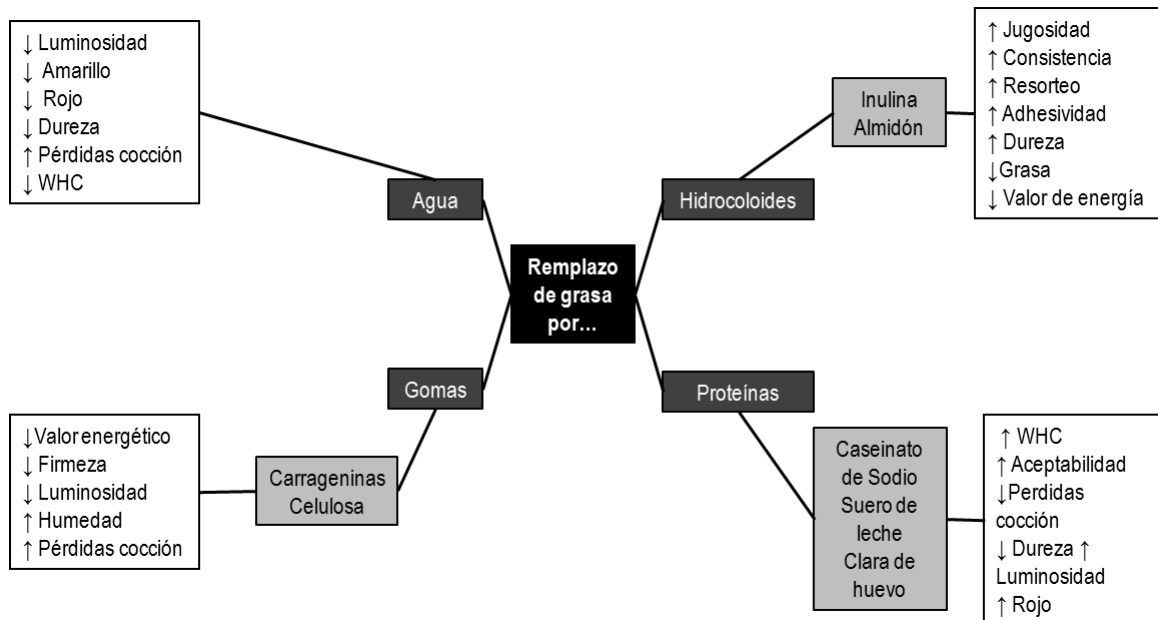
### ***Proteínas***

Las proteínas como sustitutos de grasa han sido utilizados debido a su valor nutricional, su solubilidad, viscosidad y alta capacidad de retención de agua (Mallika y col., 2009). La incorporación de aislado de soya como de concentrado de soya, aumentan la capacidad de retención de agua de salchichas, reflejándose en una mayor dureza y aumento del contenido de proteína pero disminuye el contenido de cenizas y luminosidad de las emulsiones (Cengiz y Gokoglu, 2007; Yoo y col., 2007). En el caso de lactosuero, su uso aumenta la pérdida de grasa y color rojo, disminuyendo la aceptabilidad del producto (Sampaio y col., 2004). La combinación del uso de soya y plasma de sangre, influyó en las propiedades texturales y de unión, ya que su incorporación en boloñas dio estructuras más duras y con mayor capacidad de retención de agua (Cofrades y col., 2000).

Los efectos de sustituir agua, gomas, hidrocoloides o proteínas en los productos cárnicos, se puede observar en la Figura 2.

### ***Efecto del uso de aceites vegetales para sustituir grasa***

Otras alternativas para reducir la grasa en los productos cárnicos es la sustitución de grasa saturada animal por grasa o aceites de origen vegetal. El uso de aceites vegetales en la elaboración de productos cárnicos tiene ciertas ventajas, ya que éstos están libres de colesterol y tienen una cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y una alta relación de ácidos grasos monoinsaturados/saturados (MUFA/SAFA, por sus siglas en inglés) (Paneras y Bloukas, 1994; Kowalsky y col., 1998). En emulsiones cárnicas, el tipo de lípido usado como fase dispersa determina la estabilidad de la emulsión, textura y percepción bucal causando modificación en las interacciones superficiales (Totosaus y Guerrero, 2006).



**Figura 2. Efectos del reemplazo de grasa animal en productos cárnicos**

Sin embargo los aceites y grasas vegetales difieren considerablemente en sus propiedades físicas (color, sabor, ácidos grasos), los cuales pueden causar un efecto diferente en las características de calidad y valor nutricional de los productos cárnicos. Se han realizado varios trabajos donde se han empleado aceites y grasa vegetales para sustituir grasa animal, en forma emulsionada, hidrogenada, interestificada o adicionados en forma directa. Los aceites vegetales han sido pre-emulsificados en aislado proteico de soya (Bloukas y col., 1997; Hur y col., 2008; Delgado Pando y col., 2010; Kayaardi y Gök, 2003), concentrado de soya (Delgado Pando y col., 2010) y caseinato de sodio (Bishop y col., 1993; Bloukas y Paneras, 1993; Choi y col., 2009; Choi y col., 2010a; Choi y col., 2010b).

En la elaboración de emulsiones cárnicas tipo Frankfurt bajas en grasa (10-30%), se ha reemplazado la grasa animal con aceites vegetales pre-emulsificados de maíz, oliva, soya, canola, linaza y aceite de semilla de uva, provocando una disminución en la relación n-6/n-3 (Delgado Pando y col., 2010), en el valor energético (Bloukas y Paneras, 1993; Choi y col., 2010a), rendimiento, ácidos grasos *trans* (Choi y col., 2010a) y la producción de sensaciones indeseables en la evaluación sensorial disminuyendo su aceptabilidad (Hur y col., 2008). Sin embargo su uso ha causado un aumento en el contenido de cenizas (Choi y col., 2009) y en el pH (Choi y col., 2009; Choi y col., 2010a; Choi y col., 2010b). En textura, la incorporación de aceites vegetales pre-emulsificados aumenta la dureza (Hur y col., 2008; Choi y col., 2009; Delgado Pando y col., 2010), elasticidad (Delgado Pando y col., 2010) y altera el comportamiento reológico de las emulsiones, aumentando la viscosidad

aparente y aumentando la luminosidad y la coloración amarilla disminuyendo el color rojo (Choi y col., 2009; Choi y col., 2010b). No obstante disminuye el contenido de grasa, la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, excepto cuando se usa aceite de canola (Bloukas y col., 1997; Bloukas y col., 1997; Kayaardi y Gök, 2003; Cengiz y Gokoglu, 2007; Pelser y col., 2007).

La hidrogenación de aceites y grasas vegetales implica la adición de hidrógeno en los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados por medio de un catalizador, aumentando su grado de oxidación debido a que disminuye el número de insaturaciones y consecuentemente su punto de fusión, obteniéndose una grasa con consistencia plástica, semisólida o sólida (Gunstone, 2005). Estos cambios que se dan en la estructura del aceite alteran la funcionalidad de éste sobre el alimento, ya que tiene consecuencias sobre la consistencia, color, estabilización y modificación del valor nutritivo. Normalmente los aceites vegetales hidrogenados que se han usado en concentraciones de 50% a 100% son aceites de soya, girasol, algodón, maíz, oliva, coco y cacahuete, ya se parcial o totalmente hidrogenados (Akoh, 1994; Papavergou y col., 1995; Baranowka y col., 2007; Rezler, 2007). Un remplazo parcial de grasa hidrogenada en salchichas, provoca un alto contenido de agua libre, lo que indica que se remueve agua de la superficie de la proteína y la contenida en el tejido graso como resultado del tratamiento térmico. Sin embargo cuando el remplazo es total, la cantidad de agua libre disminuye debido a una mejor inmovilización del agua en la emulsión y aumento de la capacidad de retención de agua (Baranowska y col., 2007; Rezler, 2007). Por lo tanto, la aplicación de grasas vegetales hidrogenadas mejora la dispersión de la grasa, incrementando las propiedades elásticas (Rezler, 2007). Como la hidrogenación ocasiona una modificación del valor nutritivo de la grasa o aceite, la sustitución de grasa animal con aceites vegetales hidrogenados disminuye el contenido de colesterol e incrementa la relación MUFA/SAFA (Papavergou y col., 1995). Así mismo por la cantidad de insaturaciones, provoca mayor estabilidad oxidativa en las salchichas, especialmente cuando se usa aceite de soya (Akoh 1994; Papavergou y col., 1995).

La interestificación, a diferencia de la hidrogenación, es el intercambio de esteres produciendo un reacomodo de ácidos grasos dentro de la molécula de glicerol para dar nuevos triacilglicéridos. Esta reacción modifica las propiedades de éstos en cuanto a su punto de fusión y propiedades de cristalización, mientras se mantienen las propiedades nutricionales (Gunstone, 2005). En la producción de salchichas turcas (Vural, 2003; Javidipour y col., 2005), la adición de aceites vegetales interestificados disminuye el contenido de grasa y aumenta el contenido de humedad respecto al control y el resto de los tratamientos. Pero el mayor efecto ha sido el cambio en las concentraciones de ácidos grasos, ya que disminuye el contenido de ácido esteárico, ácido linoleico y las relaciones SAFA/MUFA y PUFA/SAFA (ácidos grasos poliinsaturados, PUFA por sus siglas en inglés) de los productos (Javidipour y col, 2005). En cuestión a la textura, el uso aceite de algodón y palma da una textura suave (Vural, 2003). En el caso de salchichas tipo Frankfurt, los



aceites interestificados de palma, algodón, avellana y sus mezclas no solamente afecta las relaciones anteriores, también hace a los productos más luminosos y menos amarillos (Ozvural, 2008).

En salchichas Viena y Frankfurt, la incorporación de aceites vegetales, disminuyó el contenido de humedad (Yilmaz y col., 2002; Ferreira y col., 2003), mejoró el perfil de ácidos grasos ya que disminuyó el contenido de ácido oleico, ácido linoleico (Yilmaz y col., 2002), la relación MUFA/SAFA (Park y col., 1989; Park y col., 1992) e incremento la relación PUFA/SAFA (Ayo y col., 2007). También disminuyó el pH (Park y col., 1992; Ferreira y col., 2003), contenido de colesterol (Márquez y col., 1989; Paneras y Bloukas, 1994), los valores de TBA (Park y col., 1992; Ziprin y col., 1994) y las pérdidas de cocción (Kowalsky y col., 1998; López y col., 2009) excepto cuando se uso aceite de palma. Los datos sensoriales indican que a pesar que la concentración de aceites vegetales tiene un efecto en las propiedades sensoriales no afecta la aceptabilidad del producto (Márquez y col., 1989; Ambrosiadis y col., 1996). En tanto al color y textura, su efecto es sobre el aumento de la luminosidad (Márquez y col., 1989; Ambrosiadis y col., 1996), disminución del color amarillo (Ambrosiadis y col., 1996) y pérdida de suavidad y firmeza (Ferreira y col., 2003; Pejkouski y col., 2009).

Al elaborar productos fermentados, el aceite de avellana disminuyó la concentración de proteína, ácidos grasos libres y valores de TBA (Ilikkan y col., 2009) y con aceite de linaza se previene la formación de compuestos volátiles cuando se empaquetan los productos al vacío y con atmosferas modificadas (Valencia y col., 2006), se disminuye el contenido de grasa y consigo el incremento en la materia seca (Erconskun y col., 2010). Los efectos de la incorporación de aceites y grasa vegetales en productos cárnicos emulsionados se pueden observar en la Figura 3.

### **Conclusión**

La reducción de la grasa animal en los productos cárnicos emulsionados o remplazo de esta con agua, gomas, hidrocoloides, proteínas y aceites vegetales, modifica las propiedades funcionales de los productos cárnicos emulsionados como el rendimiento, la estabilidad a la cocción y la capacidad de retención de agua, las cuales tienen efecto sobre el contenido de humedad y rancidez oxidativa. Así mismo la textura y color de los productos es determinante de las propiedades fisicoquímicas de cada una de estas alternativas que pueden determinar la calidad y aceptabilidad del producto. Finalmente, todas estas alternativas tienen ventajas y desventajas en su uso y aplicación, pero son propuestas óptimas en la elaboración de alimentos mejores.

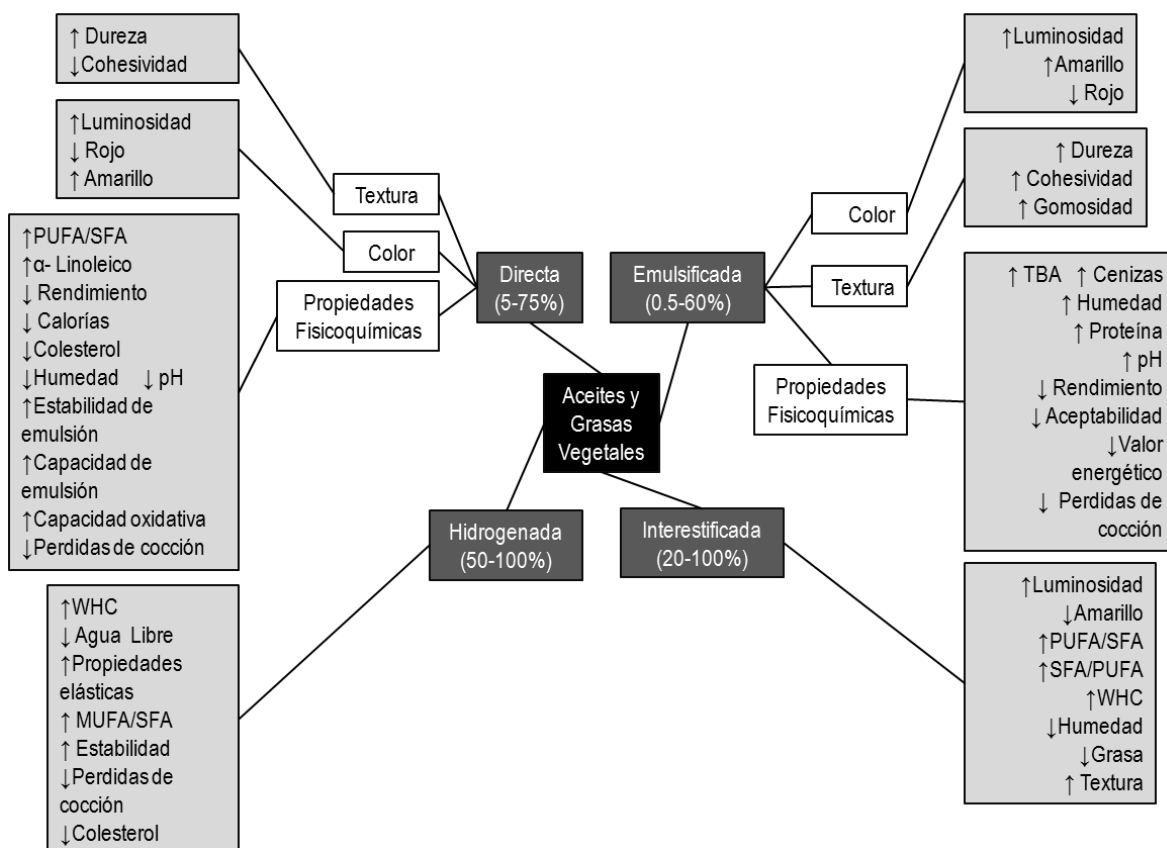


Figura 3. Efectos del uso de aceites vegetales para sustituir grasa

## Referencias

- ABD EL-BAKI M.M., ASKAR A., EL-DASHLOUTY M.S., EL-EBZARY M.M. 1982. Characteristics of sausages as prepared with alginate and alginate casings. *Molecular Nutrition and Food Research* 26(3): 295-303.
- AHMED P.O., MILLER M.F., LYON C.E., VAUGHTERS H.M., REAGAN J.O. 1990. Physical and sensory characteristics of low fat fresh pork sausage processed with various levels or added water. *Journal of Food Science* 55(3):625-628.
- AKOH C.C. 1994. Oxidative stability of fat substitutes and vegetable oils by the oxidative stability Index method. *Journal of the American Oil Chemistry Society* 71(2): 211-216.
- AMBROSIADIS J., VARELTZIS P.K., GEORGAKIS A.S. 1996. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. *International Journal of Food Science and Technology* 31(2): 189-194.

- BARANOWSKA H.M., PIOTROWSKA E., DOLATA W. 2007. Relaxation investigations of forcemeats and sausages with and addition of plant fat. *Acta Agrophysica* 9 (1): 31-38.
- BARBUT S., MITTAL G.S. 1996. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology* 31(3): 241-247.
- BEGGS K.L.H., BOWERS J.A., BROWN D. 1997. Sensory and physical characteristics of reduced fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. *Journal of Food Science* 62(6): 1240-1244.
- BISHOP D.J., OLSON D.G., KNIPE C.L. 1993. Pre-emulsified corn oil, pork fat or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. *Journal of Food Science* 58(3): 484-487.
- BLOUKAS J.G., PANERAS E.D. 1993. Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low fat frankfurters. *Journal of Food Science* 58(4): 705-709.
- CARBALLO J., BARETO G., SOLAS M.T., JIMÉNEZ-COLMENERO F. 1996. Characteristics of high and low fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 72(1): 40-48.
- CENGIZ E., GOKOGLU N. 2007. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter type sausages. *International Journal Food Science and Technology* 42(3): 366-372.
- CHOI Y.S., CHOI J.H., HAN D.J., KIM H.Y., KIM H.Y., LEE M.A., JEONG J.Y., KIM H.W., LEE J.W., CHUNG H.J, KIM C.J. 2010b. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science* 84(1): 212-218.
- CHOI Y.S., CHOI J.H., HAN D.J., KIM H.Y., LEE M.A., JEONG J.Y., CHUNG H.J, KIM C.J. 2010a. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 84(3): 557-563.
- CHOI Y.S., CHOI J.H., HAN D.J., KIM H.Y., LEE M.A., KIM H.W., JEONG J.Y., KIM C.J. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science* 82(2): 266-271.
- CLAUS J.R., HUNT M.C., KASTNER C.L., KROPF D.H. 1990. Low fat, high added water bologna: effects of massaging preblending and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. *Journal of Food Science* 55(2): 338-341.
- COFRADES S., GUERO M.A., CARBALLO J., FERNÁNDEZ-MARTIN F., JIMÉNEZ-COLMENERO F. 2000. Plasma protein and soy fiber content. Effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science* 65(2): 281-287.
- DELGADO PANDO G., COFRADES S., RUIZ CAPILLAS C., JIMÉNEZ COLMENERO F. 2010. Healthier lipid combination as functional ingredient influencing sensory and

- technological properties of low fat frankfurters. *European Journal of Lipid Science and Technology* 112(8): 859-870.
- DOLATOWSKI Z.J., OLSZAK M. 2007. Effect of  $\kappa$ -carragenan on color stability of model products with different levels of fat. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 10(1)#15. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue1/art-15.html>
- ERCONSKUN H., DEMIRCI-ERCONSKUN T. 2010. Walnut as fat replacer and functional component in sucuk. *Journal of Food Quality* 33(5): 646-659.
- FERREIRA M.F., SILVA, A.T., ROBBS P.G., GASPAR, A., SCHMELZER NAGEL, W. 2003. Avaliação físico-química de salsichas tipo viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. *Brazilian Journal Food Technology* 6(1): 1-7.
- GUNSTONE F.D. 2005. Vegetable oils. Capítulo 6 en: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 6<sup>th</sup> Edition. Volume 1. F. Shahidi, Editor. New York, Wiley-Interscience, pp. 248-250.
- HUR S.J., JIN S.K., KIM I.S. 2008. Effect of extra virgin olive oil substitution for fat on quality of pork party. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88(7): 1231-1237.
- ILIKKAN H., ERCOSKUN H., VURAL H., SAHIN E. 2009. The effect of addition of hazelnut oil on some quality characteristics of Turkish fermented sausages (sucuk). *Journal of Muscle Foods* 20(1): 117-127.
- JAVIDIPOUR J., VURAL H., OZBAS O.O., TEKIN A. 2005. Effects of interestified vegetable oils and sugarbeet fibre on the quality of Turkish type salami. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(2): 177-185.
- JIMÉNEZ-COLMENERO F, M REIG, F TOLDRÁ. 2006. New approaches for the development of functional meat products, capítulo 11 en *Advanced Technologies for Meat Processing*. LML Nollet y F Toldrá (editores). Boca Raton, CRC Press, pp. 275-308.
- KAUR N., GUPTA A.K. 2002. Applications of Inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences*, 27(7): 703-714.
- KAYAARDI S., GÖK V. 2003. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk) *Meat Science*, 66(1): 249-257.
- KOUSOPOULOS D.A., KOUTSIMANIS G.E., BLOUKAS J.G. 2008. Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low fat fermented sausages produced with olive oil. *Meat Science* 79(1): 188-197.
- KOWALSKY R., PYRCZ J., PITRONCZYK K. 1998. Partial substitución of animal fat with plant origin oil in production of finely comminuted sausages. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 1(1)#1. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl/volume1/issue1/food/art-01.html>

- LIU MN, D.L. HUFFMAN, W.R. EGBERT 1991. Replacement of Beef Fat with Partially Hydrogenated Plant Oil in Lean Ground Beef Patties. *Journal of Food Science* 56: 861-862.
- LÓPEZ L.I., COFRADES S., JIMÉNEZ-COLMENERO F. 2009. Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science* 83(1): 148-154.
- MALLIKA E.N., PRABHAKAR K., REDDY P.M. 2009. Low fat meat products-an overview. *Veterinary World* 2(9): 364-366.
- MÁRQUEZ E.J., AHMED E.M., WEST R.L., JOHNSON D.D. 1989. Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat or peanut oil levels. *Journal of Food Science* 54(4): 867-870.
- MEYER D., BLAAOWHOED J.P. 2009. Inulin. Capitulo 30 en: *Handbook of hydrocolloids*. G.O. Phillips y P.A. Williams, editores. Boca Raton, CRC Press, pp. 833-848.
- OMAYMA E.S., YOUSSEF, M.M. 2007. Fat Replacers and Their Applications in Food Products: A Review. *Journal Food Science and Technology* 4(1): 29-44.
- OZVURAL B.E., VURAL M. 2008. Utilization of interestified oils blends in the production of Frankfurters. *Meat Science* 78(3): 211-216.
- PANERAS E.P., BLOUKAS J.G. 1994. Vegetable oils replace pork backfat for low fat frankfurters. *Journal of Food Science* 59(4): 725-728.
- PAPAVERGOU E.J., AMBROSIADIS J.A., PSOMAS J. 1995. Storage stability of cooked sausages containing vegetable oils. *Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 200(1): 47-51.
- PAPPA I.C., BLOUKAS J.G., ARVANITTOYANNIS I.S. 2000. Optimization of salt, olive oil, and pectin level for low fat frankfurters produced by replacing pork back fat with olive oil. *Meat Science* 56(1): 81-88.
- PARK H.I., LEE M.H., YOO I.J., CHUNG M.N. 1992. Effect of vegetable oil high in linoleic acid on quality of a low fat chicken sausage containing ginseng. *Korean Journal of Animal Science* 34(6): 370-376.
- PARK J., RHEE K.S., KEETON J.T., RHEE K.C. 1989. Properties of low fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oil. *Journal of Food Science* 54(3): 500-504.
- PEJKOUSKI Z., SILOUSKA-NIKOLOVA A., BELICHOUSKA K., GASPERLIN L., POLAK T., ZLENDER B., LILIC S., OKERMAN H. 2009. Effect of vegetable oils on sensorial characteristics of processed chicken frankfurters style sausages. *Technologia Mesa* 50 (5-6): 351-357.
- PELSER W.M., LINNSEN J.P.H., LEGGER A., HOUBEN J.H. 2007. Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science* 75(1): 1-11.

- PIETRASIK Z. 1999. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics and color of comminuted scalded sausages. *Meat Science* 51(1): 17-25.
- RAMOS N.A.G., FARIAS M.E., ALMADA C., CRIVARO N. 2004. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Información Tecnológica* 15(4): 91-94.
- REZLER R. 2007. The effect of the plant Akoroma OM on the mechanical properties of finely comminuted sausage batters. *Acta Agrophysica* 9(1): 209-219.
- SAMPAIO G.R., CLAUDIA C.M.N., CASTELLUCCI G.M.N., PINTO E SILVA M.E.M., TORRES E.A.F.S. 2004. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis* 17(3-4): 469-474.
- SERDAROĞLU, M, S ÖZSÜMER. Effects of soy protein, whey powder and wheat gluten on quality characteristics of cooked beef sausages formulated with 5, 10 and 20% fat. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 6(2)#3. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue2/food/abs-03.html>.
- TOKUSOGLU Ö, MK ÜNAL. 2003. Fat replacers in meat products. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (3): 196-203.
- TOTOSAUS S.A., GUERRERO L.I. 2006. Propiedades funcionales y textura. Capítulo 8 en: *Ciencia y tecnología de carnes*. Y.H. Hui, I.L. Guerrero y R.M. Rosmini, Editores. Ciudad de México, Limusa, pp. 229-251.
- VALENCIA I., ANSORENA E., ASTIASARÁN I. 2006. Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages. A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science* 73(2): 269-277.
- VURAL H. 2003. Effect of replacing beef fat and tail fat with interestified plant oil on quality characteristics of Turkish semi-dry fermented sausages. *European Food Research and Technology* 217(2): 100-103.
- YILMAZ I., SIMSEKO O., ISIKI M. 2002. Fatty acid composition and quality characteristics of low fat cooked sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat Science* 62(2): 253-258.
- YOO S.S., KOOK S.H., PARK S.Y., SHIM J.H., CHIN K.B. 2007. Physicochemical characteristics textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology* 42(9): 1114-1122.
- ZIPRIN Y.A., RHEE K.S., BRAVO-GUTIERREZ L.M., OSBURN W.N. 1994. Antioxidative fat replacer and high monounsaturated oil used for pork fat in precooked sausage. *Journal of Food Science* 59(5): 933-936.