



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

# ELABORACIÓN DE SALCHICHAS DE POLLO, BAJAS EN GRASA Y RICAS EN FIBRA Y OMEGA-3.

---

MÁSTER GESTIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Marta García-Reyes Parra**

**Directora: Dra. M<sup>a</sup> Jesús Pagán Moreno**

**Director experimental: Carlos Alberto De Jesús De Barros**

**Septiembre 2015**

# ELABORACIÓN DE SALCHICHAS DE POLLO, BAJAS EN GRASA Y RICAS EN FIBRA Y OMEGA-3.

Marta García-Reyes Parra<sup>1</sup>, Carlos De Jesús<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Jesús Pagán<sup>1</sup>.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar salchichas cocidas a base de carne de pollo, bajas en grasas saturadas y ricas en fibra y omega-3. Este último se incluyó en la formulación a través de semillas de chía (*Salvia hispánica L.*). En una primera fase del proyecto se estudiaron tres hidrocoloides como sustitutos de la grasa para emular las características sensoriales que proporciona la grasa en este tipo de producto. Para ello se analizó la capacidad de retención de agua y la estabilidad en ciclo de congelación-descongelación de diferentes hidrocoloides: fibra de guisante, almidón de patata y harina de arroz pregelatinizado. Además, se analizó cómo afectaba la adición de chía, en forma de harina o de semilla, en la capacidad de retención de agua y en la estabilidad en ciclo de congelación-descongelación de los hidrocoloides.

En una segunda fase del proyecto se analizaron diferentes formulaciones de salchichas, utilizando entre los ingredientes los hidrocoloides seleccionados en la primera fase del trabajo, la fibra de guisante y el almidón de patata en proporciones de 50-50%, 70-30% y 80-20% respectivamente y la chía finalmente en forma de semilla.

Desde el punto de vista nutricional las salchichas formuladas resultaron entre un 60-62% menos calóricas que las comerciales, con un contenido proteico similar y una reducción en el contenido lipídico de entre el 89-91%, fundamentalmente en lo referente a los ácidos grasos saturados, los cuales se redujeron en un 95%.

Además 100 gramos de salchichas formuladas con un 7% y un 8% de fibra de guisante cubriría el 18% y el 20% de ingesta diaria de fibra recomendada respectivamente y en ambos casos el 96% de los requerimientos en omega-3.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis sensorial y de la valoración nutricional, podemos concluir que la formulación más adecuada sería la elaborada con un 7% de fibra de guisante y un 3% de almidón de patata.

**PALABRAS CLAVE:** Salchichas, pollo, chía, fibra de guisante, almidón de patata, harina de arroz pregelatinizado

## RESUM

L'objectiu d'aquest treball va ser elaborar salchiches cuites a base de carn de pollastre, baixes en greixos saturats i riques en fibra i omega-3. Este últim es va incloure en la formulació a través de llavors de chía (*Sàlvia hispànica L.*). En una primera fase del projecte es van estudiar tres hidrocoloides com a substituïts del greix per a emular les característiques sensorials que proporciona el greix en este tipus de producte. Per a això es va analitzar la capacitat de retenció d'aigua i l'estabilitat en cicle de congelació-descongelació de diferents hidrocoloides: fibra de pèsol, midó de creïlla i farina d'arròs pregelatinitzat.

---

<sup>1</sup> Grupo CUINA, Dto. Tecnología de Alimentos  
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n 46022. Valencia. España.

A més, es va analitzar com afectava l'addició de chía, en forma de farina o de llavor, en la capacitat de retenció d'aigua i en l'estabilitat en cicle de congelació-descongelació dels hidrocoloides.

En una segona fase del projecte es van analitzar diferents formulacions de salsitxes, utilitzant d'entre els ingredients els hidrocoloides seleccionats de la primera fase del treball, la fibra de pèsol i el midó de creïlla en proporcions de 50-50%, 70-30% i 80-20% respectivament i la chía finalment en forma de llavor. Des del punt de vista nutricional les salsitxes formulades van resultar entre un 60-62% menys calòriques que les comercials, amb un contingut proteic semblant i una reducció en el contingut lipídico del 89-91%, fonamentalment pel que fa als àcids grassos saturats, els quals es van reduir en un 95%. A més 100 grams de salsitxes formulada amb un 7% i un 8% de fibra de pèsol cobriria el 18% i el 20% d'ingesta diària de fibra recomanada respectivament i en ambdós casos el 96% dels requeriments en omega-3.

Tenint en compte els resultats de l'anàlisi sensorial i de la valoració nutricional, podem concloure que la formulació més adequada seria la formulada amb un 7% de fibra de pèsol i un 3% de midó de creïlla.

**PARAULES CLAU:** Salsitxes, pollastre, chía, fibra de pèsol, midó de creïlla, farina d'arròs pregelatinitzat.

## **ABSTRACT**

The aim of this work was to produce sausage meat cooked whit chicken, low in saturated fat and rich in fiber and omega- 3 fats. The latter was included in the formulation through chia seeds (*Salvia hispanica* L.).

In the first phase of the project, three hydrocolloids were studied as fat substitutes to emulate sensory features that the fat provides in this type of product.

In order to get this, water retention capacity and stability in different hydrocolloids freeze-thaw cycle were analyzed: pregelatinized rice flour, potato starch, and pea fiber. In addition, it was discussed how the addition of chia affected, in the form of flour or seed, water-holding capacity and stability in hydrocolloids freeze-thaw cycle.

In a second phase of the project we analysed different formulations of sausages, using between ingredients selected hydrocolloids in the first phase of this work, pea fiber and potato starch in proportions of 50-50%, 70-30% and 80-20 % respectively and chia finally in the form of seed.

From the nutritional standpoint sausages were between a 60-62% lower caloric that commercial, with a similar protein content and a reduction in lipid content of 89-91%, mainly as regards the saturated fatty acids, which they were reduced by 95%.

Also 100 grams of sausages made with 7% and 8% pea fiber cover 18% and 20% of recommended daily fiber intake respectively and in both cases 96% of omega-3 requirements.

Considering the results of sensory analysis and nutritional assessment, we conclude that the most appropriate formulation would be the one formulated with 7% of pea fiber and 3% potato starch.

**KEYWORDS:** sausages, chicken, chia, pea fiber, potato starch, pregelatinized rice flour

## 1. INTRODUCCIÓN

La demanda de productos cárnicos bajos en grasa ha hecho necesaria la búsqueda por parte de la industria alimentaria de sustitutos de la grasa para mantener las características físicas y sensoriales que de ella se obtienen (Limberger *et al.*, 2011).

La grasa animal contribuye de manera muy directa al sabor, ternura, jugosidad, apariencia, textura y vida útil de los productos cárnicos emulsionados tipo salchicha (Rivera, 2012). La interacción producida entre las gotas de grasa y la red proteica parece ser uno de los principales factores que interviene en la textura de las salchichas, por lo que esta se verá deteriorada en salchichas bajas en grasa (Bengtsson *et al.*, 2009).

Diversos estudios ponen de manifiesto la posibilidad de elaborar productos cárnicos bajos en grasa con diferentes alternativas para su sustitución, sin sacrificar la aceptabilidad sensorial. Algunos de estos sustitutos estudiados han sido fructooligosacáridos en salchichas cocidas (Cáceres *et al.*, 2003), fibra dietética en salchichas tipo Viena (Vásquez *et al.*, 2010), fibra de cítrico y proteína de soja en salchichas tipo Frankfurt (Cengiz y Gokoglu, 2006); colágeno y fibra de guisante en hamburguesas (Echeverri *et al.*, 2004); inulina y proteínas plasmáticas bovinas en carne picada baja en grasa (Rodríguez *et al.*, 2013).

No obstante, todas las alternativas de sustitutos de la grasa, tienen sus ventajas e inconvenientes. El uso de agua como sustituto, conllevaría cambios adversos en la textura, disminuyendo la dureza aunque también reduciría el aporte calórico del producto final (Carballo *et al.*, 1996). El uso de carbohidratos como gomas e hidrocoloides provee al producto cárnico de viscosidad al formar un gel, contribuyendo a la disminución de calorías y en algunos casos aportando el beneficio en la salud al incorporar fibras dietéticas. Además 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 *et al.*, 2009). El efecto sobre el producto cárnico varía de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas de cada goma e hidrocoloide. Otro sustituto bien estudiado son las proteínas debido a su valor nutricional, su solubilidad, viscosidad y alta capacidad de retención de agua (Mallika *et al.*, 2009). La textura podría mejorar mediante la adición de proteína, pero esto aumentaría considerablemente el precio del producto final (Bengtsson *et al.*, 2009).

El reemplazo de la grasa por fibra dietética en la dieta puede jugar un papel muy importante no solo a nivel tecnológico sino también a nivel nutricional. Aumentando la ingesta de fibra dietética y disminuyendo el aporte calórico de los alimentos, se reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y enfermedades tipo obesidad o diabetes (Bengtsson *et al.*, 2009). La fibra aporta integridad estructural, volumen, capacidad de retención de humedad, adhesividad y estabilidad en productos cárnicos emulsionados bajos en grasa (Tokusoglu y Ünal, 2003). Por lo que supone un perfecto sustituto de la grasa en productos cárnicos tipo salchicha, ya que se conseguiría aumentar la fibra en la dieta, disminuir costes de producción y conseguir una palatabilidad aceptable por el consumidor.

Diferentes organizaciones como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) o la Organización Mundial de la Salud (OMS) promueven la disminución en la ingesta de grasas saturadas y colesterol en la dieta,

recomendando un aumento en el consumo de fibra con el fin de prevenir enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (Cengiz y Gokoglu, 2006). Estas enfermedades pueden ser prevenidas por el consumo de ácidos grasos poliinsaturados. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 deben ser adquiridos en la dieta por medio de los alimentos o por suplementos ya que no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano.

La Asociación Americana del Corazón recomienda un consumo de aproximadamente 1 gramo al día de ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) para una protección frente a enfermedades cardiovasculares. Para reducir el nivel sanguíneo de triglicéridos se requieren dosis más altas de entre 2-4 gramos al día de omega-3. Debido a los beneficios en la salud que aportan los ácidos grasos omega-3, resulta muy interesante añadirlos a productos cárnicos.

La chía (*Salvia hispánica L.*) es una de las plantas más antiguas cultivadas por las tribus Aztecas en México (Coorey *et al.*, 2013). Su semilla tiene un alto contenido en fibra comprendido entre 18-30% y de aceite comprendido entre 25-40% de los cuales el 60% es omega-3 ácido alfa-linolénico (ALA) y el 20% omega-6 ácido linoleico (LA) (Mohd Ali *et al.*, 2012). El aceite de chía contiene más cantidad de ácido alfa-linolénico (ALA) que cualquier otra fuente vegetal conocidas hasta el momento (Ayerza y Coates, 2007).

La EFSA publicó en marzo de 2009 una opinión científica acerca de la seguridad de la semilla de chía como ingrediente alimentario (Løvik *et al.*, 2009). En este dictamen se estipuló entre otras consideraciones, la cantidad recomendada de chía para diferentes grupos de edad. Para un adulto se fijó en 2,1 gramos de chía al día. Además, en el apartado de información nutricional de la chía de dicho informe, se cataloga a la chía como fuente de vitamina B, calcio, fósforo, potasio, zinc, cobre y fuente de antioxidantes naturales.

Por estos motivos, el adicionar semillas de chía a un producto cárnico ampliamente consumido por la población como son las salchichas, proporcionaría al mercado una buena alternativa como fuente de fibra y omega-3.

El objetivo del presente trabajo fue formular salchichas de pollo bajas en grasa enriquecidas en omega-3 y fibra con incorporación de hidrocoloides con la finalidad de optimizar sus propiedades texturales tras los procesos de cocción, congelación-descongelación y regeneración.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Plan de trabajo**

El plan de trabajo se dividió en dos fases:

- a. Estudio preliminar en el que se analizó el comportamiento de los tres hidrocoloides seleccionados en este trabajo como posibles sustitutos de la grasa frente a los procesos de cocción, congelación-descongelación y regeneración. En esta fase se realizaron los siguientes estudios:
  - Efecto del calentamiento y concentración de hidrocoloide sobre la capacidad de retención de agua (CRA): para lo cual se analizaron

- geles con 1, 2, 3 y 5% de hidrocoloides tras un calentamiento a 70 y 80°C.
- Efecto de la adición de chía sobre CRA: la chía fue adicionada en forma de semilla o harina al 1% junto con los hidrocoloides al 5% obteniéndose geles tras un calentamiento a 80°C.
  - Efecto de la congelación-descongelación y regeneración sobre las pérdidas de agua: los geles mencionados en el apartado anterior fueron sometidos a un ciclo de congelación-descongelación y posterior regeneración a 80°C.
- b. En la segunda fase del trabajo se elaboraron salchichas de pollo con diferentes formulaciones, en función de los resultados obtenidos en la primera fase. De los productos obtenidos se evaluaron las características texturales, humedad, capacidad de retención de agua y aceptabilidad sensorial. Además se estudió el comportamiento de las nuevas formulaciones frente a la congelación, descongelación y regeneración. Por último se comparó la textura y la composición nutricional de las nuevas formulaciones con la textura de salchichas comerciales.

## 2.2 Materiales

Los hidrocoloides utilizados fueron: almidón de patata y harina de arroz pregelatinizado suministradas por Pilarica. S.A., Paterna, Valencia, España y la fibra de guisante por Roquette, Roquette Laisa España S.A. El preparado para salchichas cocidas y las tripas artificiales fueron administrados por la empresa Pilarica S.A.

Los ingredientes de este preparado son: sal, proteína de soja, especias, leche desnatada en polvo, dextrosa, polifosfato sódico E-4552i, fécula de patata, aroma, glutamato monosódico E-621, ascorbato sódico E-301, citrato trisódico E-331iii, nitrito sódico E-250 y carmín E-120. La dosis de uso está establecida por el fabricante en 50 gramos por kilo.

La carne de pollo fue adquirida en un supermercado local.

Las semillas de chía fueron administradas por la empresa Grupo Nutracéutico ChiaSa S.L (Meliana, España).

Las salchichas comerciales fueron adquiridas en un supermercado local y se eligieron tres marcas diferentes de salchichas de pollo.

## 2.3 Metodología

### 2.3.1. Capacidad de retención de agua de los hidrocoloides.

La capacidad de retención de agua fue determinada de acuerdo al método utilizado por Bryant y Hamaker (1997). Este mismo método es el que siguieron Guízar, A *et al.*, (2008) para caracterizar la CRA de los almidones obtenidos del tubérculo de camote de cerro; por Bello-Pérez *et al.*, (1999) para la determinación del almidón de bananas y por Sánchez-Hernández, L *et al.*, (2002) para la caracterización del almidón de *Okenia Hypogaea*. Las muestras de almidón de patata (P), fibra de guisante (G) y harina de arroz pregelatinizado (A) fueron preparadas a concentraciones del 1, 2, 3 y 5% (p/p). Estas se calentaron en baño de agua a 70°C y otras muestras con las mismas

concentraciones a 80°C durante 15 minutos, con agitación a los 5 y 10 minutos. Posteriormente, los tubos fueron centrifugados a 2300 rpm durante 15 minutos a una temperatura de 20°C (Centrifuge 5804R, Eppendorf). Tras la centrifugación se dejaron en reposo durante 10 minutos y se drenaron dejándolos con una inclinación de 45° durante 10 minutos. Tras el drenaje se pesaron para calcular la capacidad de retención de agua (ecuación 1). La prueba se realizó por triplicado.

$$CRA = \frac{a-b}{b} \text{ g agua retenidos/g muestra} \quad (1)$$

Donde: a= peso del gel (g); b = peso de la muestra (g).

### **2.3.2 Efecto de la congelación-descongelación y regeneración en las pérdidas de agua de los hidrocoloides.**

Para esta determinación se siguió el método utilizado por Bello-Perez *et al.*, (1999). Se prepararon pastas al 5% (p/p) de almidón de patata, de fibra de guisante y de harina de arroz pregelatinizado. Paralelamente se prepararon estas mismas pastas al 5% a las que se añadió un 1% (p/p) de chía en forma de semillas y otras muestras con las mismas concentraciones con chía en forma de harina en tubos graduados de centrifuga previamente pesados. Fueron congelados a -22°C durante 18 horas. Se dejaron descongelar a temperatura ambiente durante 6 horas. Una vez descongeladas se centrifugó a 3000 rpm en centrifuga marca Eppendorf modelo Centrifuge 5804R durante 10 minutos. Se drenó el agua separada y se volvieron a pesar los tubos. Con estos datos se calculó el porcentaje de agua separada durante el ciclo. Este ensayo se realizó por triplicado.

Por otro lado, muestras preparadas con las mismas concentraciones fueron sometidas al mismo ciclo de congelación y descongelación seguido de un proceso de regeneración en un baño de agua a 80°C durante 10 minutos. Se volvieron a centrifugar a 3000 rpm durante 10 minutos y se midió el agua perdida. Esta prueba se realizó por triplicado.

$$\% \text{ Agua separada} = \frac{c-d}{e} 100 \quad (2)$$

Donde: c = peso del tubo con muestra (g); d= peso del tubo tras drenaje (g); e = peso pasta (g).

### **2.3.3 Elaboración de salchichas.**

La primera fase fue separar la carne de pollo de los cuartos traseros eliminando la piel, tejido conjuntivo, grasa y huesos, de tal forma que se obtuviera una carne magra. Se trituró junto a las cantidades de hielo determinadas previamente para cada formulación en la Thermomix (Thermomix, Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co., Wuppertal, Alemania), dando como resultado una emulsión. A esta se le adicionaron el resto de los componentes de las diferentes formulaciones y se mezclaron en la Thermomix hasta conseguir una masa homogénea.

Esta masa se embutió con una embutidora manual en tripa de celulosa posteriormente, se llevó a cabo el tratamiento térmico mediante un baño con

agua a 80°C durante 30 minutos, tiempo determinado mediante pruebas previas realizadas en el laboratorio para que la temperatura en el punto más frío del producto alcanzase los 70°C. Con este tratamiento térmico se persiguen cuatro objetivos primordiales: coagulación de las proteínas, inactivación de las enzimas de la carne, obtención las características organolépticas deseadas (textura, color y sabor) y por último, la disminución del número de microorganismos (pasteurización). Tras el tratamiento térmico se enfrío con agua para disminuir la temperatura en el centro térmico de las salchichas hasta alcanzar los 35-40°C y finalizar la cocción.

#### 2.3.4 Humedad de las salchichas

La determinación de la humedad se realizó siguiendo el protocolo establecido por la Norma Internacional ISO R-1442 de 1973.

Primero se pesó en una balanza aproximadamente 5 gramos de muestra, sobre unas cápsulas de acero inoxidable que contenía arena de mar y una varilla de vidrio (previamente desecado, atemperado y pesado). A continuación, se adicionaron 5mL de alcohol etílico al 95%, con el fin de facilitar la disgregación de la muestra y evitar el apelmazamiento. Con la varilla de vidrio se procedió a moler la muestra con la arena de mar, para conseguir la ruptura de la estructura y facilitar la salida del agua. Posteriormente, se introdujeron las muestras en el interior de la estufa a 105°C un mínimo de 72 horas, tiempo suficiente para evaporar el agua contenida en la muestra.

Una vez pasado el tiempo de desecación, fueron metidas en un desecador durante media hora para atemperarlas y se registró el peso. Este análisis se efectúa por método gravimétrico a través de la pérdida de masa por desecación en la estufa a 105°C hasta peso constante. De cada muestra se midió la humedad por duplicado. Los resultados obtenidos se expresaron como porcentaje de humedad tal y como se indica en la ecuación.

$$\% \text{ Humedad} = (M_1 - M_2) \frac{100}{(M_1 - M_0)} \quad (3)$$

Donde:  $M_0$  = masa (g) de las cápsulas de acero inoxidable, la varilla y la arena;  $M_1$  = masa (g) de las cápsulas de acero inoxidable, la varilla, la arena y la muestra antes del desecado;  $M_2$  = masa (g) de las cápsulas de acero inoxidable, la varilla, la arena y la muestra después del desecado.

#### 2.3.5 Capacidad de retención de agua de las salchichas.

Para la determinación de la capacidad de retención de agua se utilizó una modificación del método de Andrés- Bello *et al.*, 2013. Se basa en el principio de la aplicación de una cierta presión (centrifugación) sobre el tejido muscular lo que conlleva que los fluidos del tejido sean expulsados de la estructura cárnica. De este modo, las muestras se sometieron a centrifugación para medir CRA. Este parámetro posee un gran valor, ya que se utiliza como indicador del agua que permanece retenida en la estructura del alimento y también de la interacción de las proteínas miofibrilares y el agua del alimento.

Las muestras de aproximadamente 4 gramos se pesaron y colocaron entre dos papeles Whatman nº1. A continuación, se centrifugaron a una velocidad de 400 rpm a una temperatura de 15°C durante 5 minutos. Posteriormente, las muestras se pesaron otra vez. El porcentaje CRA se

calcula como la diferencia entre el agua total menos el agua no retenida. El ensayo se llevó a cabo por duplicado.

$$\% CRA = 100 - \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} 100 \quad (4)$$

Donde:  $m_0$  = peso inicial de la muestra (g);  $m_1$  = peso final tras el centrifugado (g).

### **2.3.6 Textura de las salchichas.**

Para determinar la textura de las salchichas se llevó a cabo un ensayo TPA (Texture Profile Analysis). Se empleó una prensa universal TA-XT2 (ANAME, Madrid, España) equipada con una célula de carga de 50 kg, por otro lado, los datos instrumentales se procesaron utilizando el programa Texture Exponent 32 v 1.0 (Stable Micro Systems, Surrey, UK). La prensa se equipó con la célula de ensayo P/75 (Stable Micro Systems, Surrey, UK) de 7,5 cm de diámetro y de fondo plano. El equipo se programó para que presionara a una velocidad de 1 mm/s hasta que las piezas alcanzaran una deformación del 75% de su altura.

Las muestras fueron rodajas de 1 cm de espesor y se tomaron una media de 10 medidas por formulación de salchicha.

A partir del ensayo TPA, se pueden describir los parámetros de dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, masticabilidad y gomosidad. Estos parámetros se obtienen de las curvas obtenidas en el ensayo mecánico TPA.

### **2.3.7 Análisis sensorial**

Se realizó un análisis sensorial de las tres salchichas finalmente seleccionadas. Participaron 34 catadores de los cuales 12 eran varones y 22 mujeres de edades comprendidas entre 21 y 40 años.

En primer lugar se les hizo una encuesta para conocer los hábitos de consumo salchichas cocidas.

A continuación se presentaron las tres muestras codificadas y se les preguntó acerca de los atributos: aspecto visual y color de la muestra del 1 al 9 de muy poco atractivo a muy atractivo respectivamente; dureza siendo el 1 suave y el 9 dura; masticabilidad del 1 al 9 de tierna a correosa; gomosidad siendo el 1 arenosa/harinosa al 9 correosa; jugosidad siendo el 1 seca y el 9 muy jugosa y textura general y sabor siendo 1 disgusta mucho a 9 gusta mucho; aceptabilidad global del 1 totalmente rechazable al 9 totalmente aceptable y por último cuanto de innovador les resultaba el producto siendo el 1 nada innovador y el 9 muy innovador.

En un último cuestionario se les explicaba a los catadores los beneficios de las nuevas salchichas formuladas y se les preguntaba si modificarían los criterios de evaluación y si las comprarían.

### **2.3.8 Composición nutricional**

Se estudió la composición nutricional de las nuevas formulaciones, comparándolas con las de las salchichas comerciales. El valor nutricional del almidón de patata fue facilitado por la empresa Pilarica S.A.; el de las semillas

de chía se obtuvo del etiquetado del producto utilizado; de la fibra de guisante fue suministrado por la empresa Roquette, Roquette Laisa España S.A y del muslo de pollo de tablas de composición nutricional de alimentos (Moreiras *et al.*, 2013).

### 2.3.9 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante ANOVAs para evaluar la significación de los diferentes factores en estudio, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV (Statistical Graphis Corp, Orkville, USA).

El nivel de significación considerado fue del 95%. Cuando los factores resultaron significativos se analizaron las diferencias entre los distintos niveles mediante análisis de contraste de múltiple rangos (LSD).

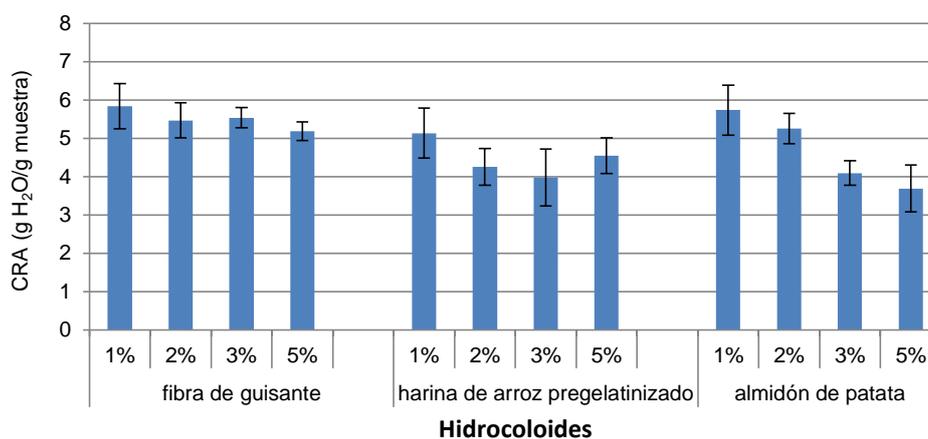
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Comportamiento de los hidrocoloides.

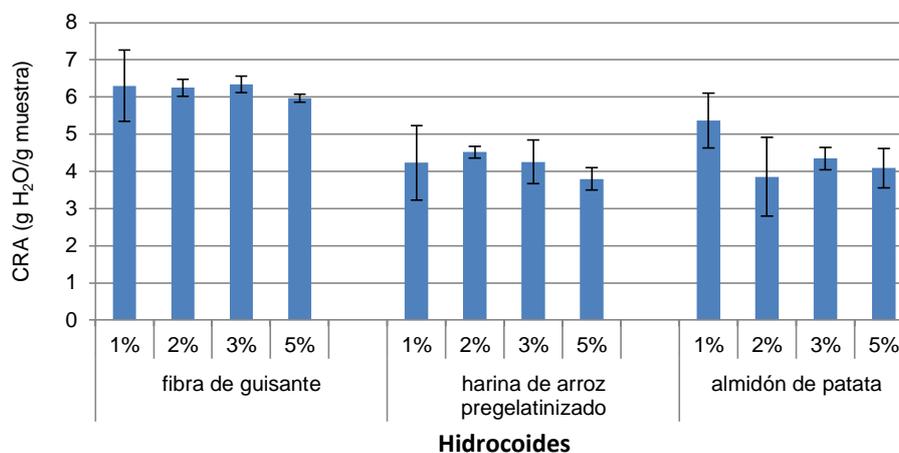
#### a) Efecto del calentamiento y concentración de hidrocoloide

En este apartado se evaluó la capacidad de retención de agua (CRA) de los diferentes hidrocoloides considerados en este trabajo: la fibra de guisante (G), harina de arroz pregelatinizado (A) y almidón de patata (P) a diferentes temperaturas (70°C y 80°C) y concentraciones (1, 2, 3 y 5%), siguiendo el método de Bryant y Hamaker (1997).

Los resultados obtenidos para las muestras sometidas a un tratamiento de 70°C y 80°C se muestran en la FIGURA 1 y en la FIGURA 2 respectivamente.



**FIGURA 1.** Capacidad de retención de agua (CRA) para las diferentes concentraciones (1, 2, 3 y 5 %) de fibra de guisante (G), almidón de patata (P) y harina de arroz pregelatinizada (A) tras un tratamiento térmico de 70°C.



**FIGURA 2.** Capacidad de retención de agua (CRA) para las diferentes concentraciones (1, 2, 3 y 5 %) de fibra de guisante (G), almidón de patata (P) y harina de arroz pregelatinizada (A) tras un tratamiento térmico de 80°C con la desviación estándar.

En base a los resultados obtenidos, la fibra de guisante y la harina de arroz pregelatinizado, no mostraron diferencias significativas en la CRA entre las distintas concentraciones utilizadas. Para el almidón de patata, al 1% se observó mayor capacidad de retención de agua que al 2, 3 y 5%; sin embargo, entre estas últimas no existieron diferencias. Si se tiene en cuenta que los resultados se expresan en gramos de agua retenidos por gramo de producto, los resultados deben de ser similares independientemente de la concentración utilizada, tal y como se observa en la FIGURA 1 y 2 en el caso de la fibra de guisante y de la harina de arroz pregelatinizado. No obstante, en el caso del almidón de patata el diferente comportamiento observado con una concentración del 1% respecto al resto de concentraciones puede atribuirse a las características de la muestra y al método utilizado. En efecto, con este hidrocoloide se forma un gel muy acuoso en el que se hace complicado separar la fase acuosa de la sólida y al utilizar un 1% de hidrocoloide la muestra es tan pequeña que el drenaje pudo ser erróneo.

En lo referente a la temperatura de gelificación esta solo incidió en los valores de CRA en el caso de la fibra de guisante. Así, para la fibra de guisante la CRA aumentó de 5,05g H<sub>2</sub>O/g muestra a 6,10g H<sub>2</sub>O/g muestra al aumentar la temperatura de 70°C a 80°C respectivamente. Esto no ocurrió ni con la harina de arroz pregelatinizado ni con el almidón de patata, donde no existieron diferencias significativas entre las temperaturas mencionadas.

Según los resultados obtenidos, la CRA de la fibra de guisantes con una media de 5,8g H<sub>2</sub>O/g muestra está por encima de la CRA de la harina de arroz pregelatinizado con una media de 4,33g H<sub>2</sub>O/g muestra y del almidón de patata con una media de 4,55g H<sub>2</sub>O/g muestra.

La CRA del almidón de patata obtenida en nuestro estudio (media de 4,55g H<sub>2</sub>O/g muestra), dista de la reportada por Sánchez-Hernández, L *et al.*, (2002) para el almidón de Okenia y el almidón de maíz, siendo de 0,6g y 0,4g H<sub>2</sub>O/g muestra respectivamente a una temperatura de 70°C. La CRA del almidón de banana obtenida por Bello-Pérez *et al.*, (1999) a 75°C, fue de 0,38g H<sub>2</sub>O/g muestra. En el caso de la fibra de guisante la CRA (en la que en nuestro trabajo fue de 5,8g H<sub>2</sub>O/g muestra) fue similar a la CRA obtenida por Córdoba (2005) para diferentes fibras: 3,19g H<sub>2</sub>O/g fibra seca de manzana, 5,64g H<sub>2</sub>O/g fibra seca de naranja y 14,5gH<sub>2</sub>O/g fibra seca de limón. En cuanto a la CRA del grano integral de arroz de la variedad Nutriar FCAYF (Facultad de Ciencias

Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata) de alto contenido proteico y de la variedad El Paso 144 ROU estudiada por Pincioli, (2010), determinó una CRA de 7.17g H<sub>2</sub>O/g muestra y 5.67 g H<sub>2</sub>O/g muestra respectivamente, asemejándose a los resultados obtenidos para la harina de arroz pregelatinizado en este trabajo (media de 4,33g H<sub>2</sub>O/g muestra).

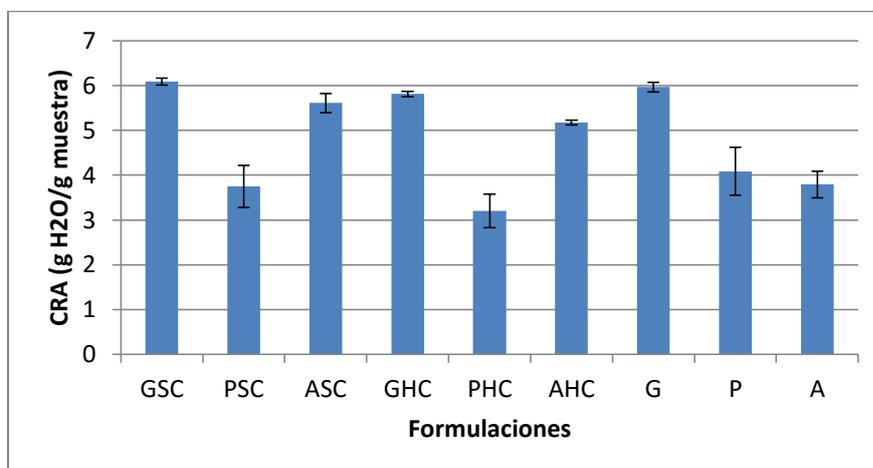
Por otro lado, si se considera que en las distintas metodologías propuestas para la determinación de la CRA en hidrocoloides se utilizan diferentes concentraciones en función del autor (entre 1% y 5%) (Vásquez *et al.*, 2010, Limberger *et al.*, 2011) sería recomendable trabajar con concentraciones elevadas para evitar resultados erróneos condicionados por las características de las muestras.

#### b) Efecto de la adición de chía a la CRA de los hidrocoloides

En este segundo estudio se incorporaron a los hidrocoloides anteriormente citados, harina (HC) y semilla (SC) de chía con la finalidad de evaluar su incidencia sobre la capacidad de retención de agua de estos. Tras los resultados del estudio anterior se optó por utilizar concentraciones del 5% de dichos compuestos y del 1% de SC y HC. En lo referente a la temperatura de gelificación se optó por 80°C por verse incrementada la CRA en el caso de la fibra de guisante y no influir para el resto de los hidrocoloides.

Según los resultados obtenidos (FIGURA 3) la incorporación de chía en forma de harina o semilla no afectó la CRA de la fibra de guisante. Para el almidón de patata se observó una ligera reducción de la CRA cuando la chía se incorporó en forma de harina y en el caso de la harina de arroz pregelatinizado la incorporación de chía tanto en forma de semilla como de harina supuso un notable incremento en la CRA.

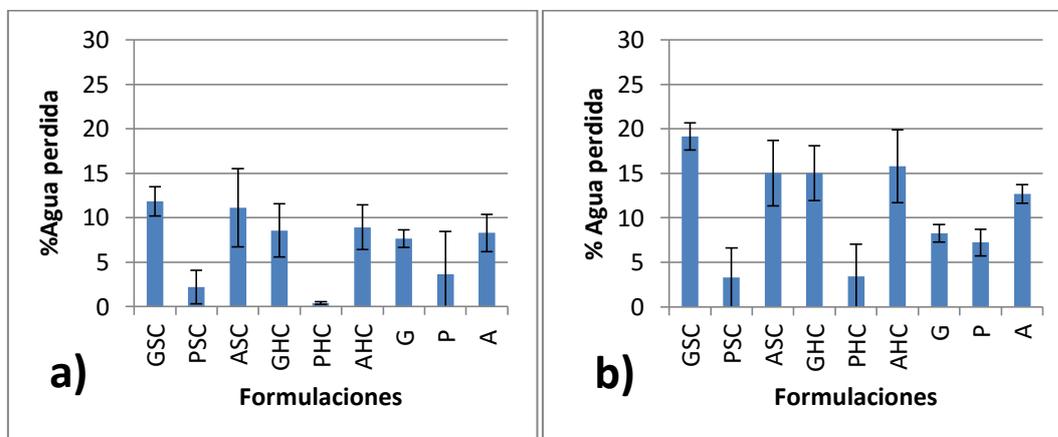
Por tanto la fibra de guisante, con o sin chía e independientemente de que esta estuviera en forma de harina o semillas, fue el hidrocoloide que presentó mayor capacidad de retención de agua (promedio de 5,95g H<sub>2</sub>O/g muestra) seguido de la harina de arroz pregelatinizado, con semilla o harina de chía (promedio 5,39g H<sub>2</sub>O/g muestra). Las muestras con menor CRA fueron la harina de arroz pregelatinizado sin adición de chía (3,79g H<sub>2</sub>O/g muestra) y el almidón de patata en cualquiera de sus variantes (promedio 3.64g H<sub>2</sub>O/g muestra).



**FIGURA 3:** Capacidad de retención de agua (CRA) de fibra de guisante (G), almidón de patata (P) y harina de arroz pregelatinizado (A) al 5% con semilla de chía (SC) o harina de chía (HC) al 1% a 80°C.

c) Efecto de la congelación-descongelación y regeneración en las pérdidas de agua de los hidrocoloides

En este apartado se analizaron las pérdidas de agua experimentadas por los geles tras un ciclo de congelación-descongelación y regeneración. (FIGURA 4).



**FIGURA 4:** a) Porcentaje de agua perdida tras ciclo de congelación-descongelación. b) Porcentaje de agua perdida tras ciclo de congelación-descongelación y regeneración en los geles de fibra de guisante (G), almidón de patata (P) y harina de arroz (A) al 5% con semilla de chía (SC) o harina de chía (HC) al 1%.

Los resultados correspondientes a la pérdida de agua tras el ciclo de congelación-descongelación para los diferentes geles estudiados se muestran en la FIGURA 4a. Estos indican que los geles elaborados con fibra de guisante y harina de arroz pregelatinizado fueron los que presentaron mayores pérdidas de agua tras el ciclo de congelación-descongelación independientemente de que se estudiaran solos o con chía, perdiendo un valor medio de 9,4% de agua. El almidón de patata fue el hidrocoloide que menor porcentaje de agua perdió tras el ciclo con una media de 2,04% de agua. En el caso del almidón de patata, no hubo diferencias significativas en las pérdidas de agua al añadir chía. Cabe recordar que el almidón de patata fue el hidrocoloide cuyo gel presentó una menor CRA (apartado 3.1.b.).

En la FIGURA 4b se muestra el porcentaje de agua total perdida tras los procesos de congelación-descongelación y de regeneración a 80°C durante 10 minutos. En el caso de las muestras con harina de arroz pregelatinizado y almidón de patata, la presencia de chía no afectó a la pérdida de agua, alcanzándose valores del orden de 14,50% y de 8,26% respectivamente. En el caso de la fibra de guisante sí que se detectaron mayores pérdidas cuando los geles llevaban adicionados chía, del orden de 17,08% frente a 8,26%. La fibra de guisante fue el hidrocoloide con mayores pérdidas de agua tras la regeneración pese a ser el que tuvo mayor CRA.

### 3.2. Formulación de salchichas bajas en grasa

Una vez concluida la fase preliminar, se seleccionaron dos de los hidrocoloides testados como sustitutos de la grasa en las salchichas de pollo.

Se eligió la fibra de guisante debido a su mayor capacidad de retención de agua y por el mayor contenido en fibra que le aportaría a la salchicha. En ensayos preliminares (resultados no mostrados) se observó que este hidrocoloide aportaría mucha dureza al producto y por ello se optó por combinarlo con el almidón de patata, que le aportaría mayor suavidad y compensaría la dureza de la fibra.

Respecto a la chía, se optó por utilizarla en la forma de semilla, ya que en los estudios previos no se vio ninguna diferencia entre esta y la harina en cuanto a la capacidad de retención de agua y en la estabilidad en el ciclo de congelación-descongelación. Además se buscó que en el producto final se apreciara la semilla de chía entera y resultara novedoso en la apariencia de una salchicha.

Las formulaciones desarrolladas en función de los resultados de la fase previa se muestran en la TABLA 1.

**TABLA 1.** Formulaciones iniciales de las salchichas de pollo.

muestra	magro (%)	agua (%)	fibra guisante (%)	almidón patata (%)	semilla chía (%)
G <sub>5</sub> P <sub>5</sub>	49	40	5	5	1
G <sub>7</sub> P <sub>3</sub>	49	40	7	3	1
G <sub>8</sub> P <sub>2</sub>	49	40	8	2	1
G <sub>10</sub>	49	40	10	-	1
P <sub>10</sub>	49	40	-	10	1

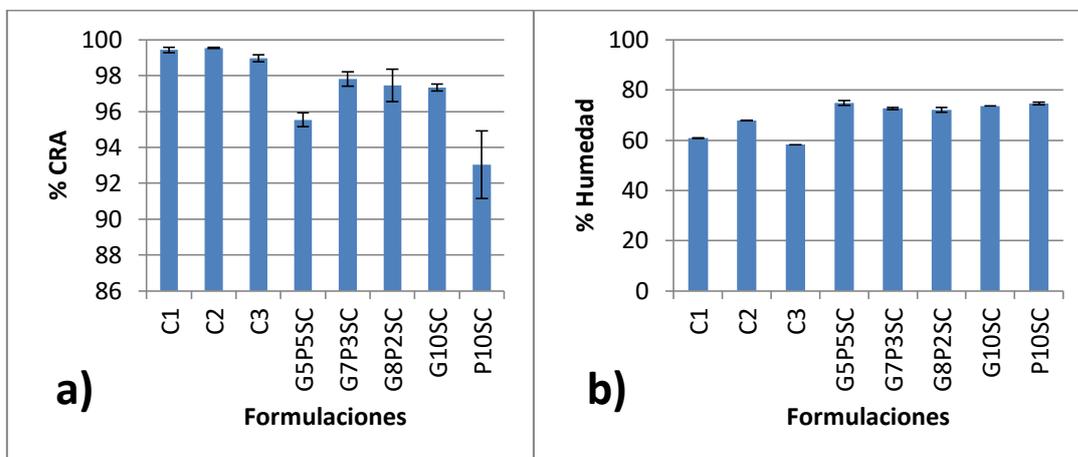
Fibra de guisante (G), almidón de patata (P) y semilla de chía (SC), el número en subíndice tras estas siglas indica el porcentaje en el que cada uno de estos componentes fue adicionado.

La capacidad de retención de agua, humedad y textura de las salchichas refrigeradas se compararon con salchichas comerciales de tres marcas diferentes.

Para testar la estabilidad de las nuevas salchichas con semilla de chía frente al proceso de congelación-descongelación, las diferentes formulaciones estudiadas fueron sometidas a dicho proceso. Una vez descongeladas se regeneraron calentándolas en agua a 80°C durante 10 minutos. De las salchichas descongeladas y regeneradas se midió la capacidad de retención de agua, humedad y textura.

#### a) Nuevas formulaciones vs salchichas comerciales

Los valores de CRA y humedad obtenidos para las nuevas formulaciones y las salchichas comerciales tras el proceso de conservación en refrigeración se muestran en la FIGURA 5.



**FIGURA 5:** a) valores de % CRA y b) % humedad para las salchichas formuladas y comerciales refrigeradas (C1, C2 y C3). Fibra de guisante (G), almidón de patata (P) al porcentaje que aparecen tras las siglas y semilla de chía (SC) al 1%.

Los resultados obtenidos indican que las salchichas formuladas con mayor proporción de fibra de guisante y menor de almidón de patata, fueron las que más se asemejaron a las comerciales en cuanto a la capacidad de retención de agua (FIGURA 5a). Las formuladas únicamente con un 10% de almidón de patata tuvieron una baja capacidad de retención de agua respecto a las comerciales. Estos resultados eran previsible tras los resultados obtenidos en el estudio de los hidrocoloides de la primera fase (FIGURA 3).

Los niveles de humedad (FIGURA 5b) fueron significativamente superiores para las salchichas de nueva formulación (71-75 %) respecto a las comerciales (58-61%). No obstante, este resultado era de esperar debido a la gran cantidad de agua incorporada en la formulación (40%).

En lo referente a la textura se determinaron los parámetros de dureza, adhesividad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad (FIGURA 6).

Desde el punto de vista de la dureza (FIGURA 6a), las formulaciones que más difirieron de las comerciales fueron las que mayor proporción de fibra de guisante llevaban incorporadas. Las formuladas con 5% de fibra de guisante y 5% de almidón de patata no mostraron diferencias significativas con las comerciales.

En cuanto a la adhesividad (FIGURA 6b), todas la fórmulas testadas presentaron valores similares a los observados para las salchichas comerciales excepto las que llevaban incorporada únicamente almidón de patata al 10%, las cuales mostraron una considerable mayor adhesividad que el resto.

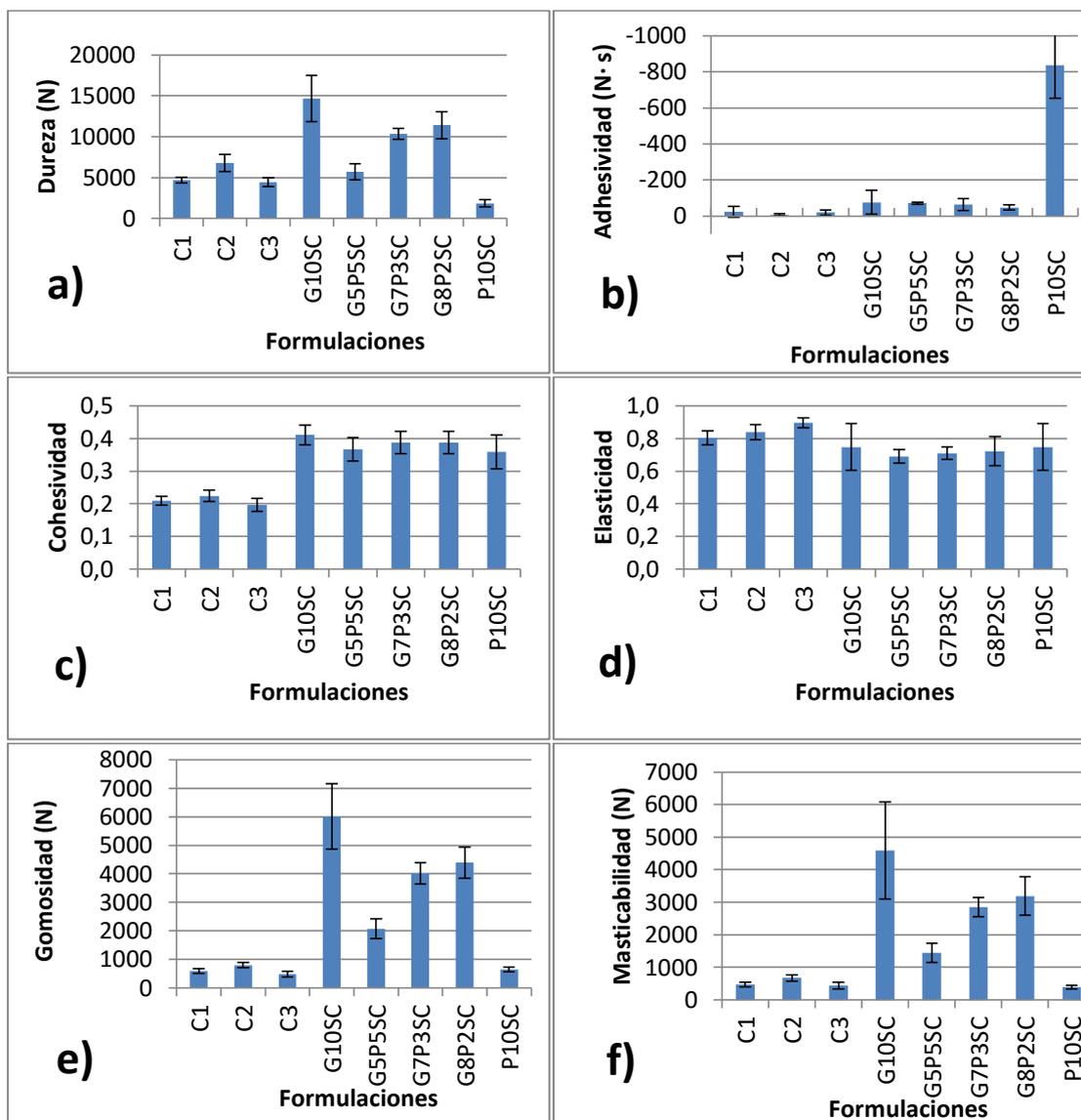
En lo referente a la cohesividad (FIGURA 6c), las salchichas formuladas presentaron valores significativamente superiores a la cohesividad de las comerciales, no mostrando diferencias significativas entre las formuladas.

Considerando la elasticidad (FIGURA 6d) ninguna de las salchichas formuladas mostraron diferencias significativas entre ellas, mostrando resultados muy similares a las salchichas comerciales.

Con respecto a la gomosidad (FIGURA 6e) las salchichas formuladas con fibra de guisante resultaron significativamente diferentes de las comerciales, siendo más gomosas cuanto mayor proporción de fibra de guisante contenían. Por el contrario la gomosidad de las salchichas formuladas con un 10% de almidón de patata fue similar a la de las comerciales.

Por último, se valoró la masticabilidad (FIGURA 6f). Las salchichas formuladas con un 10% de almidón de patata no mostraron diferencias significativas con la masticabilidad de las salchichas comerciales. Por el contrario, todas las formuladas con fibra de guisante fueron significativamente

diferentes a las comerciales. Cuanta mayor proporción de fibra de guisante en la formulación, mayores diferencias de masticabilidad respecto a las comerciales.



**FIGURA 6:** a) Dureza, b) adhesividad, c) cohesividad, d) elasticidad, e) gomosidad y f) masticabilidad de las salchichas comerciales (C1, C2, C3) y de las nuevas formulaciones en las que fibra de guisante (G) y almidón de patata (P). El número que aparece tras cada sigla es el porcentaje utilizado en esa formulación. La semilla de chía (SC) se añadió en todos los casos al 1%.

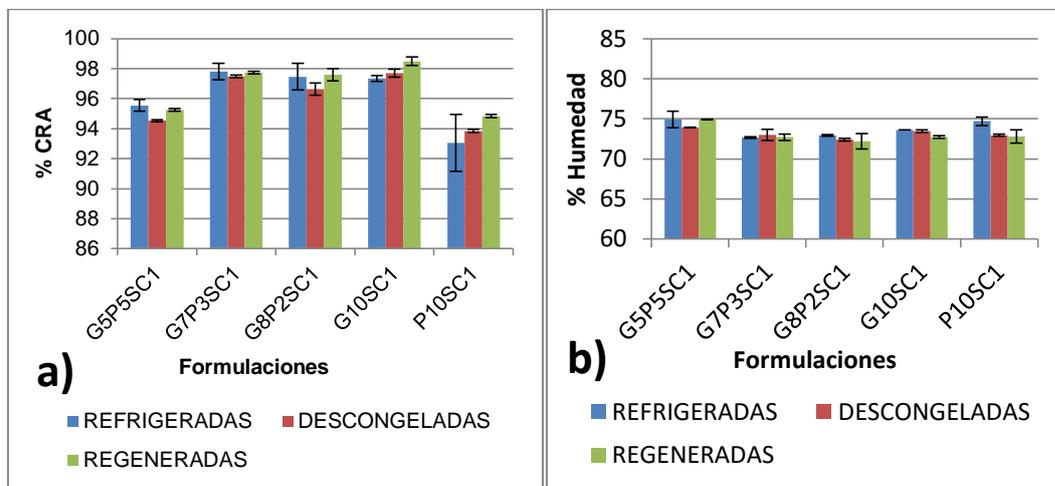
b) Comportamiento de las nuevas formulaciones frente a la congelación-descongelación y regeneración

Las salchichas formuladas fueron sometidas a diferentes tratamientos con el fin de conocer si estas eran capaces de retener el agua y mantener la humedad en la matriz que se había formado con los diferentes ingredientes.

En primer lugar tras la refrigeración de 24 horas, se sometieron a un ciclo de congelación-descongelación de un día. Tras descongelarse se regeneraron en agua a 80°C durante 10 minutos, tiempo suficiente para que en el centro térmico del producto se alcanzara una temperatura comprendida entre 71-

73°C. Se determinó la capacidad de retención de agua, la humedad y la textura de las salchichas una vez descongeladas y regeneradas y se comparó con las que únicamente habían sido refrigeradas.

La capacidad de retención de agua se mantuvo en niveles aceptables pese al ciclo de congelación-descongelación. Como ya ocurrió en el ensayo de los hidrocoloides en la fase I, las fórmulas con mayor proporción de fibra de guisante fueron las que mayor porcentaje de CRA tuvieron. Por el contrario, la salchicha con mayor proporción de almidón de patata fueron las que menos agua retuvieron en la matriz (FIGURA 7a).



**FIGURA 7:** a) valores de CRA y b) % humedad para las salchichas de nueva formulación. Fibra de guisante (G), almidón de patata (P) al porcentaje que aparecen tras las siglas y semilla de chí (SC) al 1% tras diferentes tratamientos térmicos de refrigeración, congelación-descongelación y regeneración.

Los resultados del estudio de la humedad aparecen en la FIGURA 7b. El porcentaje de humedad de las salchichas descongeladas se mantuvo entre un 72,28-73,93% y de las salchichas regeneradas entre un 71,25-74,95%, por lo que pese a los tratamientos de congelación-descongelación y regeneración, las salchichas formuladas mantuvieron una humedad del mismo orden que aquellas que no habían sufrido estos tratamientos.

A continuación se estudió la textura de las salchichas una vez descongeladas y regeneradas. Se tuvieron en cuenta los mismos parámetros estudiados en las comerciales y refrigeradas (FIGURA 8).

La dureza de las diferentes salchichas formuladas fue similar pese a los tratamientos de refrigeración, congelación-descongelación y regeneración sufridos (FIGURA 8a).

En cuanto a la adhesividad, las formulaciones que contenían fibra de guisante no mostraron diferencias significativas pese a los tratamientos. Por el contrario, la salchicha formulada con 10% de almidón de patata perdió adhesividad tras el proceso de congelación-descongelación y regeneración (FIGURA 8b).

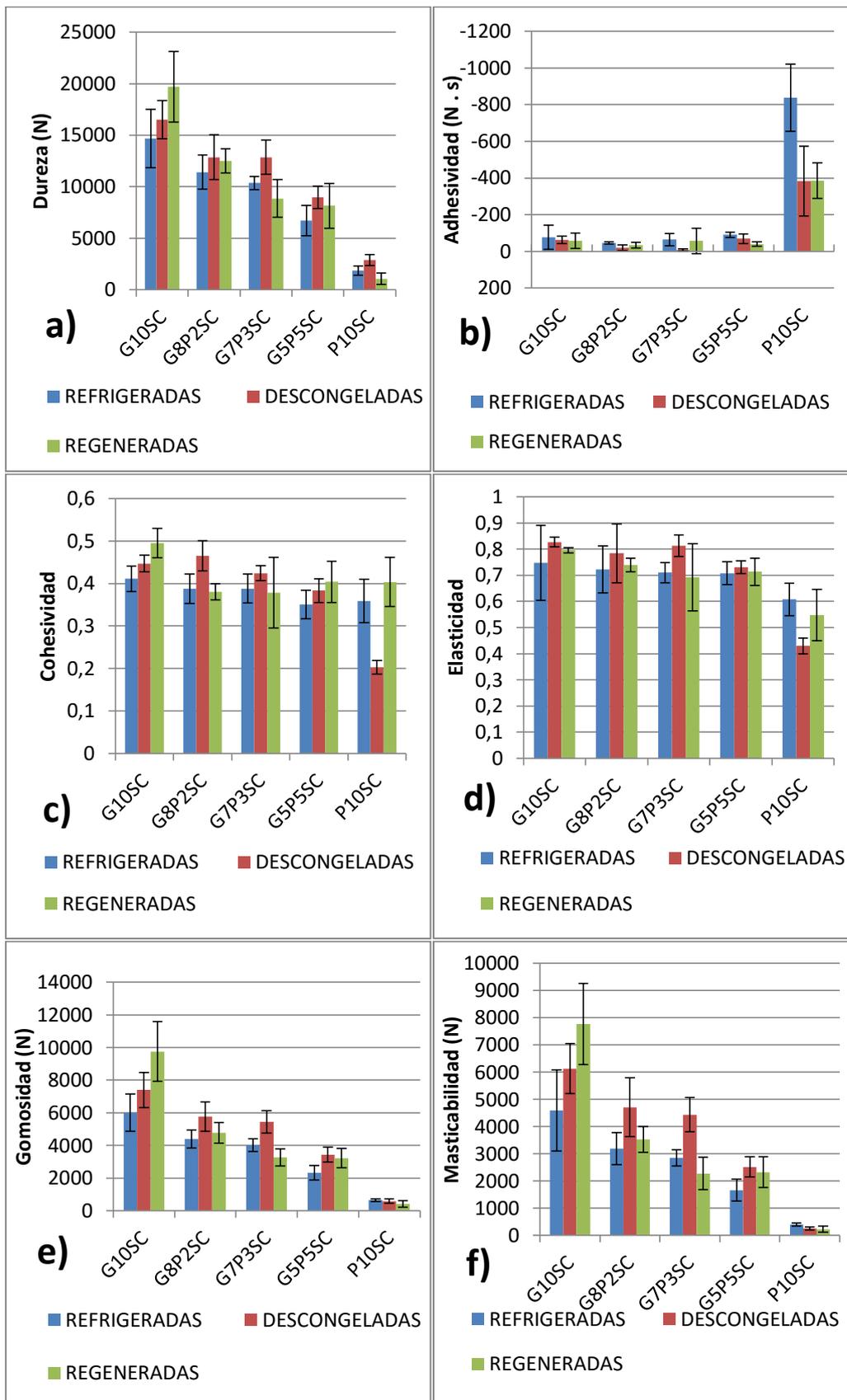
Respecto a la cohesividad, las salchichas formuladas con fibra de guisante se comportaron de manera similar pese a los diferentes tratamientos sufridos. Las salchichas formulada con un 10% de almidón de patata mostraron una menor cohesividad tras la descongelación, pero tras regenerarlas recuperaron la misma cohesividad que tenían tras la refrigeración (FIGURA 8c).

En referencia a la elasticidad, todas las formulaciones que contenían fibra de guisante mantuvieron parámetros similares pese a los tratamientos

sufridos. Por el contrario, las salchichas formuladas con 10% de almidón de patata, perdieron elasticidad tras la descongelación, pero la recuperaron una vez regeneradas tal y como ocurría con la cohesividad anteriormente comentada. (FIGURA 8d).

Considerando la gomosidad, todas las formulaciones mantuvieron resultados similares pese a los tratamientos, excepto la formulada con un 10% de fibra de guisante que fue más gomosa tras el tratamiento de regeneración (FIGURA 8e).

Por último, se estudió la masticabilidad. Esta fue similar en todas las formulaciones, excepto en la formulada con un 7% de fibra de guisante y un 3% de almidón de patata, en la que aumentó la masticabilidad tras la descongelación pero disminuyó tras la regeneración (FIGURA 8e).



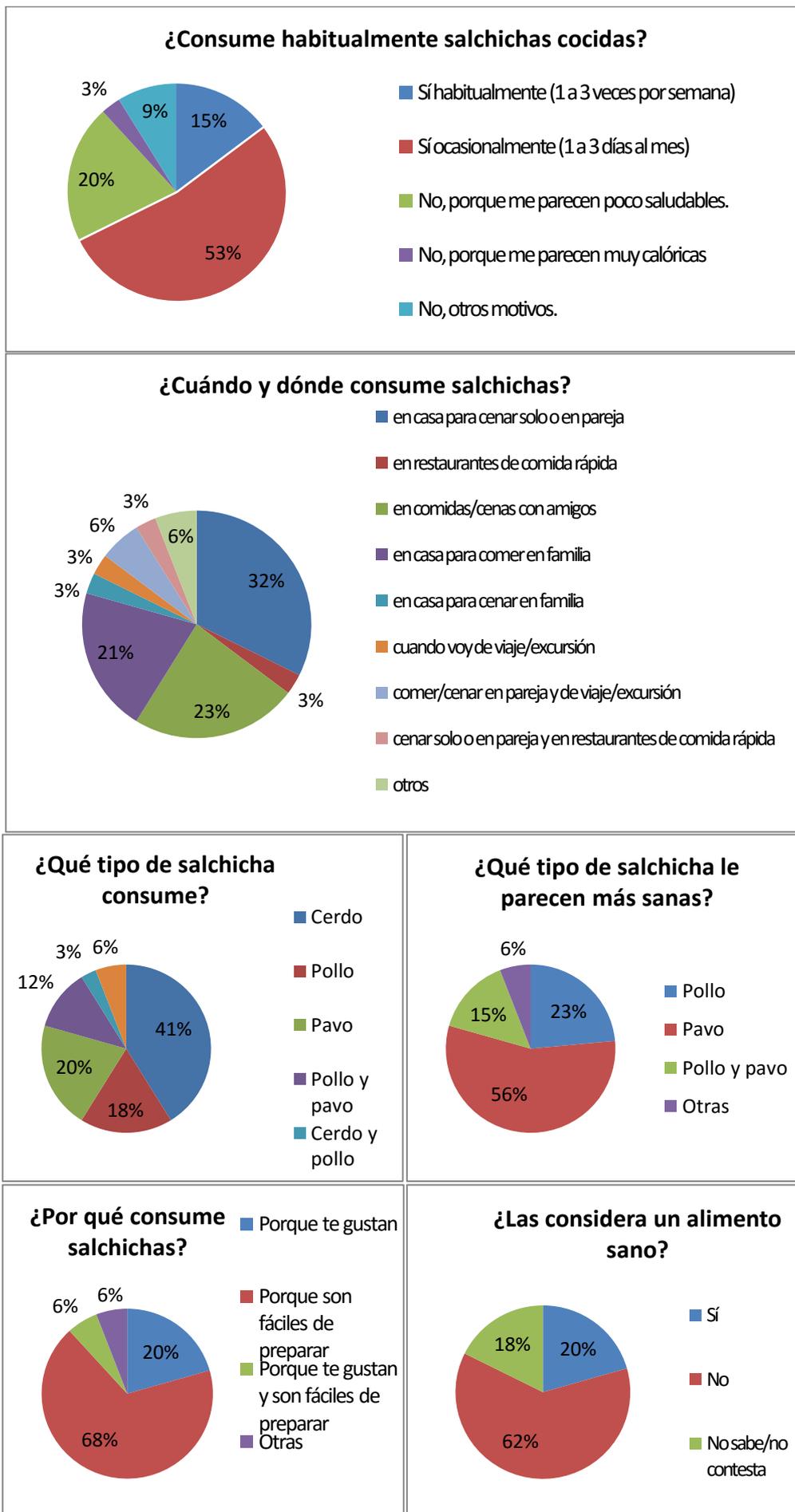
**FIGURA 8:** a) Dureza, b) adhesividad, c) cohesividad, d) elasticidad, e) gomosidad y f) masticabilidad de las salchichas de nueva formulación en las que fibra de guisante (G) y almidón de patata (P). El número que aparece tras cada sigla es el porcentaje utilizado en esa formulación. La semilla de chía (SC) se añadió en todos los casos al 1%. Tras someterse a diferentes tratamientos de refrigeración, congelación-descongelación y regeneración.

### 3.3 Análisis sensorial

Tras evaluar las diferentes formulaciones de salchichas, se optó por analizar sensorialmente las formulaciones que combinaban diferentes proporciones de los hidrocoloides elegidos. Estas fueron: G5P5SC, G7P3SC y G8P2SC. Estas fórmulas mostraron una buena estabilidad en los ciclos de congelación-descongelación y refrigeración tanto en las pruebas de CRA, humedad y textura. Las muestras G10SC y P10SC fueron rechazadas por los resultados estudiados anteriormente. La salchicha formulada con un 10% de fibra de guisante resultaba excesivamente dura sólo al tacto y en boca resultaba muy arenosa. Todo lo contrario ocurría con la salchicha formulada con un 10% de almidón de patata ya que al ser excesivamente blanda, se deshacía al retirarle la tripa artificial y la convertía en una salchicha inviable para su consumo.

En primer lugar se encuestó a los catadores sobre los hábitos de consumo de salchichas. En la FIGURA 9 aparecen representadas en forma de gráfico las preguntas con el porcentaje de las respuestas que se obtuvo.

Cabe destacar las siguientes afirmaciones: el 53% de los encuestados consume de manera ocasional salchichas cocidas (de 1 a 3 días al mes); respecto al porqué de su consumo, el 68% afirma que lo hace por su facilidad a la hora de prepararse; el 41% consume salchichas de cerdo pese a no considerarse saludables; un 56% de los catadores perciben las salchichas de pavo como las más sanas y un 62% no percibe las salchichas como un producto saludable.



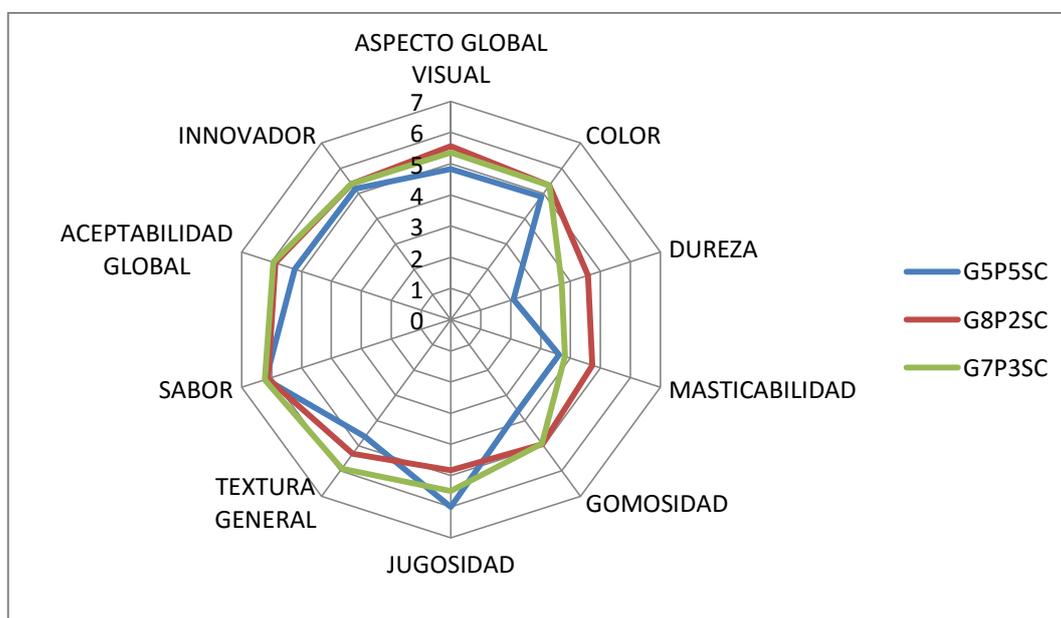
**FIGURA 9:** Representación gráfica de los hábitos de consumo de salchichas.

Una vez encuestados sobre los hábitos de consumo, se pasó a la cata de las salchichas. Se evaluó de cada una de ellas, el aspecto global visual, el color, la dureza, la masticabilidad, la gomosidad, la jugosidad, la textura general y el sabor. Además se les preguntó cuánto de innovador les parecía el producto a simple vista sin conocer las características del mismo. En la FIGURA 10 se representan los atributos preguntados.

La percepción de los catadores respecto a la dureza, masticabilidad y gomosidad de las salchichas confirman los resultados del texturómetro obtenidos previamente en el laboratorio (FIGURA 6). La formulación con mayor proporción de fibra de guisante se percibe como más dura, más difícil de masticar y más gomosa.

Cabe señalar que en atributos de producto innovador, aceptabilidad global, sabor, gomosidad y color de las formulaciones G7P3SC y G8P2SC no se perciben diferencias significativas.

Por el contrario, se percibe diferente la textura general, siendo más aceptada la fórmula G7P3SC, seguida de la G8P2SC y siendo la menos aceptada la G5P5SC; en cuanto a la jugosidad, se percibe más jugosa la fórmula G5P5SC, seguida de la G7P3SC y por último de la G8P2SC. Este resultado de la jugosidad tendría relación con la mayor proporción de almidón de patata que le confiere mayor adhesividad y menor dureza al producto final.



**FIGURA 10:** Representación de los atributos evaluados en el análisis sensorial.

Respecto a si comprarían el producto, un 73,52% no compraría la formulación G5P5SC, un 58,82% no compraría la formulación G8P2SC y por el contrario, un 50% sí compraría la formulación G7P3SC.

Tras la valoración de las diferentes salchichas, se les explicó las propiedades de estas y se preguntó a los catadores si sabiendo sus beneficios, modificarían los criterios valorados. Un 78,12% contestaron de forma afirmativa. Además, respecto a la innovación del producto, la puntuación pasó de 5,20/9 a una media de 7,40/9.

Por último se les preguntó si una vez conocida las propiedades comprarían las salchichas, a lo que un 67,75% respondió afirmativamente.

### 3.4 Valoración nutricional

Por último se comparó la valoración nutricional de las salchichas formuladas con la de las salchichas comerciales (TABLA 2).

**TABLA 2** Valoración nutricional de las salchichas comerciales y de las formuladas.

	100 g SALCHICHAS COMERCIALES				100 g SALCHICHAS FORMULADAS		
	C1	C2	C3	Media comerciales	G5P5SC	G7P3SC	G8P2SC
<b>Energía [kcal]</b>	270	265	154	229,66	91,62	89,02	87,72
<b>Proteínas [g]</b>	14	11	11	12	11,34	11,48	11,55
<b>Lípidos [g]</b>	22	24	10	18,66	2,14	1,72	1,71
Ác. G. saturados [g]	7	8	-	7,5	0,40	0,40	0,40
C18:2 Omega-6 [g]	0	0	0	0	0,27	0,27	0,27
C18:3 Omega-3 [g]	0	0	0	0	0,24	0,24	0,24
<b>Hidratos de C. [g]</b>	4	1,20	5	3,4	6,28	4,92	4,24
<b>Fibra [g]</b>	0	0	0	0	3,28	4,40	4,96

Salchichas comerciales (C) seguidas del número de muestra; fibra de guisante (G) y almidón de patata (P) seguidas del número en % incluidos en la formulación; (SC) semilla de chía, en todas las formulaciones un 1%.

Las salchichas formuladas resultaron entre 60-62% menos calóricas que las comerciales. El contenido en proteínas fue similar a las comerciales. Pese a añadir ácidos grasos omega-3 y omega-6 a las nuevas formulaciones mediante las semillas de chía, el contenido de lípidos totales disminuyó entre un 89-91%, de los cuales los ácidos grasos saturados se redujeron en un 95%. Los ácidos grasos omega-3 y 6, ausentes en las salchichas comerciales, estuvieron presentes en las formuladas en 0,24 y 0,27g /100g de salchichas respectivamente. El contenido en hidratos de carbono aumentó entre un 125-185% en las salchichas formuladas por la adición de almidón de patata. Y por último la fibra, ausente en las comerciales, aparece en las formuladas por la fibra de guisante añadida.

La EFSA recomienda una ingesta de 25g de fibra al día, por lo que consumiendo 100g de la formulación G7P3SC, se cubriría el 18% de esta necesidad y consumiendo la formulación G8P2SC, el 20%. Respecto a la ingesta de omega-3, la EFSA recomienda ingerir 250 mg al día para disminuir el riesgo de padecer enfermedades cardíacas, con un consumo de 100g de

cualquiera de las nuevas formulaciones estaríamos cubriendo el 96% de esta necesidad.

#### **4. CONCLUSIONES**

Las conclusiones que se extraen del trabajo realizado son:

El estudio referente al comportamiento de los diferentes hidrocoloides muestra que de los tres productos testados, la fibra de guisante es la que presenta mayor capacidad de retención de agua y que esta se incrementa cuando el proceso de gelificación se realiza a 80°C. Además, la adición de chíá en forma de semilla o harina no afecta a dicho parámetro. No obstante, es también el hidrocoloide que mayores pérdidas de agua presenta tras los procesos de congelación-descongelación y regeneración.

Las formulaciones de salchichas con mayor estabilidad en lo referente a la CRA, humedad y propiedades texturales tras ser sometidas a refrigeración, congelación, descongelación y regeneración son las elaboradas combinando la fibra de guisante y el almidón de patata al 50-50%, 70-30% y 80-20%. Y concretamente la elaborada con la misma proporción de ambos hidrocoloides es la que más se asemeja desde el punto de vista de las propiedades texturales a las salchichas comerciales. Las muestras en las que únicamente se utiliza fibra de guisante resultan excesivamente duras al tacto y muy arenosas en boca. Y aquellas elaboradas únicamente con almidón de patata resultan excesivamente blandas.

Desde el punto de vista sensorial las salchichas más valoradas en cuanto a la aceptabilidad global, color, gomosidad y aspecto global visual son las formuladas con una proporción de fibra de guisante y almidón de patata del 7:3% y 8:2%, aunque la que lleva incorporada un 8% de fibra de guisante es percibida como más dura, difícil de masticar y gomosa. Por lo que considerando la valoración general de la textura la más valorada es la formulada con 7% de fibra de guisante y 3% de almidón de patata. Esto se ve avalado por la intención de compra de los consumidores puesto que el 50% de los encuestados compraría este último producto frente a 41,2 % que se inclinaría por la salchicha formulada con 8% de fibra de guisante y 2% de almidón de patata.

Desde el punto de vista nutricional las salchichas formuladas resultaron entre un 60-62% menos calóricas que las comerciales, con un contenido proteico similar, una reducción en el contenido lipídico de entre el 89-91%, fundamentalmente en lo referente a los ácidos grasos saturados, los cuales se redujeron en un 95%. Además de contener ácidos grasos omega-3 y 6 y fibra, componentes que no estaban presentes en las salchichas comerciales. Así 100 gramos de salchichas formulada con un 7% y un 8% de fibra de guisante cubriría el 18% y el 20% de ingesta diaria de fibra recomendada respectivamente y en ambos casos el 96% de los requerimientos en omega-3.

Considerando las mejoras nutricionales de las salchichas formuladas en este estudio podría cambiarse la percepción de los consumidores respecto a sus propiedades nutritivas ya que según los resultados de este trabajo un 23%

de los encuestados no consume salchichas por considerarlas poco saludables y un 62% no las considera un alimento sano.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis sensorial y de la valoración nutricional, podemos concluir que la formulación más adecuada sería la formulada con un 7% de fibra de guisante y un 3% de almidón de patata.

## 5. REFERENCIAS

- Andrés-Bello, A., Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2013). Effect of Konjac Glucomannan (KGM) and Carboxymethylcellulose (CMC) on some physico-chemical and mechanical properties of restructured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) products. *Journal of Food Bioprocess Technology*, 1, pp. 133-145.
- Ayerza, R., & Coates, W. (2007). Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of omega-3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Tropical Science*, 47, 183–187.
- Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., Sánchez-Hernández, L., & Paredes-López, O. (1999). Isolation and Partial Characterization of Banana Starches, (100), 854–857.
- Bengtsson, H., Montelius, C., & Tornberg, E. (2011). Heat-treated and homogenised potato pulp suspensions as additives in low-fat sausages. *Meat Science*, 88(1), 75–81.
- Bryant, C. M., & Hamaker, B. R. (1997). Effect of lime on gelatinization of corn flour and starch. *Cereal Chemistry*, 74(2), 171–175.
- Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68(1), 87–96.
- 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 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 of Food Science and Technology*, 42(3), 366–372.
- Coorey, R., Tjoe, A., & Jayasena, V. (2014). Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science*, 79(5), E859–66.
- Córdoba Sequeria, A. (2005). Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de suspensiones de Fibras Alimentarias. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Echeverri, L. M., Rincon, S. P., López, J. H., & Restrepo, D. A. (2004). Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa. Parte I. Productos de picado grueso.
- Guízar, A., Montañéz, J. L., & García, I. (2008). Redalyc. Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea* spp). *Revista Iberoamericana*.
- Limberger, V. M., Brum, F. B., Patias, L. D., Daniel, A. P., Comarela, C. G., Emanuelli, T., & Silva, L. P. da. (2011). Modified broken rice starch as fat substitute in sausages. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*.

- Løvik, M., Marchelli, R., Martin, A., & Moseley, B. (2009). Opinion on the safety of ' Chia seeds ( *Salvia hispanica* L. ) and ground whole Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products , Nutrition and Allergies Adopted on 13 March 2009. *Nutrition*, (1), 1–26.
- Mallika, E.N, Prabhakar, K., & Reddy, P. M. (2009). Low fat meat products - An overview. *Veterinary World*, 2(9), 364–366.
- Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012, January). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*.
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2013). Tablas de composición nutricional. Ed. Pirámide.
- Pincioli, M.(2010) Proteínas de arroz. Propiedades estructurales y funcionales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata
- Rivera, I. N. (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 . *Nacameh*, 6(1), 1–14.
- Rodriguez Furlán, L. T., Padilla, A. P., & Campderrós, M. E. (2014). Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers. *Meat Science*, 96(1), 762–768.
- Sánchez-Hernández, L., Solorza-Feria, J., Méndez-Montealvo, G., Paredes-López, O., & Bello-Pérez, L. (2002). Isolation and Partial Characterization of Okenia ( *Okenia hypogaea* ) Starch Research Paper, 54, 193–197.
- Tokusoglu, Ö., & Ünal, M. K. (2003). Fat Replacers in Meat Products, 2(3), 196–203.
- Vásquez, C. E., Soto, S., & Villalobos, L. H. (2010). Efecto de la fibra dietética sobre la textura de salchichas tipo Viena. *Nacameh*, 4, 37–43.