

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA  
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



## ***DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE SALCHICHAS DE POLLO CON MICROALGAS Y CHÍA***

Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

TRABAJO FINAL DE GRADO

ALUMNA:

D<sup>a</sup>. LIDIA CHICO SÁNCHEZ

DIRECTORES ACADÉMICAS:

D<sup>a</sup>. M.<sup>a</sup> JESÚS PAGÁN MORENO

D. JAVIER MARTÍNEZ MONZÓ

D<sup>a</sup>. PURIFICACIÓN GARCIA SEGOVIA

Curso Académico: 2016 - 2017

VALENCIA, JULIO DE 2017

## TITULO: DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE SALCHICHAS DE POLLO CON MICROALGAS Y CHÍA

### RESUMEN:

El presente trabajo se realiza debido a la necesidad en el mercado de productos cárnicos equilibrados nutricionalmente con niveles de grasas saturadas reducidos. Como se ha mencionado anteriormente, los altos niveles de grasas saturadas provenientes del consumo de carne y derivados en la dieta de la población, se encuentran asociados con enfermedades cardiovasculares, cáncer u obesidad, ésta última está considerada como la epidemia del siglo XXI.

Por esta razón, en el presente trabajo se pretende elaborar un producto cárnico funcional, concretamente salchichas de pollo tipo Frankfurt enriquecidas con microalgas (*Arthrospira platensis* y *Chlorella vulgaris*) y chía (*Salvia hispánica L.*), con la finalidad de lograr un producto cárnico que, además de ser saludable y con constituyentes que proporcionen efectos beneficiosos, el organismo posea unas propiedades nutricionales y organolépticas adecuadas para que la aceptabilidad del consumidor sea óptima. A tal efecto se elaboraron seis formulaciones de salchichas de pollo: F1 (patrón), F2 (0.5% *Spirulina*), F3 (0.5% *Chlorella*), F4 (0.5% *Chlorella* y 1% chía), F5 (0.5% *Spirulina* y 1% chía) y F6 (1% chía), las cuales se compararon con salchichas comerciales. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron: % humedad, % capacidad de retención de agua, actividad de agua, propiedades ópticas ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $H^*$  y diferencia de color) y mecánicas (Warner Bratzler y TPA). También se realizó un test de consumo y una evaluación sensorial.

Los resultados obtenidos, indican que las formulaciones testadas diferían de las comerciales en la cantidad de agua incorporada, lo que afectaba a la textura de las mismas. La adición de microalgas y chía únicamente afecta al color del producto. En el caso de la adición de *Chlorella* este tiende al verde y para la *Spirulina* a un verde más azulado. Sensorialmente, las salchichas mejor valoradas fueron las elaboradas sin microalgas pero con chía ya que, el 66% de los consumidores estarían dispuestos a comprarlas, frente al 51,5% que si que adquirirían las elaboradas con *Chlorella*. Los productos con microalgas y chía fueron considerados como innovadores por parte de los consumidores. Y, por último, los valores nutricionales obtenidos ponen de manifiesto la posibilidad de desarrollar un producto cárnico emulsionado saludable, bajo en grasas, enriquecido en omega-3, omega-6 y fibra con unas propiedades fisicoquímicas, mecánicas y ópticas adecuadas para una óptima aceptación por parte del consumidor.

Palabras clave: Salchichas, pollo, microalgas, chía.

Alumna: Dña. Lidia Chico Sánchez

Tutor académico: Dña. M.ª Jesús Pagán Moreno

Cotutor: Javier Martínez Monzó

Cotutor colaborador: Purificación García Segovia

Valencia, Julio de 2017

## TITLE: DEVELOPMENT AND CHARACTERISATION OF CHICKEN SAUSAGES WITH MICROALGAE AND CHÍA

### ABSTRACT:

The present work realises due to the need on the market in meat products nutritionally balanced with low levels of saturated fats. As already mentioned, the high levels of saturated fats caused by consumption of meat and meat products in the diet of population are associated with cardiovascular diseases, cancer or obesity, the latter, being considered to be the “epidemic of the XXI century”.

For this reason, this work aims to produce a functional meat product, specifically Frankfurt type chicken sausages enriched with microalgae (*Arthrospira platensis* and *Chlorella vulgaris*) and chia (*Salvia hispánica L.*), in order to achieve a meat product that, besides to being healthy and with constituents that provide beneficial effects, the organism possesses adequate nutritional and organoleptic properties so that the acceptability of the consumer optimal. Therefore, six formulations of chicken sausages were prepared: F1 (standard), F2 (0.5% *Spirulina*), F3 (0.5% *Chlorella*), F4 (0.5% *Chlorella* y 1% chia), F5 (0.5% *Spirulina* y 1% chia) y F6 (1% chia), which were compared with commercial sausages. The physicochemical parameters analysed were: % moisture, % water retention capacity, water activity, optical properties ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  and colour difference) and mechanical properties (Warner Bratzler and TPA). A consumption test and a sensory evaluation were also performed.

The results obtained, shows that formulation tested differed from commercial ones in the amount of water incorporated, which affected the texture of the same. The addition of microalgae and chia only affects the colour of the product. In the case of the addition of *Chlorella* this tends to the Green and, for the *Spirulina* to a more bluish green. Sensorially, the best valued sausages were those made without microalgae, but with chia since 66% of consumers would be willing to buy them, compared to 51,5% that if they would buy those made with *Chlorella*. Products with microalgae and chia were considered innovative by consumers. And finally, the nutritional values obtained show the possibility of developing a healthy, low-fat emulsified meat product enriched in omega-3, omega-6 and fibre with physicochemical, mechanical and optical properties suitable for optimum acceptance by the consumer.

Keywords: Sausage, chicken, microalgae, chia.

Student: Dña. Lidia Chico Sánchez

Academic tutor: Dña. M.ª Jesús Pagán Moreno

Cotutor: Javier Martínez Monzó

Cotutor colaborador: Purificación García Segovia

Valencia, July 2017

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>iv</b>

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
I.1.	LA CARNE .....	1
I.1.1.	Introducción.....	1
I.1.2.	Producción/consumo de carne.....	1
I.1.3.	Carne de pollo.....	3
I.1.4.	Productos cárnicos .....	5
I.1.4.1.	¿Qué son las emulsiones cárnicas? .....	6
I.1.4.2.	Nuevas tendencias en productos cárnicos.....	8
I.2.	MICROALGAS .....	11
I.2.1.	Definición.....	11
I.2.2.	Características generales.....	11
I.2.3.	Arthrospira platensis .....	14
I.2.4.	Chlorella vulgaris .....	15
I.3.	CHÍA .....	16
II.	OBJETIVOS .....	18
II.1.	JUSTIFICACIÓN.....	18
II.2.	OBJETIVOS .....	18
II.2.1.	Objetivos generales .....	18
II.2.2.	Objetivos específicos .....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
III.1.	PLAN DE TRABAJO .....	19
III.2.	MATERIAS PRIMAS.....	19
III.3.	METODOLOGÍA .....	19
III.3.1.	Proceso de elaboración de las salchichas.....	19
III.3.2.	Métodos analíticos .....	21
III.3.2.1.	Humedad.....	21
III.3.2.2.	Capacidad de retención de agua (CRA).....	21

III.3.2.3. Actividad de agua .....	22
III.3.2.4. pH .....	22
III.3.2.5. Propiedades ópticas .....	22
III.3.2.6. Ensayos mecánicos - Textura .....	22
III.3.2.7. Análisis sensorial .....	24
III.3.3. Análisis estadístico.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
IV.1. Parámetros fisicoquímicos .....	25
IV.2. Propiedades mecánicas .....	27
IV.3. Propiedades ópticas .....	31
IV.4. Análisis sensorial.....	35
IV.5. Valoración nutricional .....	39
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tabla de composición de la carne. (Fuente: Moreiras, Carbajal et al., 2003)... 2	
Figura 2. Esquema de una emulsión cárnica. .... 6	
Figura 3. Métodos para la fabricación de emulsiones cárnicas (fuente: Fischer, 1994). 8	
Figura 4. Aspectos a considerar en el diseño, desarrollo y valoración de productos cárnicos funcionales. (Fuente: Olmedilla-Alonso et al., 2003)..... 10	
Figura 5. Productos sintetizados por microalgas y sus áreas de aplicación. (Fuente: Koller et al., 2014)..... 14	
Figura 6. <i>Arthrospira (Spirulina) platensis</i> . .... 14	
Figura 7. <i>Chlorella vulgaris</i> ..... 15	
Figura 8. Semillas de chía ( <i>Salvia hispánica L.</i> ). .... 16	
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos cárnicos finamente troceados. (Fuente: Barbut, 1999)..... 20	
Figura 10. Gráfica general del análisis del perfil de textura (Fuente: Hleap & Velasco, 2010). .... 23	
Figura 11. Representación de los valores obtenidos en la determinación de humedad. .... 25	
Figura 12. Representación de los valores obtenidos en la determinación de CRA..... 26	
Figura 13. Representación de los valores obtenidos en la determinación de $a_w$ ..... 26	
Figura 14. Representación de los valores obtenidos en la determinación de pH..... 27	
Figura 15. Ejemplo gráfico de un ensayo de fuerza de corte en salchichas..... 28	
Figura 16. Resultado de las salchichas elaboradas en el presente trabajo. F1 (control), F2 ( <i>Spirulina</i> ), F3 ( <i>Chlorella</i> ), F4 ( <i>Chlorella</i> con chía), F5 ( <i>Spirulina</i> con chía) y F6 (Chía). .... 31	
Figura 17. Vista general de la situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color a vs b..... 32	
Figura 18. Detalle de la situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color $a^*$ vs $b^*$ . .... 32	
Figura 19. Situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color L vs C.33	
Figura 20. Representación de la diferencia de color respecto a las comerciales ..... 34	
Figura 21. Representación de las diferencias de color respecto a la F1 (Formulación control). .... 35	
Figura 22. Representación gráfica de los hábitos de consumo de salchichas..... 36	
Figura 23. Representación de los atributos evaluados en el análisis sensorial..... 37	
Figura 24. Representación de los valores obtenidos sobre la innovación de las nuevas formulaciones. .... 38	
Figura 25. Representación del porcentaje de compra de las formulaciones..... 38	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la carne de pollo, vacuno y cerdo (por 100g de porción comestible). (Fuente: Moreiras et al., 2013). .....	5
Tabla 2. Nuevas formulaciones. ....	20
Tabla 3. Resultados obtenidos en el método Warner-Bratzler.....	28
Tabla 4. Resultados obtenidos en el método Texture Profile Analysis.....	29
Tabla 5. Valoración nutricional de las nuevas formulaciones frente a las salchichas comerciales en 100 g. ....	39

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **I.1. LA CARNE**

### **I.1.1. Introducción**

El «buen comer» se puede considerar desde dos puntos de vista distintos: como una necesidad y como un placer. En primer lugar, el hombre necesita alimentarse para mantener su salud y actividad. Con este fin, y dado su carácter de omnívoro, puede utilizar una amplia variedad de alimentos que le proporcionan la energía y todos los nutrientes, en calidad y cantidad suficientes para asegurar un adecuado estado de salud y desarrollo.

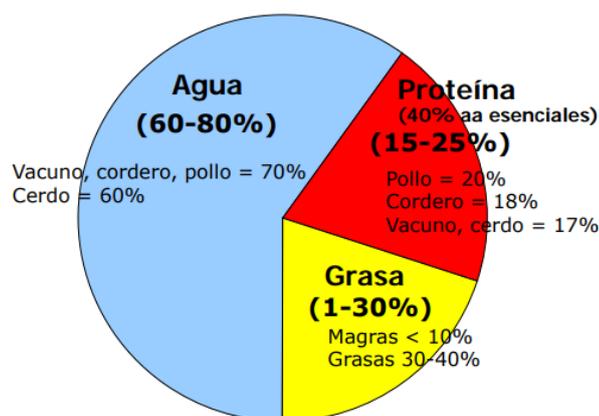
Nuestros hábitos alimentarios actuales son producto de millones de años de evolución. Centrándonos en el consumo de carne a lo largo de la historia, el hombre ha empleado como alimento prácticamente cualquier clase de animal que estuviera a su alcance. Así, en los albores de la civilización, la principal fuente de proteínas animales estaba en la caza y la pesca, circunstancia que cambió de forma muy importante con la domesticación de las especies más útiles para ser empleadas con fines alimenticios. En la actualidad, dentro de la amplia gama de alimentos existentes, los productos de origen animal son altamente apreciados por la mayoría de las comunidades, más o menos desarrolladas.

### **I.1.2. Producción/consumo de carne**

Actualmente, la carne es una parte importante de la dieta en naciones desarrolladas como España donde el consumo medio por persona y año es de 50,13 kilos. De esta cantidad, el 74% corresponde a carne fresca, con una ingesta media de 37,11 kilos, le sigue la carne transformada con una ingesta media de 11,77 kilos por persona y año y, por último, la carne congelada con un consumo per cápita de 1,25 kilos. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

La categoría carne fresca incluye la carne de pollo, carne de ovino/caprino, carne de cerdo, carne de conejo, otras carnes frescas (avestruz, pavo, restos de carne frescas no contempladas anteriormente), despojos de ternera, despojos de pollo, despojos de cordero, despojos de cerdo y despojos de otras procedencias. En términos de volumen, el 37,4% de los kilos de carne fresca consumida en el hogar pertenecen a carne fresca de pollo, el 28,8 % son de carne fresca de cerdo, y el 15,1% son de carne fresca de vacuno. En términos de valor, lidera la categoría la carne fresca de cerdo con el 28,3%, seguida de la carne de pollo con el 25,7%, y por último la carne fresca de vacuno con el 24%. El consumo per cápita de carne fresca durante el año 2016 es de 37,11 kilos por persona y año, manteniéndose estable respecto a 2015. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2016)

La carne juega un papel importante en la dieta por su composición nutricional (Figura 1). Sus principales componentes son agua (60-80%), proteína (16-25%, de alto valor biológico: un 40% de sus aminoácidos son esenciales) y grasa (1-30%), cuyas proporciones pueden ser muy variables dependiendo del animal, edad, sexo, alimentación y zona anatómica analizada (Dorado et al., 1999).



**Figura 1.** Tabla de composición de la carne. (Fuente: Moreiras, Carbajal et al., 2003).

Newsholme & Leech (1987) denominan a las proteínas de procedencia animal “proteínas de primera clase”, por contener cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales.

El papel fisiológico de la proteína de la dieta es el proporcionar aminoácidos imprescindibles para los procesos de mantenimiento, reparación y crecimiento de los tejidos; producción de las proteínas del plasma y creatina muscular; síntesis de enzimas, hormonas, polipéptidos y algunos neurotransmisores; formación de pelo, piel y uñas y síntesis de las proteínas lácteas.

Los requerimientos proteicos de los individuos adultos sanos, cifrados por el National Research Council (NRC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1973), están en torno a 0.8 g/kg de peso y día, siendo esta cantidad superior en situaciones como el embarazo, lactación, y sobretodo, en los periodos de crecimiento. Según estas mismas recomendaciones, las proteínas deben suponer el 10% del total de las calorías de la dieta, aunque hoy día, en los países desarrollados, la cantidad de proteína consumida está por encima del 12% del total de las calorías ingeridas, en donde la proteína animal llega a suponer el 70% del total de la proteína dietaria. El factor fundamental que determina las necesidades proteicas de un organismo es la provisión de aminoácidos que éste no puede producir por sí mismo. Para el hombre, estos aminoácidos esenciales son: lisina, treonina, metionina, fenilalanina, triptófano, valina, leucina e isoleucina. En la infancia también la histidina se considera como esencial (Cho et al., 1984) e, incluso, puede incluirse a la arginina en este grupo, en los casos en los que la funcionalidad hepática esté disminuida, ya que este aminoácido es, en su mayoría, sintetizado en uno de los pasos hepáticos del ciclo de la urea (Heird et al., 1972).

La cantidad y calidad de la grasa puede variar significativamente dependiendo de los factores antes mencionados. Aproximadamente la mitad de la grasa de la carne es saturada. Los AGS predominantes son el ácido palmítico (C16:0) y el esteárico (C18:0; 16-20% del total de ácidos grasos (AG)) y en menor cantidad el mirístico (C14:0) (Bonanome & Grundy, 1988). Entre los insaturados, predominan los monoinsaturados (AGM) (ácido oleico, 40%). También contiene pequeñas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados (AGP), siendo el linoleico (C18:2) el que predomina (0,5-7%), seguido del alfa-linolénico (hasta 0,5%). Las carnes de cerdo y pollo contienen mayor cantidad de AG insaturados que las de vacuno y cordero.

Por otra parte, además de los componentes principales, este grupo de alimentos tiene una gran importancia nutricional porque contribuye significativamente a la ingesta de algunas vitaminas y minerales.

Así, la carne es una excelente fuente de hierro hemo de elevada biodisponibilidad (un 30-60% del hierro de la carne). En general, un 15- 30% del hierro hemo es bien absorbido y esta absorción está menos condicionada por otros factores que la del hierro no hemo. Además, la presencia de carne en una comida puede doblar la cantidad absorbida de hierro de otros alimentos de dicha comida (British Nutrition Foundation, 1999). El papel de la carne en la prevención de la anemia por deficiencia de hierro, una de las deficiencias nutricionales más prevalentes en el mundo, se ha puesto repetidamente de manifiesto. Se ha demostrado la efectividad del consumo de carne en mantener un adecuado estatus en hierro (Gibson & Ashwell, 2003). Una reducción del 50% en la ingesta de carne podría dar lugar a que un tercio de las mujeres tuvieran ingestas bajas de hierro (por debajo de 8 mg/día). También por este motivo es importante considerar seriamente la conveniencia del mensaje general de reducir la ingesta de carne, especialmente en algunos grupos (Higgs, 2000).

La carne es una buena fuente de zinc altamente biodisponible, biodisponibilidad que aumenta también con la calidad de la proteína. Sin un adecuado consumo de carne podrían aparecer deficiencias nutricionales de este mineral (British Nutrition Foundation, 1999).

La carne es fuente significativa de vitaminas del grupo B: tiamina (especialmente la carne de cerdo), riboflavina, niacina y vitaminas B6 y B12. Tienen pequeñas cantidades de vitamina E, ácido pantoténico, folato y biotina. Las vísceras, especialmente el hígado, son una buena fuente de retinol. Tradicionalmente, la carne se ha considerado una fuente poco importante de vitamina D, sin embargo, nuevos análisis muestran que la carne contiene cantidades significativamente mayores que las que antes se manejaban. Además, se absorbe mejor y más rápidamente que la vitamina D. Si el contenido de este metabolito no está incluido en las tablas de composición de alimentos, se puede estar subestimando la ingesta real de vitamina D (Ovesen et al., 2003). De hecho, re-análisis de encuestas inglesas confirman que la carne, en este país, es la principal fuente de vitamina D de origen natural. Así, se ha visto que la carne y derivados aportan un 20% del contenido en vitamina D comparado con el 4% de estudios previos (Gibson & Ashwell, 1997).

### **I.1.3. Carne de pollo.**

España se mantiene como el tercer país de la Unión Europea en producción de carne de pollo con una producción que asciende al 11,6% del total producido en la UE y cuarto productor de carne de ave con una producción del 11,1% del total producido en la UE, quinto en censo y producción de carne de vacuno y en segundo lugar en censo de ovejas y cabras. Dichos resultados constatan la importancia del sector avícola de carne como uno de los principales motores económicos de la ganadería española, con un valor de la producción estimado en 2.333 millones de euros, lo que supone un 5,3% de la Producción Final Agraria. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2014).

El consumo por persona y año fue en 2016 de 13,87 kilogramos, una cantidad un 0,6% mayor que lo ingerido en el año 2015. El perfil de hogar consumidor de carne de pollo es el formado fundamentalmente por familias con hijos, tanto mayores como medianos y pequeños. Son Castilla La Mancha, Comunidad Valenciana y Aragón las comunidades autónomas con mayor consumo relativo de carne fresca de pollo. Por el contrario, las Islas Canarias, Cantabria, Extremadura y País Vasco son las menos propensas al consumo. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

Esta carne es la segunda más consumida en Europa, sobre todo por los habitantes de Inglaterra, Irlanda, Portugal, España y Francia, con un consumo per cápita en torno a los 27 kg,

siendo estos países además los más productores de estas carnes. Italia, España, Portugal, Irlanda, Suecia y Finlandia, además presentan cifras de consumo total muy similares a las de producción, en cambio en Francia, Holanda, Bélgica/Luxemburgo y Dinamarca el consumo está por debajo de la producción por lo que son países exportadores de este tipo de carne. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2003).

Su importancia radica en su condición de alimento básico en la cocina de numerosos grupos de población. Es un alimento de alto valor nutritivo, apetecible, gastronómicamente muy versátil, fácil de preparar y económico. Por ello, es también la segunda carne más consumida, sólo por detrás de la carne de cerdo, y la primera si se considera el consumo en fresco. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2014).

La carne de pollo juega un papel importante en la dieta, debido a que se trata de un alimento con una alta densidad de nutrientes y baja densidad energética y no sólo son de especial relevancia en la dieta de la población en general, sino también y especialmente en algunos grupos como ancianos, adolescentes, gestantes, personas que realizan dietas hipocalóricas, etc. (Castaneda et al., 1995a y 1995b; Campbell et al., 1999; Barker, 2003).

En España, las recomendaciones actuales indican que la frecuencia de consumo de carnes magras y aves debe ser de 3 a 4 veces por semana (1 ración equivale a 100-125 g) (Dapcich et al., 2004).

Los principales componentes de la carne de pollo son: agua (70-75%), proteína (20-22%) y grasa (3-10%), cuyas proporciones pueden ser variables dependiendo de la zona anatómica analizada (Dorado et al., 1999; Moreiras et al., 2005). También posee cantidades apreciables de minerales y vitaminas: hierro hemo y cinc de alta biodisponibilidad; tiamina, niacina, retinol y vitaminas B6 y B12, cobre, magnesio, selenio, cobalto, fósforo, cromo y níquel (Chizzolini et al., 1999). La carne de pollo es una buena fuente, en cantidad y en calidad, de proteína, con cantidades equivalentes al del resto de las carnes (20-22%). Como media, un 40% de los aminoácidos de la carne son esenciales, por lo que, gracias a este perfil, la proteína de la carne puede considerarse de alto valor biológico (Pinto & Carbajal, 2003).

La cantidad de grasa en la carne de pollo puede variar significativamente dependiendo de la parte consumida, pero es realmente pequeña en las partes magras: 2,8 g (por 100 g de alimento) en la pechuga y una media de 9,7 g/100g cuando se trata del animal entero. La mayor parte se encuentra en la piel que puede llegar a tener hasta unos 48 g de grasa/100 g. Por este motivo, la mayor parte de los países desarrollados incluyen en sus recomendaciones dietéticas el consumo de pollo como una alternativa al de carnes más grasas (Dapcich et al., 2004). Más de la mitad de la grasa de la carne de pollo es insaturada y de ésta la mayor parte es monoinsaturada, principalmente ácido oleico (C18:1). El contenido de AGM y AGP es mayor que en el resto de las carnes. Entre los AGP, el pollo aporta cantidades apreciables de linoleico (C18:2 n-6) y alfa-linolénico (C18:3 n-3) (Valsta et al., 2005), ambos esenciales, pues el hombre no los puede sintetizar y deben ser aportados por los alimentos (Bonanome & Grundy, 1988). Tanto el contenido como la calidad de la grasa pueden variar en función de la alimentación del animal y esto se ha aprovechado con éxito para modificar el perfil de ácidos grasos de animales monogástricos como las aves (Valsta et al., 2005).

Es también fuente de hierro y cinc de alta biodisponibilidad, aunque en menor cantidad que las carnes rojas, pero de gran importancia si se compara con alimentos de origen vegetal y si se tienen en cuenta las actuales recomendaciones que limitan el consumo de carnes rojas, también fuente de hierro hemo (Dapcich et al., 2004).

Además, aporta vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, niacina y vitamina B6), aunque el contenido de vitamina B12 es menor que el de otras carnes y sólo tiene pequeñas cantidades de vitamina E, ácido pantoténico, folato y biotina.

En la tabla 1 se muestra la composición nutricional de la carne de pollo, en comparación con la carne de vacuno y cerdo.

**Tabla 1.** Composición nutricional de la carne de pollo, vacuno y cerdo (por 100g de porción comestible).  
(Fuente: Moreiras et al., 2013).

	POLLO <sup>(1)</sup>	VACUNO <sup>(2)</sup>	PORCINO <sup>(2)</sup>
ENERGÍA (KCAL)	112	131	155
PROTEÍNAS (G)	21,8	20,7	20
LÍPIDOS TOTALES (G)	2,8	5,4	8,3
ÁCIDOS GRASOS SATURADOS (G) (AGS)	0,93	2,22	3,21
ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS (G) (AGM)	1,26	2,51	3,62
ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (G) (AGP)	0,42	0,21	0,63
C18:2 LINOLEICO Ω-6 (G)	0,357	0,64	0,559
C18:3 LINOLÉNICO Ω-3 (G)	0,018	0,099	0,068
COLESTEROL (MG/1000 KCAL)	69	59	69
AGP/AGS	0,45	0,1	0,2
(AGP+AGM)/AGS	1,81	1,23	1,32
HIDRATOS DE CARBONO (G)	Tr	Tr	Tr
FIBRA (G)	0	0	0
AGUA (G)	75,4	73,9	71,7
CALCIO (MG)	14	8	8
HIERRO (MG)	1	2,1	1,5
MAGNESIO (MG)	23	18	22
ZINC (MG)	0,7	3,8	2,5
SODIO (MG)	81	6,1	76
POTASIO (MG)	320	350	370
TIAMINA (MG)	0,1	0,06	0,089
RIBOFLAVINA (MG)	0,15	0,22	0,2
EQUIVALENTES NIACINA (MG)	14	8,1	8,7
VITAMINA B <sub>6</sub> (MG)	0,42	0,32	0,45
ÁCIDO FÓLICO (μG)	12	8	5
VITAMINA B <sub>12</sub> (μG)	Tr	2	3
VITAMINA D (μG)	Tr	Tr	Tr
VITAMINA E (MG)	0,1	0,15	0

(1) Filetes de pollo, (2) carne magra.

#### 1.1.4. Productos cárnicos

A lo largo del tiempo se han ido desarrollando en todo el mundo una enorme variedad de productos cárnicos elaborados o semielaborados con diferentes características sensoriales y diferente valor nutricional. En algunas regiones existen cientos de productos cárnicos distintos, con nombres y sabores diferentes (FAO, 2015).

La siguiente norma de calidad de derivados cárnicos, que se aprueba mediante el Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, establece la caracterización de los derivados cárnicos en función del tratamiento a los que han sido sometidos.

##### **Productos cárnicos tratados por el calor**

Se entiende por derivados cárnicos tratados por el calor aquellos que son elaborados con carne, a la que se le puede añadir sangre, grasa o menudencias, que se han sometido en su fabricación a un tratamiento térmico suficiente para alcanzar, en su parte interna, una

coagulación parcial o total de sus proteínas. Adicionalmente pueden ser sometidos a tratamientos de ahumado y maduración.

Según el tratamiento térmico utilizado en su elaboración, los derivados cárnicos tratados por el calor pueden ser:

- a. Derivados cárnicos esterilizados
- b. Derivados cárnicos pasteurizados
- c. Derivados cárnicos con tratamiento térmico incompleto

#### ***Productos cárnicos no tratados por el calor***

Se entiende por derivados cárnicos no tratados por el calor aquellos que son elaborados con carnes o carnes y grasa, así como otros productos alimenticios, en cuya fabricación no han sufrido ningún tratamiento o bien, han sido sometidos a un proceso de curado-maduración, acompañado o no de fermentación, de oreo, de marinado-adobado u otro proceso tecnológico no térmico, suficiente para conferirles las características organolépticas propias.

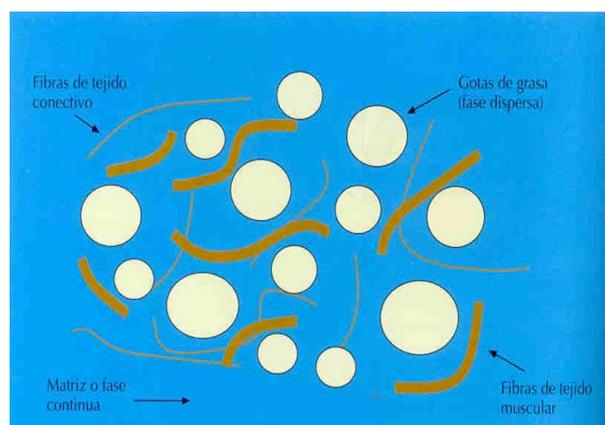
Teniendo en cuenta las diferentes técnicas que pueden ser utilizadas para su elaboración, los derivados cárnicos no tratados por el calor pueden ser:

- a. Derivados cárnicos curado-madurado
- b. Derivados cárnicos oreados
- c. Derivados cárnicos marinado-adobados
- d. Derivados cárnicos salmuerizados
- e. Derivados cárnicos no sometidos a tratamiento

#### **I.1.4.1. ¿Qué son las emulsiones cárnicas?**

Las emulsiones cárnicas o también denominadas pastas finas, son productos cárnicos de picado fino fabricados con carne, grasa, despojos (a veces), etc. Éstas se pueden elaborar en frío o en caliente. Los productos elaborados en frío, como las salchichas o la mortadela, presentan una textura firme y pueden lonchearse, mientras que los productos en caliente como el paté de hígado, son untables.

Estructuralmente (Figura 2), esta emulsión consiste en una matriz de músculo y fibras del tejido conectivo suspendido en un medio acuoso que contiene proteínas solubles y partículas de grasa (Forrest et al, 1975), actuando como agentes emulsificantes las proteínas cárnicas principalmente.



**Figura 2.** Esquema de una emulsión cárnica.

De los tres grupos de proteínas que se encuentran en el músculo, tanto las proteínas miofibrilares como las sarcoplasmáticas pueden llevar a cabo esta emulsificación. Las proteínas sarcoplasmáticas contribuyen a la ligazón de la masa en alguna medida, que depende de factores como la fuerza iónica del medio y de la presencia y concentración de otras proteínas cárnicas. Las proteínas miofibrilares, fundamentalmente la miosina (no unida a la actina), por sus características afifílicas se colocan alrededor de las gotas de grasa y son absorbidas en la interfase agua/grasa de manera preferencial; actuando como puente de unión entre el agua y la grasa y formando en la superficie de la gota de grasa una matriz proteica o película dotada de viscoelasticidad que le confiere una resistencia mecánica relacionada directamente con la concentración de proteína por unidad de área. Las proteínas solo pueden actuar una vez como agente emulsionante, de modo que, si la interfase se rompe durante alguna de las fases del proceso, se requiere una nueva proteína para formar la emulsión.

Otro componente fundamental en la formación de una emulsión cárnica, y que en este caso constituye la fase dispersa es la grasa. La grasa que se adiciona debe subdividirse de forma que las partículas sean suficientemente pequeñas para que la emulsión sea más estable. No obstante, hay que tener en cuenta que cuanto menos sea el tamaño de la partícula de grasa, mayor será la cantidad de proteína requerida.

Además de la grasa, los factores de los que depende la estabilidad de una emulsión cárnica son la temperatura, el pH, el estado y tratamiento de la carne después del sacrificio, el premezclado y la viscosidad de la emulsión.

En la práctica, existen 3 métodos diferentes para preparar en la cutter la pasta para la fabricación de emulsiones cárnicas (Figura 3). Éstos solo se diferencian en el orden en que se van incorporando los ingredientes.

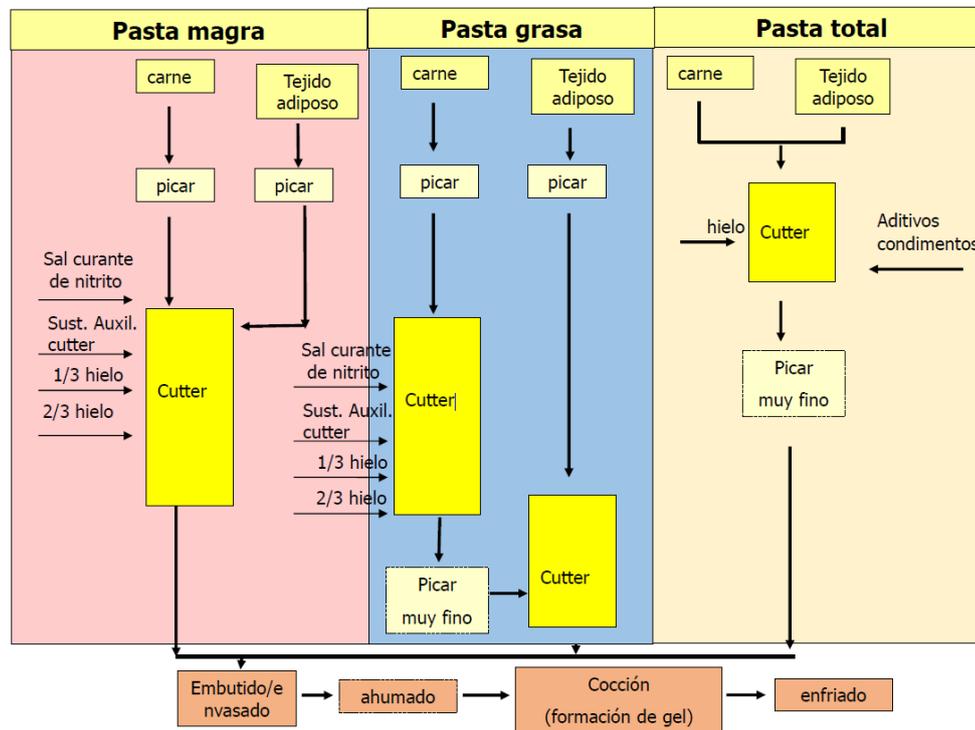
El primer método (**pasta magra**) consiste en el picado de la carne y la grasa por separado antes de someterlas a la acción de una cutter de bajo rendimiento donde, para obtener un grado de finura y un producto en el que no se produzca la separación de la grasa y gelatina, es imprescindible picar previamente la carne y la grasa. Tras el picado, la carne se somete a unas cuantas vueltas en la cutter, para a continuación añadir la sal y alrededor de una tercera parte de hielo progresivamente. Este procedimiento garantiza un desmenuzamiento intenso. La destrucción de las vainas de los sarcolemas favorece la solubilidad y capacidad de inbibición de la proteína muscular. Sólo cuando se haya producido la captación total de hielo o agua y la pasta magra aparezca “trabada”, procede añadir el tejido adiposo, el cual debe estar en estado algo plástico para formar una emulsión estable. Durante el proceso de picado, la temperatura no debe sobrepasar los 15°C. Por ese motivo, para evitar el incremento de la temperatura y así evitar una desnaturalización de las proteínas solubles, se añade hielo. En esta fase y antes de añadir la grasa se añaden especias, condimentos, y los aditivos necesarios para la fabricación del producto.

En el segundo procedimiento (**pasta grasa**) la carne y la grasa se someten inicialmente por separado a la acción del cutter. La pasta conseguida con la carne y el hielo se puede pasar por una máquina de picado muy fino y se va añadiendo poco a poco al tejido graso triturado hasta textura “cremosa”. Esto ejerce una acción óptima sobre la distribución de la grasa y la emulsión. Este procedimiento se considera, en algunos países, como una técnica óptima para la fabricación de algunos productos (salchichas blancas), ya que proporcionan un color más pálido y una consistencia más suelta que los otros métodos.

En el último método, el método de la **pasta total**, la totalidad de los ingredientes y todos los aditivos previstos se someten juntos a la acción de un cutter de alto rendimiento y en vacío.

Emplear una cutter en vacío es el método más adecuado, puesto que no es necesario producir y anular el vacío al añadir cada una de las materias primas. Este método tiene el inconveniente de que la presencia de la totalidad de agua y de la grasa perjudica la apertura mecánica del tejido muscular, además en este caso se dispone de menos sales que en los métodos anteriores para solubilizar la proteína muscular, lo que influye negativamente en la estabilidad de la emulsión.

Una vez formada la emulsión, la pasta preparada debe embutirse en las tripas y sometida a tratamiento térmico tan pronto como sea posible.



**Figura 3.** Métodos para la fabricación de emulsiones cárnicas (fuente: Fischer, 1994).

#### I.1.4.2. Nuevas tendencias en productos cárnicos

Los alimentos funcionales son alimentos o componentes alimenticios cuyo consumo además de una nutrición básica, genera beneficios para la salud y/o reduce el riesgo de enfermedad. Un alimento o componente alimenticio funcional puede ser un macronutriente con un efecto fisiológico específico o un micronutriente esencial, pero también puede ser un componente alimenticio que, aunque no tenga un alto valor nutritivo o no sea esencial, su consumo logre la modulación de alguna función en el organismo que reduzca el riesgo de enfermedad, como es el caso de la fibra y algunos microorganismos viables (Roberfroid, 2000).

En la obtención de un alimento funcional se partirá de un alimento tradicional en el que cabrán cuatro posibilidades o mezclas de las cuatro:

1. Eliminación de un componente con efectos fisiológicos negativos
2. Aumento de la concentración de un componente con efectos fisiológicos beneficiosos.
3. Adición de un componente con efectos fisiológicos beneficiosos
4. Sustitución parcial de un ingrediente con efectos negativos por otro con efectos fisiológicos beneficiosos.

Desde el punto de vista nutricional, la carne y productos cárnicos son elementos esenciales de la dieta que concentran y proporcionan un gran número de nutrientes (proteína, grasa, vitaminas, minerales). Tradicionalmente, la carne ha sido un alimento de gran valor nutricional muy apreciado, cuyo consumo está relacionado con buena salud y prosperidad. Sin embargo, la situación ha cambiado en los últimos años, debido entre otras razones, a las asociaciones entre la carne y sus derivados o varios de sus constituyentes y el riesgo de algunas de las enfermedades más importantes de la sociedad (cardiovasculares, cáncer, hipertensión y obesidad). Por lo tanto, no cabe duda de que el sector cárnico puede realizar diversos esfuerzos para modificar su composición y poner a disposición del consumidor productos más saludables. Aunque la inmensa mayoría de las sustancias fisiológicamente activas identificadas proceden de las plantas, algunas también pueden ser localizadas en la carne y sus derivados. Al margen de que varias de ellas están presentes de manera natural, en muchos casos, cabe la posibilidad de modificar su composición a conveniencia la composición de estos alimentos alterando el contenido de algunos compuestos (de origen tanto endógeno como exógeno) debido a sus efectos potenciales (beneficiosos o no) sobre el organismo (Jiménez Colmenero, 2004).

Como todo alimento funcional, un cárnico funcional será aquel que:

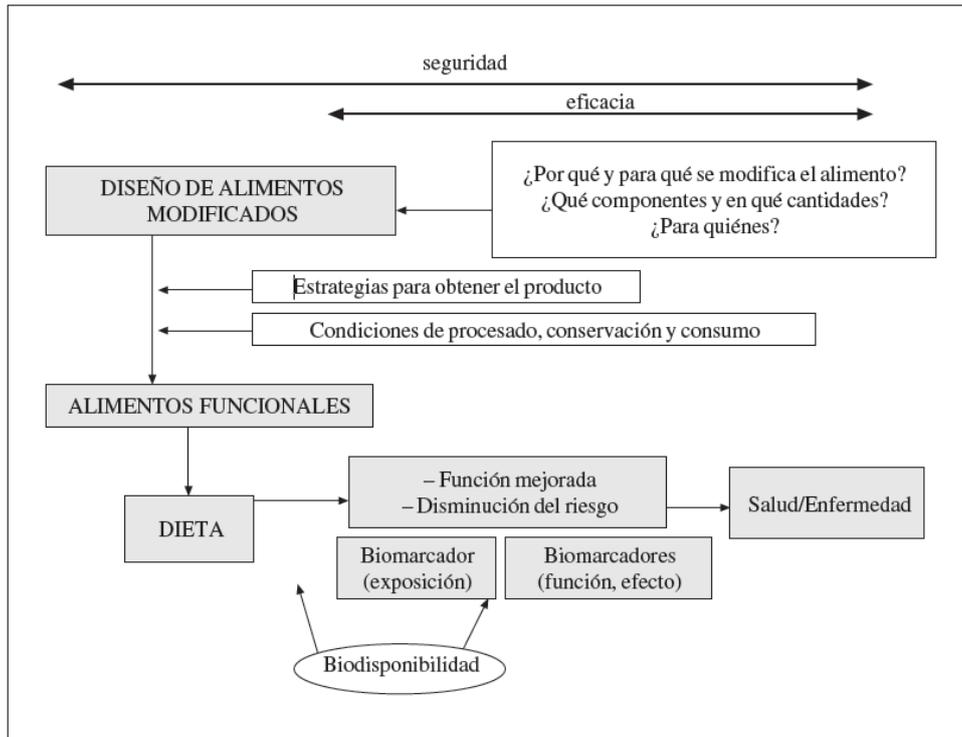
1. Mejore la dieta y la salud
2. Sus beneficios nutricionales y saludables o de sus ingredientes específicos se fundamenten en una base científica sólida
3. La cantidad apropiada de ingesta diaria esté establecida por expertos
4. No resulte nocivo si se ingiere por encima de la ingesta aconsejada
5. El ingrediente funcional que contenga deba estar caracterizada por:
  - a. Sus propiedades físicas y químicas valoradas a través de métodos analíticos detallados
  - b. Su presencia cualitativa y cuantitativa en el cárnico
6. El ingrediente no reduzca su valor nutritivo
7. Deba ser administrado como tal, de una manera convencional, nunca en forma de tabletas, cápsulas o polvos
8. El ingrediente funcional deba ser un producto natural

Las estrategias aplicables que pretenden optimizar cuali y/o cuantitativamente la composición de la carne y sus derivados, se basan en distintos tipos de actuaciones (Jiménez Colmenero et al., 2001):

- a. A nivel de producción animal (genéticas y nutricionales)
- b. Asociadas a procesos de selección de materias primas (cárnicas y no cárnicas), a los sistemas de transformación (formulación y procesado) y a las condiciones de conservación y consumo (Jiménez Colmenero et al., 2001).

Además de aspectos cuantitativos y cualitativos de la composición de los productos cárnicos resultante de una formulación específica, las condiciones de procesado, conservación y consumo pueden afectar de distinta manera el contenido, formación y/o biodisponibilidad de algunos compuestos y en consecuencia (limitar o favorecer) su efecto funcional (Jiménez Colmenero, 2004).

Los aspectos más importantes en el diseño, desarrollo y valoración del efecto del consumo de alimentos funcionales en general, y de cárnicos en particular, están esquematizados en la Figura 4.



**Figura 4.** Aspectos a considerar en el diseño, desarrollo y valoración de productos cárnicos funcionales. (Fuente: Olmedilla-Alonso et al., 2003).

## **I.2. MICROALGAS**

### **I.2.1. Definición**

Las microalgas son organismos uni o pluri - celulares que se encuentran tanto en ambientes marinos como de agua dulce y tienen clorofila  $\alpha$  (pigmento orgánico capaz de absorber y transformar energía de la luz solar) y otros pigmentos fotosintéticos capaces de realizar la fotosíntesis. Sin embargo, a pesar de que su mecanismo fotosintético es similar al de las plantas superiores, estos microorganismos son más eficientes a la hora de convertir la energía solar en biomasa por una doble razón: su estructura celular es más sencilla y, además, se encuentran en un medio acuoso, conformando toda su superficie como un área de intercambio de nutrientes y CO<sub>2</sub> (De la Jara Valido et al., 2013).

Estos organismos microscópicos se pueden cultivar bajo determinadas condiciones ambientales controladas, como la temperatura, salinidad, luz o nutrientes, que pueden estimular o inhibir la biosíntesis y la acumulación de bioactivos en gran cantidad. La posibilidad no solo de cosechar microalgas, sino también de cultivarlas en condiciones diferentes, permite su uso como reactores naturales a gran escala (Plaza et al., 2009).

El uso de microalgas por las poblaciones indígenas se llevó a cabo durante siglos, sin embargo, el cultivo de microalgas sólo tiene unas pocas décadas de antigüedad (Borowitzka, 1999). Entre las 30000 especies que existen (Chaumont, 1993; Radmer & Parker, 1994), sólo unos pocos miles de cepas se mantienen, unas cientos especies son investigadas por su contenido químico y sólo un puñado se cultivan en cantidades industriales (Olaizola, 2003).

Algunas especies de microalgas, como *Chlorella* y *Spirulina*, han sido utilizadas durante muchos siglos como un alimento denso en nutrientes en Asia, África y México. Sin embargo, la producción comercial de microalgas solo comenzó a principios del año 1960 en Japón. Actualmente, se comercializan principalmente como suplementos alimenticios, vendidos en forma de comprimidos, cápsulas o líquidos. Además, hay un creciente mercado de productos alimenticios con adición de microalgas tales como pastas, galletas, pan, bocadillos, barras de caramelo o gomas, yogures, mezclas de bebidas, refrescos, etc., ya sea como suplemento nutritivo, o como fuente de colorante natural de alimentos (Becker, 2004). En algunos países como Alemania, Francia, Japón, Estados Unidos, China o Tailandia, las empresas de producción y distribución de alimentos ya comenzaron actividades serias para comercializar alimentos funcionales de microalgas (Pulz & Gross, 2004). Sin embargo, la explotación de recursos de microalgas para la nutrición humana se restringe a muy pocas especies debido a las estrictas regulaciones de seguridad, factores comerciales y demanda del mercado y preparación. (Pulz & Gross, 2004).

### **I.2.2. Características generales**

Las microalgas son un enorme recurso biológico, representando una de las fuentes más prometedoras para nuevos productos y aplicaciones (Pulz & Gross, 2004). Son capaces de biosintetizar, metabolizar, acumular y secretar una gran diversidad de metabolitos primarios y secundarios, muchos de los cuales son sustancias valiosas con aplicaciones en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética (Yamaguchi, 1997)

En cuanto a la aplicación en las industrias alimentarias, las microalgas pueden utilizarse para mejorar el valor nutricional de los productos alimenticios, debido a su composición química bien equilibrada, así como a una fuente de moléculas altamente valiosas, tales como ácidos

grasos poliinsaturados, pigmentos, esteroides, vitaminas, hidrocoloides y otras sustancias biológicamente activas.

- **Pigmentos:** Una de las características más obvias y sorprendentes de las algas es su color. Aparte de las clorofilas, como el pigmento fotosintético primario, las microalgas también forman diversos pigmentos accesorios o secundarios, tales como ficobiliproteínas (que incluyen la ficocianina y la ficoeritrina) y un amplio grupo de carotenoides (donde destacan el betacaroteno y la astaxantina). Estos pigmentos naturales son capaces de mejorar la eficiencia de la energía luminosa, la utilización de las algas y protegerlas contra la radiación solar y los efectos relacionados. Su función como antioxidantes en la planta muestra interesantes similitudes con su papel potencial como antioxidantes en alimentos y seres humanos (Van den Berg et al., 2000). Por lo tanto, las microalgas son reconocidas como una excelente fuente de colorantes naturales y nutraceuticos y se espera superarán los sintéticos, así como otras fuentes naturales debido a su sostenibilidad de producción y naturaleza renovable (Dufossé et al., 2005).
- **Proteínas:** el elevado contenido de proteína de las microalgas las convierte en una fuente no convencional de este macronutriente. La mayoría de las microalgas contienen aminoácidos esenciales que no pueden ser sintetizados por la célula animal (como lisina, metionina, triptófano, treonina, valina, histidina e isoleucina) y su contenido es comparable con el del huevo o la soja (Becker, 2007).
- **Ácidos grasos:** las microalgas son fuente de ácidos grasos, especialmente de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como el linoléico, el ácido araquidónico (ARA), el eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) (Borowitzka, 1988; Ratledge, 2010). Estos ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga no pueden ser sintetizados por plantas y animales superiores, de ahí la importancia de incluir las microalgas en nuestra dieta diaria. Entre todos los ácidos grasos de las microalgas, algunos ácidos grasos de las familias  $\omega 3$  y  $\omega 6$  son de particular interés, en especial los omega -3, sobretodo DHA, que son esenciales en la nutrición infantil, siendo importante en la construcción bloqueos en el desarrollo del cerebro, desarrollo de la retina y en curso visual, cognitivo, así como importantes ácidos grasos en la leche materna humana (Crawford, 2000; Ghys et al., 2002; Wroble et al., 2002; Arteburn et al., 2007). El consumo de ácidos grasos de cadena larga n-3 se ha asociado con la regulación de la producción de eicosanoides (prostaglandinas, prostacilinas, tromboxanos y leucotrienos) que son sustancias biológicamente activas que influyen en diversas funciones en las células Y tejidos (por ejemplo, procesos inflamatorios) que son importantes en la profilaxis y terapia de enfermedades crónicas y degenerativas, incluida la reducción del colesterol en sangre, la protección enfermedades cardiovasculares, enfermedades coronarias, aterosclerosis, diabetes, hipertensión, reumatoide artritis, reumatismo, enfermedades de la piel, enfermedades digestivas y metabólicas, así como cáncer (Bønaa et al., 1990; Simopoulos, 2002; Sidhu, 2003; Thies et al., 2003). Otro papel importante Se atribuye a la regulación de la expresión génica, así como el colesterol y el ayuno triacilglicerol (TAG) disminuye (Calder, 2004).
- **Hidratos de carbono:** Los polisacáridos son ampliamente utilizados en la industria alimentaria principalmente como gelificantes y / o agentes espesantes. Muchos polisacáridos comercialmente usados como agar, alginatos y los carragenanos se extraen de las macroalgas (por ejemplo, Laminaria, Gracilaria, Macrocystis) (Borowitzka, 1988). Sin embargo, la mayoría de las microalgas producen polisacáridos y podrían tener aplicaciones industriales y comerciales, considerando las rápidas tasas de crecimiento y la posibilidad de controlar las condiciones ambientales que regulan su crecimiento. Polisacáridos de algas

sulfatadas presentan también propiedades farmacológicas que estimulan el sistema inmune humano (Pulz & Gross, 2004).

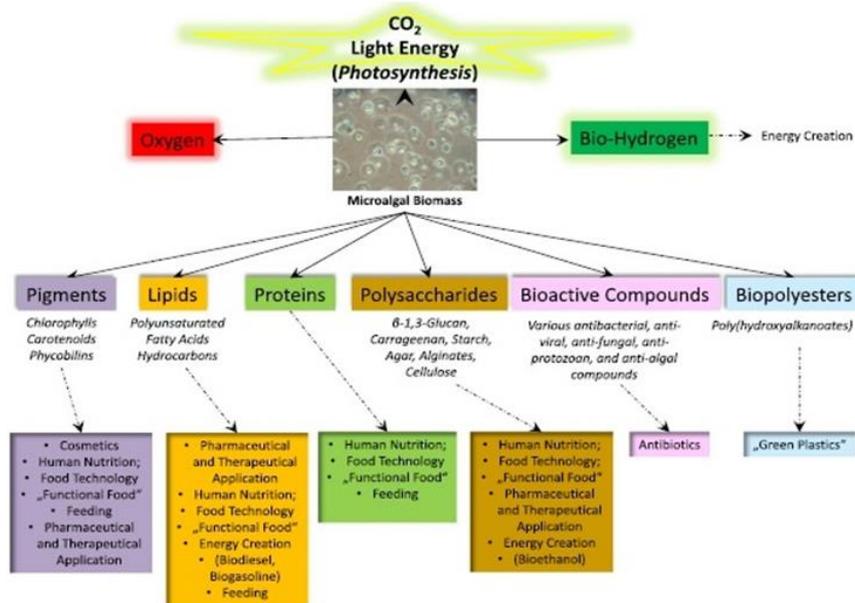
- La biomasa de microalgas representa una fuente valiosa de casi todas las vitaminas esenciales (por ejemplo, A, B1, B2, B6, B12, C, E, nicotinato, ácido fólico de biotina y ácido pantoténico) y un contenido mineral equilibrado (por ejemplo, Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn y minerales traza) (Becker, 2004). Los altos niveles de vitamina B12 y hierro en algunas microalgas, como *Spirulina*, los hace particularmente adecuados como suplementos nutricionales para los vegetarianos. El contenido vitamínico de un alga depende del genotipo, la etapa del ciclo de crecimiento, el estado nutricional del alga, la intensidad de la luz (tasa fotosintética). El contenido de vitaminas es, por lo tanto, susceptible de manipulación variando las condiciones de cultivo, así como por selección de cepa o ingeniería genética. Sin embargo, el contenido celular de vitaminas fluctúa con factores ambientales, el tratamiento de cosecha y los métodos de secado de biomasa (Borowitzka, 1988; Brown et al., 1999).

Además de su uso en la nutrición humana, las microalgas pueden ser incorporadas a la alimentación para una gran variedad de animales que van desde peces (acuicultura) hasta mascotas y animales de granja. De hecho, el 30% de la producción mundial de algas se vende para aplicaciones de piensos. Las algas afectan positivamente a la fisiología mediante una respuesta inmune mejorada, lo que influye en el crecimiento, resistencia a enfermedades, acción antiviral y antibacteriana, mejora de la función intestinal etc. (Harel & Clayton, 2004) y su apariencia externa (resultando en piel sana y una capa brillante) (Certik & Shimizu, 1999).

Los extractos de microalgas, siendo las principales *Arthrospira* y *Chlorella*, pueden ser incorporados en los cosméticos principalmente en productos de cuidado de la cara y de la piel (Spolaore et al., 2006).

Y, por último, la producción de microalgas es un importante mecanismo natural para reducir el exceso de CO<sub>2</sub> atmosférico mediante biofixación y reciclaje de C fijo en los productos, garantizando un menor efecto invernadero, reduciendo el calentamiento global y los cambios climáticos. También, el cultivo de microalgas, pueden eliminar con eficacia los nutrientes (o contaminantes) como por ejemplo el nitrógeno o el fósforo del agua. Los sistemas de microalgas para aplicaciones ambientales y de producción dirigidas por la luz del sol pueden contribuir al desarrollo sostenible y a una mejor gestión de los recursos naturales. Y, últimamente, las microalgas se han visto con un gran potencial como materia prima sostenible para la producción de biodiesel en sustitución de los cultivos hortícolas (Campbell, 1997) y producción de hidrógeno (Dutta et al., 2005).

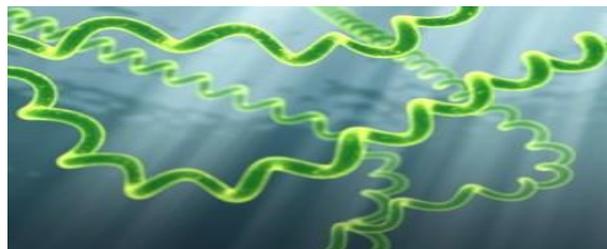
La Figura 5 proporciona una descripción esquemática de productos, obtenidos a partir de microalgas, potenciales tales como lípidos, pigmentos, biomasa, carbohidratos, biopolíéster, oxígeno molecular o biohidrógeno. En adicción, se indican las áreas de aplicación final de los productos, como la agricultura, la generación de portadores de energía verde y los fines farmacéuticos y nutricionales.



**Figura 5.** Productos sintetizados por microalgas y sus áreas de aplicación. (Fuente: Koller et al., 2014).

### 1.2.3. *Arthrospira platensis*

*Arthrospira (Spirulina) platensis* es una antigua cianobacteria filamentososa microscópica (procariótica) que pertenece a la clase Oscillatoria (Figura 6). Se clasifica como una microalga (alga azul-verde) debido a su contenido de clorofila a y la capacidad de hacer la fotosíntesis (fotoautotrófica). La *Spirulina* crece profundamente en ciertos lagos alcalinos de México y África, formando floraciones masivas, y ha sido utilizada como alimento por las poblaciones locales desde la antigüedad (Yamaguchi, 1997).



**Figura 6.** *Arthrospira (Spirulina) platensis*.

Es ampliamente producido alrededor del mundo (3000 toneladas/año) y ampliamente utilizado en alimentos y suplementos alimenticios, debido a su alto contenido en proteínas y su excelente valor nutritivo, como el alto nivel de ácido linolénico (Ötles & Pire, 2001, Shimamatsu, 2004).

Como hemos mencionado anteriormente, la biomasa de la *Spirulina* se utiliza como complemento alimenticio en la dieta humana por su alto contenido en proteínas y bajo (aproximadamente un 4%) en ácidos nucleicos. Esta microalga presenta un contenido de proteínas de hasta un 70% de peso seco. Su composición de aminoácidos tiene un gran interés, no sólo porque *S. platensis* posee todos los aminoácidos esenciales, sino también porque estos aminoácidos tienen una gran biodisponibilidad. Además, uno de los principales compuestos de *S. platensis* es la ficobiliproteína. Los carbohidratos constituyen aproximadamente el 15% de la

materia seca siendo polisacáridos los principales. Entre las formas monoméricas, se encuentran preferentemente glucosa, galactosa, ribosa y manosa. Por otra parte, su fracción lipídica representa aproximadamente el 5% de su peso seco. Además, presenta un elevado contenido en algunas vitaminas (fundamentalmente del grupo B: B12, B1, B2 y B3) y minerales (principalmente hierro). Otros productos que contiene esta especie son  $\beta$ -caroteno, que ingerida en la dieta se utilizaría como precursor de la vitamina A, y ácidos grasos insaturados esenciales como ácido linoleico (Richmond 1986,1990).

Además, esta microalga tiene posibles efectos promotores de la salud: el alivio de la hiperlipidemia, la supresión de la hipertensión, la protección contra la insuficiencia renal, la promoción del crecimiento de *Lactobacillus* intestinal, la supresión del nivel de glucosa en suero elevado (Spolaore et al., 2006), el efecto anticancerígeno y propiedades hipocolesterolémicas (Reinehr & Costa, 2006).

La *Spirulina* es también la principal fuente de ficocianina natural, utilizada como colorante natural de alimentos y cosméticos (color azul) y como trazador bioquímico en inmunoensayos, entre otros usos (Kato 1994; Ötles & Pire, 2001; Shimamatsu, 2004).

#### 1.2.4. *Chlorella vulgaris*

*Chlorella vulgaris* (Figura 7), conocida como una de las primeras formas de vida, fue la primera microalga que se aisló como cultivo puro, por Beijernick en 1890. Se ha utilizado como una medicina alternativa en el Lejano Oriente desde tiempos antiguos y es conocido como un alimento tradicional en el Oriente. Es ampliamente producido y comercializado como suplemento alimenticio en muchos países como China, Japón, Europa y EE.UU., a pesar de no poseer el estatus de GRAS (Generally recognized as safe), estimándose una producción total de alrededor de 2000 ton / año en los años noventa (Lee, 1997).

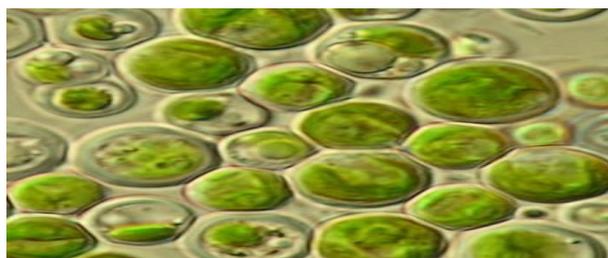


Figura 7. *Chlorella vulgaris*.

La *Chlorella* se considera como una fuente potencial de un amplio espectro de nutrientes (por ejemplo, carotenoides, vitaminas o minerales) utilizada en el mercado de alimentos saludables, así como para la alimentación animal y acuicultura. Esta microalga contiene muchos antioxidantes dietéticos que podrían ser responsables de algunas de las actividades funcionales, entre ellos luteína, R-caroteno,  $\beta$ -caroteno, ácido ascórbico y R-tocoferol, compuestos con la capacidad de eliminar los radicales libres. En cuanto a su composición lipídica, según Mendes et al., los ácidos oleico, palmítico y linoléico son los principales constituyentes de la fracción de glicéridos y ácidos grasos, representando respectivamente 41, 22 y 9% de la cantidad total. Los polisacáridos también se han identificado en *Chlorella*, representados principalmente por polisacáridos solubles en agua que contenían galactosa, manosa, arabinosa, xilosa, ribosa, fucosa y rhamina. Aquellos polisacáridos de algas purificados, tales como agar y carragenano, se usan ampliamente en la industria, y, las actividades biológicas de algunas especies de algas (antioxidantes, antitumorales,

antihiperlipidémicas y anticoagulantes) se han asociado con polisacáridos, que han sido purificados y desarrollados como una nueva generación de fármacos. Además, pruebas toxicológicas, revelaron la ausencia de efectos tóxicos en esta microalga (Bandarra et al., in press).

Además, es importante como un factor promotor de la salud en muchos tipos de trastornos como úlceras gástricas, heridas, estreñimiento, anemia, hipertensión, diabetes, desnutrición infantil y neurosis (Yamaguchi, 1997). También se atribuye una acción preventiva contra la aterosclerosis y el hipercolesterolemia por glicolípidos y fosfolípidos, y acciones antitumorales por glicoproteínas, péptidos y nucleótidos (Yamaguchi, 1997). Sin embargo, la sustancia más importante en *Chlorella* parece ser un beta-1,3-glucano, que es un inmunoestimulador activo, un depurador de radicales libres y un reductor de lípidos en la sangre (Spolaore et al., 2006).

### 1.3. CHÍA

La chía (*Salvia hispánica L.*) (Figura 8), una planta herbácea y anual, es una planta nativa del centro de México y norte de Guatemala que pertenece a la familia Lamiaceae (Ayerza, 2010).

Antiguamente, fue uno de los cultivos principales de las sociedades precolombinas de la región, considerándolo durante mucho tiempo un alimento básico en su dieta. Sin embargo, con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido. Fue a finales del siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se les puede considerar una buena fuente de fibra dietaria, proteína y antioxidantes (Bushway y Belya, 1981)



**Figura 8.** Semillas de chía (*Salvia hispánica L.*).

En los últimos años, las semillas de chía han sido consideradas un producto nutricional de nuevo desarrollo (Morales et al., 2012) y, por ello, han sido incluidas en la dieta humana debido a los beneficios para la salud asociados con su composición.

Las semillas contienen de un 25% a un 40% de aceite, de los cuales el 60% corresponde al ácido linolénico (Omega-3, precursor de los ácidos grasos DHA ácido docohexanoico y EPA o ácido eicosapentanoico) y el 20% al ácido linoleico (Omega-6). Por ello, se dice que las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de omega-3 (Ayerza, 2009), el cual aporta múltiples beneficios para la salud, disminución del riesgo cardiovascular, prevención de enfermedades del sistema nervioso y también disminución de los síntomas de enfermedades inflamatorias, como la artritis reumatoidea (Simopoulos, 1999). Ambos ácidos grasos no pueden ser sintetizados por el ser humano y deben ser incorporados a partir de la dieta (Pizarro et Al., 2013).

A parte del buen perfil lipídico, las semillas contienen un 15-25% de proteínas muy fáciles de digerir y de rápida absorción, aportando lisina, un aminoácido esencial limitante. Además, no contiene gluten, por lo que su consumo es apto para celíacos o intolerantes. En cuanto a los carbohidratos que posee (26-41%), no se encuentran azúcares (0% de

monosacáridos y disacáridos) y casi el 90% es fibra y el resto fécula. Hay que destacar el contenido de fibra soluble (18-30%) , fibra de alto peso molecular con una extraordinaria capacidad de retención de agua. En materia de vitaminas, minerales y oligoelementos, la chía posee gran riqueza en calcio, hierro, magnesio, potasio, zinc, manganeso, fósforo, cobre y boro. Es pobre en sodio. Destaca la presencia de vitamina C, vitamina A, vitaminas del grupo B y sobretodo ácido fólico. Y, por último, también poseen una muy buena cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (Brown et al., 2001).

## II. OBJETIVOS

### II.1. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se realiza debido a la necesidad en el mercado de productos cárnicos equilibrados nutricionalmente con niveles de grasas saturadas reducidos. Como se ha mencionado anteriormente, los altos niveles de grasas saturadas provenientes del consumo de carne y derivados en la dieta de la población, se encuentran asociados con enfermedades cardiovasculares, cáncer u obesidad, ésta última está considerada como la epidemia del siglo XXI.

Por esta razón, en el presente trabajo se pretende elaborar un producto cárnico funcional, concretamente salchichas de pollo tipo Frankfurt enriquecidas con microalgas y chía, con la finalidad de lograr un producto cárnico que, además de ser saludable y con constituyentes que proporcionen efectos beneficiosos, el organismo posea unas propiedades nutricionales y organolépticas adecuadas para que la aceptabilidad del consumidor sea óptima.

### II.2. OBJETIVOS

#### II.2.1. Objetivos generales

El objetivo del presente trabajo es la formulación de un producto cárnico, en concreto, de salchicha cocida de pollo con diferentes compuestos de origen vegetal: chía y microalgas con una elevada calidad nutricional. Se pretende que el producto obtenido se caracterice por un bajo contenido en calorías y grasas saturadas, enriquecido en ácidos grasos omega-3, rico en fibra y bajo en colesterol. En conclusión, se busca conseguir un producto cárnico de elevada calidad nutricional, por sus contenidos en fibra y en omega-3 con elevada aceptabilidad organoléptica por parte del consumidor.

#### II.2.2. Objetivos específicos

1. Desarrollo de un producto cárnico emulsionado con propiedades funcionales con incorporación de semillas de chía y dos tipos de microalgas (*Chlorella vulgaris* y *Arthrospira platensis*).
2. Análisis los parámetros físicoquímicos (capacidad de retención de agua, humedad, aw, pH y propiedades ópticas) de los productos obtenidos.
3. Estudio de las características texturales de las diferentes formulaciones aplicadas.
4. Determinación de la aceptación del producto desde el punto de vista organoléptico por parte del consumidor mediante un análisis sensorial de las diferentes formulaciones.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.1. PLAN DE TRABAJO

Para la realización de la producción de salchichas se diseñó el siguiente plan de trabajo dividido en tres fases:

- i. Revisión bibliográfica de los siguientes temas: productos cárnicos emulsionados, propiedades de las microalgas utilizadas, propiedades de la chía, parámetros fisicoquímicos a determinar, etc.
- ii. Análisis de tres tipos diferentes de salchichas comerciales de pollo y evaluación de los parámetros fisicoquímicos (humedad, capacidad de retención de agua, actividad de agua, pH, color y textura)
- iii. Elaboración de salchichas de pollo a partir de la adición de microalgas (*Chlorella vulgaris* y *Arthrospira platensis*) y chía. De los productos obtenidos, se evaluaron al igual que en las salchichas comerciales, las propiedades fisicoquímicas (humedad, capacidad de retención de agua, actividad de agua, pH, color y textura) y valoración nutricional.

#### III.2. MATERIAS PRIMAS

La carne de pollo, al igual que las salchichas comerciales, fueron adquiridas en un supermercado local. De las salchichas comerciales, se eligieron tres marcas diferentes.

El preparado de salchichas utilizado en la elaboración de las nuevas formulaciones contenía: sal, proteína de soja, especias, leche desnatada en polvo, dextrosa, polifosfato sódico E-452i, 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 (Productos Pilarica, S.L., Paterna, Valencia, España) en 50 gramos por kilo.

Se utilizaron microalgas liofilizadas *Chlorella vulgaris* y *Arthrospira platensis* (Algaenergy S.A., Madrid, España).

Las semillas de chía (*Salvia hispánica*) fueron suministradas por la empresa Grupo Nutraceútico ChiaSa S.L. (Meliana, España).

#### III.3. METODOLOGÍA

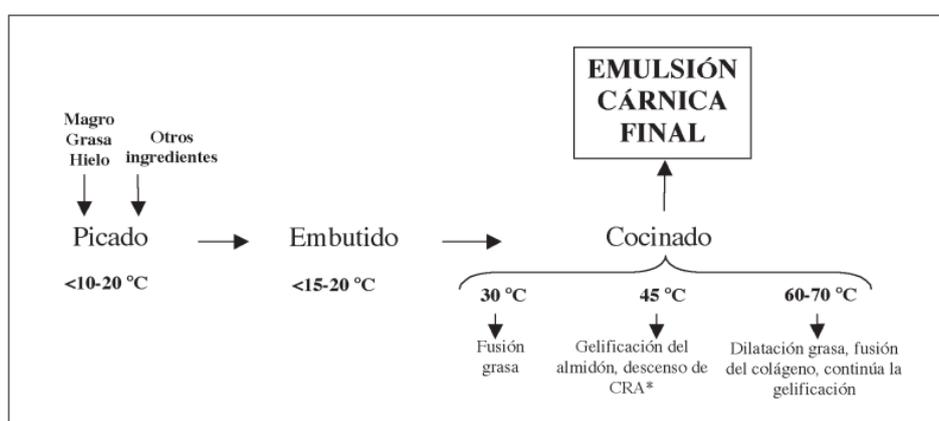
##### III.3.1. Proceso de elaboración de las salchichas

El proceso de elaboración de las salchichas se divide en dos etapas: la fragmentación y la reestructuración de los componentes cárnicos.

Primero, para la preparación de las muestras, se limpian los cuartos traseros, eliminando la piel del pollo, el tejido conjuntivo, la grasa y los huesos. A continuación, se realiza el picado de los ingredientes (carne de pollo, preparado de salchichas, hielo, microalgas y chía, dependiendo de la formulación) en la Thermomix (Thermomix, Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co., Wuppertal, Alemania) reduciendo el tamaño de la carne y partículas grasas mejorando así la extracción de proteínas solubles en sal, reduciendo la tendencia a la separación de la grasa y obteniendo un producto cárnico estable que resista la etapa de cocinado sin sufrir la separación agua-grasa (Gordon & Barbut,1992). La duración de este proceso influye decisivamente sobre la

estabilidad de la emulsión cárnica y la calidad del producto final al condicionar tanto la ligazón grasa-proteína como la tendencia a la exudación de agua y grasa durante el cocinado. Cabe destacar que la carne de pollo debe introducirse en la picadora en forma refrigerada, para lo cual se adiciona hielo en cubitos y así se evita el calentamiento excesivo que puede producir la coagulación de las proteínas. La pasta conseguida, se pasa a la embutidora para ser embutida en tripas celulósicas transparentes tratando de no incorporar aire al embutido. Una vez embutidas, se lleva a cabo el tratamiento térmico mediante un baño con agua a 80°C durante 30 min. Gracias a este tratamiento conseguiremos la coagulación de las proteínas, la inactivación de las enzimas de la carne, la obtención de las características organolépticas deseadas y la disminución del número de microorganismos. Tras la cocción, se enfría en un abatidor (modelo TYP, Ato Srl, Milán, Italia) hasta una temperatura de  $3^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

En la figura 9, se representa el procedimiento seguido para la elaboración de las muestras, y en la tabla 2, las fórmulas desarrolladas.



\*CRA: Capacidad de retención de agua

**Figura 9.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos cárnicos finamente troceados. (Fuente: Barbut, 1999).

**Tabla 2.** Nuevas formulaciones.

FORMULACIÓN	AGUA (%)	MICROALGAS (%)	CHÍA (%)
F1	40	-	-
F2	40	<i>Spirulina</i> 0,5	-
F3	40	<i>Chlorella</i> 0,5	-
F4	40	<i>Chlorella</i> 0,5	1
F5	40	<i>Spirulina</i> 0,5	1
F6	40	-	1

### III.3.2. Métodos analíticos

#### III.3.2.1. Humedad

La determinación de la humedad se realiza siguiendo el protocolo establecido por la norma internacional ISO R-1442, el cual se basa en la formación de una pasta con ayuda de arena y alcohol etílico 95%, que es sometida a un secado a  $102 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta obtener un peso constante. De cada muestra, se midió la humedad por triplicado. El cálculo del porcentaje de humedad se realiza acorde a la ecuación 1.

$$\%humedad = (M1 - M2) \times \frac{100}{(M1 - M0)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Siendo:

- M0 = masa, en gramos, de la cápsula, la varilla y la arena
- M1 = masa, en gramos, de la cápsula, la varilla, la arena y la muestra antes del desecado
- M2 = masa, en gramos, de la cápsula, la varilla, la arena y la muestra después del desecado

#### III.3.2.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, la trituración y el prensado. La CRA es indiscutiblemente un importante factor de calidad porque afecta a la carne antes de cocinarla, durante el cocinado y su jugosidad al masticar la carne cocinada. Para la determinación de CRA de las salchichas se utilizó una modificación del método de Andrés-Bello et al. (2013). Se basa en un análisis basado en el principio de la aplicación de una cierta presión (centrifugación) sobre el tejido muscular, lo que conlleva a que los fluidos del tejido sean expulsados de la estructura cárnica.

Las muestras, cortadas a lonchas de aproximadamente 4 gramos se pesaron et alocaron entre dos papeles. Estas, junto con los papeles, se introducen en los tubos de centrifuga y se centrifugan a una velocidad de 400 rpm durante 15 minutos a  $15^\circ\text{C}$  en una centrifugadora Centrifuge 5804-R. (Eppendorf, Hamburgo, Alemania). Posteriormente, se registró el peso de la carne una vez centrifugada y se calculó el porcentaje de CRA tal y como se indica en la ecuación 2.

$$\% CRA = 100 - \left( \frac{M0 - M1}{M0} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo:

- M0 = masa, en gramos, de la muestra antes de centrifugar
- M1 = masa, en gramos, de la muestra después de centrifugar

### **III.3.2.3. Actividad de agua**

La medición de la actividad a agua (aw) se realizó con un equipo Pre AquaLab (Decagon, Hopkins Court, Estados Unidos). Las mediciones de las muestras se realizaron por duplicado.

### **III.3.2.4. pH**

La determinación del pH se efectuó con un pH-metro modelo MM41 (Crison Instruments S.A., Barcelona, España), realizando 4 medidas por muestra tanto para las comerciales como para las nuevas formulaciones.

### **III.3.2.5. Propiedades ópticas**

El color de un producto ocupa un lugar preferente entre los factores que definen su calidad, hasta el punto que puede ser rechazado o aceptado si la impresión visual que produce no coincide con el estándar aceptado como bueno.

El análisis de esta propiedad óptica se realizó en la superficie y en el interior de las muestras en 6 puntos diferentes mediante un espectrofotocolorímetro Konica Minolta CM3600d (Minolta Co. Ltd. Tokio, Japan) obteniendo los espectros de reflectancia y las coordenadas de color  $L^*a^*b^*$  empleando el observador estándar de 10° y el iluminante D65. A partir de dichas coordenadas se calcularon los parámetros croma ( $C^*$ ), tono ( $h^*$ ) y diferencia de color ( $\Delta E^*$ ).

### **III.3.2.6. Ensayos mecánicos - Textura**

La textura aparece como una percepción psico-química compleja y multidimensional (Kramer, 1973a). Se puede definir como la unión de las propiedades reológicas y de la estructura de un producto alimenticio perceptibles por los receptores mecánicos, táctiles y eventualmente visuales y auditivos, condicionando la apetencia de un alimento.

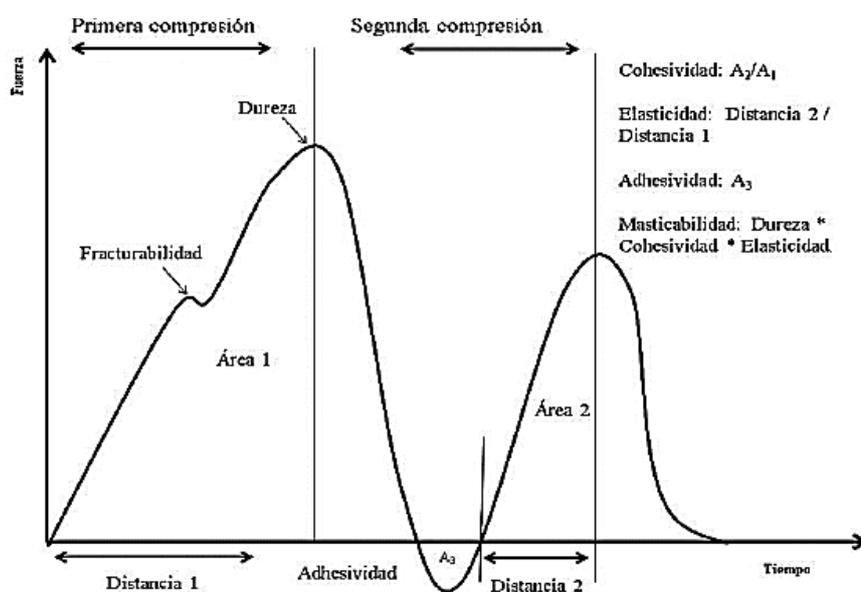
Para la determinación de la textura de las salchichas se utilizó se empleó una prensa universal TA-XT2 (ANAME, Madrid, España) equipada con una célula de carga de 50 Kg, por otro lado, los datos instrumentales se procesaron utilizando el programa Texture Exponent 32 v 1.0 (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Se realizaron dos ensayos diferentes: un ensayo de cizalla (método Warner-Bratzler) y un ensayo de compresión (Análisis TPA).

Para la determinación de la fuerza de corte se utilizó una cuchilla Warner Bratzler Blade Set 'V' slot (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Las muestras utilizadas fueron las salchichas enteras y las condiciones de ensayo fueron: velocidad pre-ensayo 2mm/s, velocidad de ensayo 1,5 mm/s, velocidad post-ensayo 10 mm/s y una distancia aplicada de 30 mm. Este aparato permite una acción de corte y cizallamiento sobre la muestra que imita en cierto modo la masticación de una pieza de carne entre los molares. Con ella se mide la fuerza máxima o el área máxima, relacionada con el trabajo necesario para producir el corte de la muestra.

El TPA se realizó utilizando rodajas de salchichas de 2cm, tomando 6 medidas por formulación de salchicha. Para este ensayo la prensa se equipó con la célula de ensayo P/75 (Stable Micro Systems, Surrey, UK), la cual es cilíndrica de 7,5 cm de diámetro y de fondo plano. Hay que señalar que el equipo se programó con los siguientes parámetros: velocidad de pre-ensayo 5 mm/s, velocidad de ensayo 2 mm/s y velocidad post-ensayo 5 mm/s, hasta que las piezas alcanzaran una deformación del 50% de su altura, con un tiempo entre ciclos de 2 s. Este análisis implica comprimir el producto por lo menos dos veces y cuantificar los parámetros mecánicos de las curvas de fuerza- deformación (Chean & Opara, 2013). El análisis de las curvas

fuerza-distancia o fuerza-tiempo permite obtener diferentes parámetros texturales muy bien correlacionados con la evaluación sensorial. Estos parámetros, según la definición más actual de los mismos, son (Durán et al, 2001) (Figura 10):

- Fracturabilidad (F) o fuerza del primer pico significativo que se obtiene tras la primera compresión. Newton (N)
- Dureza (D) o fuerza necesaria para alcanzar la deformación máxima preseleccionada. Newton (N)
- Cohesividad o relación de áreas originadas en los dos ciclos de compresión, excluyendo la zona bajo las áreas de descompresión de cada ciclo. Representa el trabajo necesario para comprimir la muestra por segunda vez respecto al que ha sido necesario para comprimirla la primera vez. Relaciona el área positiva del segundo ciclo de compresión ( $A_2$ ) y el área positiva del primer ciclo ( $A_1$ ). Relación  $A_2/A_1$ .
- Adhesividad o área de fuerza negativa que se obtiene tras la primera compresión y que representa el trabajo necesario para separar el émbolo de compresión del alimento. Joule (J).
- Elasticidad (“springiness”) o altura que el alimento tiene cuando se inicia la segunda compresión (que es la suma de la altura residual después de haber alcanzado la deformación predeterminada y la que ha recuperado durante la subida del émbolo tras la primera compresión) respecto a la que tenía inicialmente. Adimensional.
- Gomosidad, definida como el producto de dureza por cohesividad. Representa la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Newton (N)
- Masticabilidad, definida como el producto de dureza por cohesividad por elasticidad. Representa la energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que esté listo para ser tragado. Newton (N)



**Figura 10.** Gráfica general del análisis del perfil de textura (Fuente: Hleap & Velasco, 2010).

### **III.3.2.7. Análisis sensorial**

Se realizó un análisis sensorial de las seis formulaciones de salchichas. Éstas, se presentaron a los catadores tras un tratamiento térmico de regeneración a 40°C para atemperar las muestras, después de haber estado almacenadas en el frigorífico. En el análisis participaron 33 catadores, de los cuales, 16 eran varones y 17 mujeres de edades comprendidas entre 20 y 50 años.

En primer lugar, se les hizo una encuesta para conocer los hábitos de consumo de salchichas cocidas (Anexo A). Y, a continuación, se presentaron las seis muestras codificadas y se les preguntó acerca de los atributos de aspecto visual, color, dureza, jugosidad, textura en general, sabor, aceptabilidad global e innovación del producto de cada una de ellas (Anexo B).

### **III.3.3. Análisis estadístico**

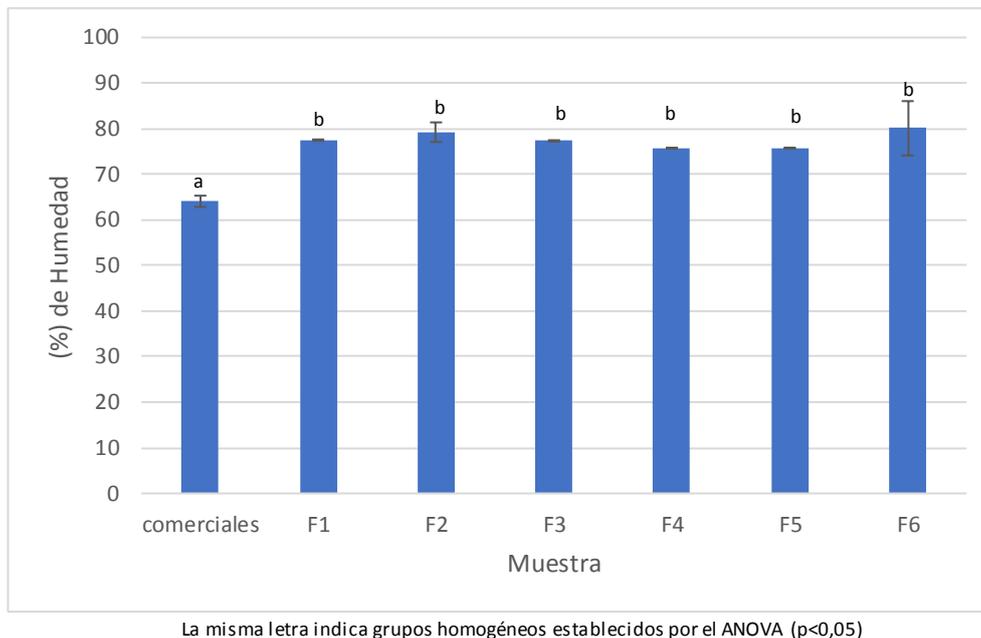
El análisis estadístico se realizó mediante ANOVAs para evaluar la significación de los diferentes factores en estudio, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV (Statistical Graphis Corp, Orkville, USA). El nivel de significación considerado fue del 95%.

Cuando los factores resultaron significativos se analizaron las diferencias entre los distintos niveles mediante análisis de contraste múltiple de rango (LSD).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### IV.1. Parámetros fisicoquímicos

Los valores de **humedad** obtenidos para las nuevas formulaciones y las salchichas comerciales se muestran en la Figura 11.

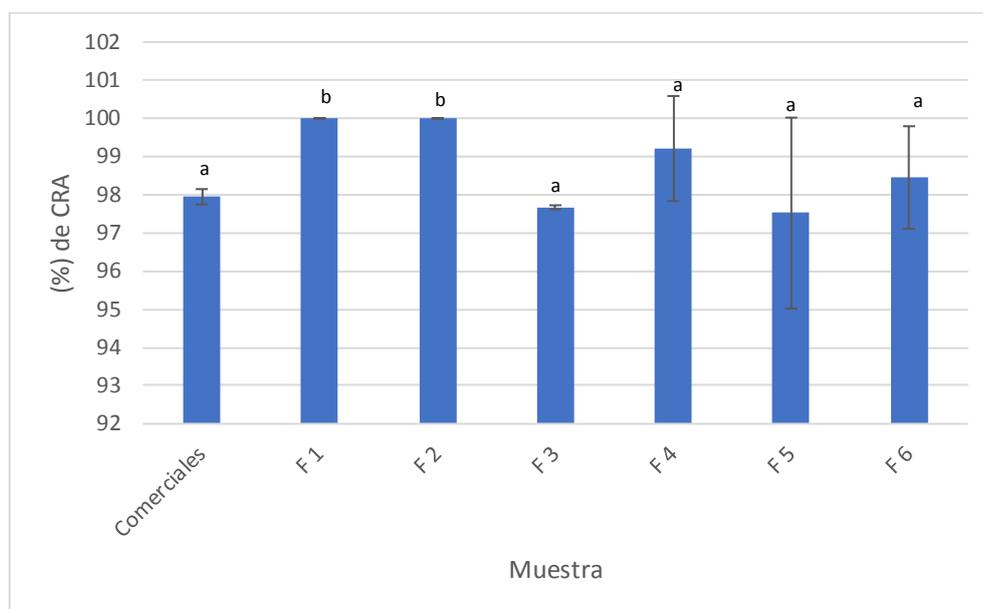


**Figura 11.** Representación de los valores obtenidos en la determinación de humedad.

Los resultados obtenidos indican que el nivel de humedad de las nuevas formulaciones (76-80%) es superior al de las salchichas comerciales (64%). El elevado porcentaje de humedad para las salchichas formuladas es debido a la gran cantidad de agua (40%) incorporada en su elaboración. Los valores observados son similares a los obtenidos por Carda (2014) para productos comerciales (58 y 68%) y para salchichas formuladas con un 40% de agua (78-79%). García-Reyes (2015) obtuvo valores de humedad algo inferiores (58-75%) para salchichas formuladas con 40% de agua y diferentes hidrocoloides y chíá. Entre las seis formulaciones testadas no se observaron diferencias significativas en los valores de humedad. Por lo tanto, la incorporación de microalgas o chíá no afectó los valores de humedad.

En cuanto a los valores de **CRA** obtenidos por parte de los diferentes tipos de salchichas se muestran en la Figura 12. Las diferencias aparecieron entre la formulación 1 y 2 (100%), siendo los datos del resto de salchichas similares (95-98%). Los valores obtenidos fueron similares a los indicados por Carda (2014), donde los valores de este parámetro para las salchichas comerciales se situaron entre 98.9 y 99.6 y para las formuladas con un 40% de agua en 95%. En el estudio realizado por García-Reyes (2015), los valores de CRA se situaron entre 99-99.5% para las salchichas comerciales y entre 93-98% para las formuladas con diferentes hidrocoloides. Por lo tanto, las formulaciones testadas o mantienen una CRA similar a la observada en muestras comerciales o, incluso incrementan el valor de este parámetro como es el caso de las formulaciones 1 y 2. Por lo tanto, la adicción de microalgas y chíá no supone un incremento en la CRA, únicamente la formulación F2 (*Spirulina*) presentó valores elevados de este parámetro y similares a los obtenidos para el patrón (F1) (formula base sin microalgas y chíá). García-Reyes (2015) indicó que el efecto de la incorporación de chíá en las formulaciones

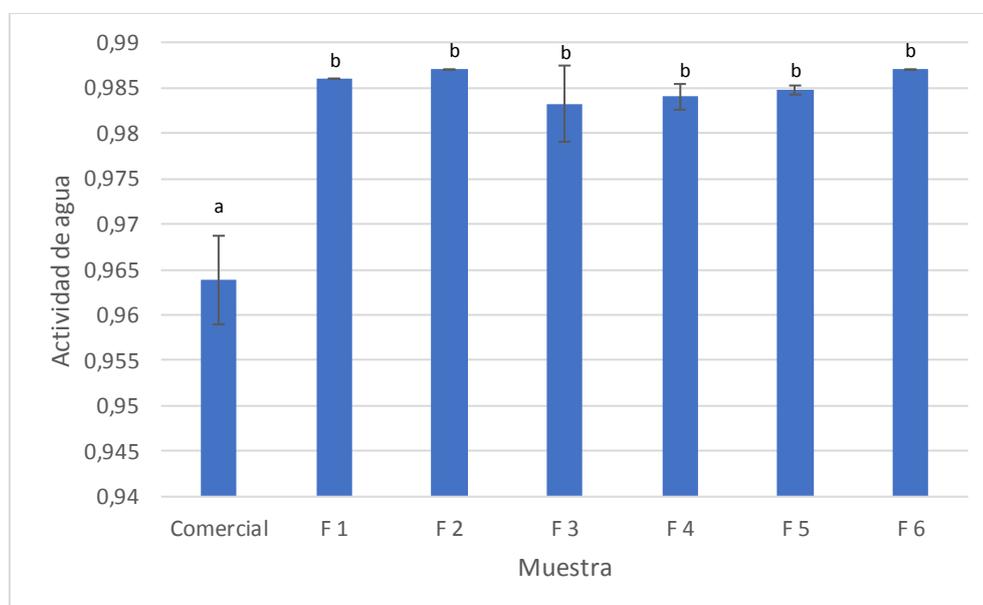
de salchichas cocidas sobre la CRA dependía de los hidrocoloides utilizados, en este estudio básicamente proteína de soja y fécula de patata. El uso de esta última puede conllevar a la reducción de la CRA cuando se combina con chíá (Gracia-Reyes, 2015).



La misma letra indica grupos homogéneos establecidos por el ANOVA ( $p < 0,05$ )

**Figura 12.** Representación de los valores obtenidos en la determinación de CRA.

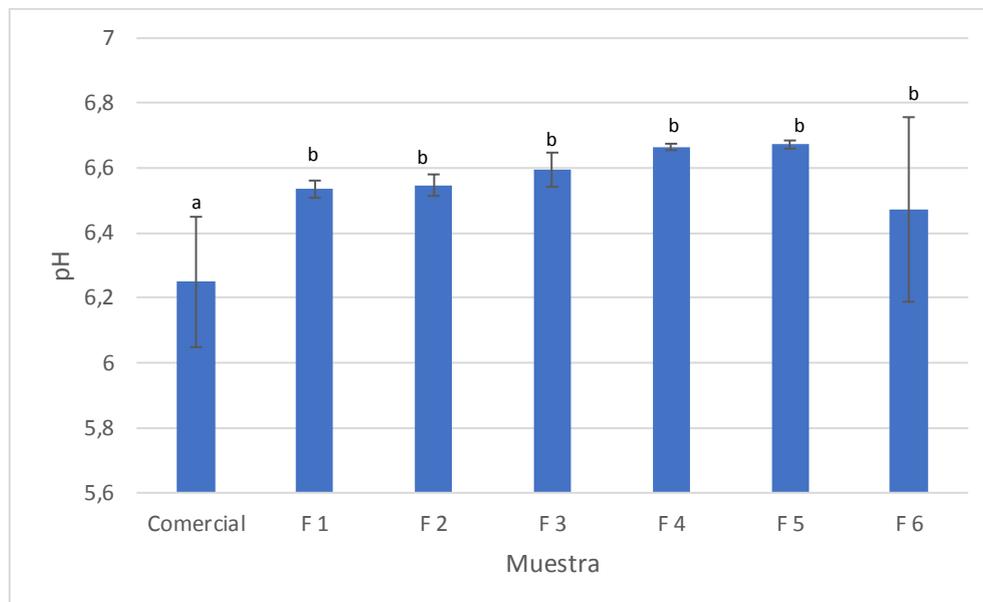
Los valores obtenidos en las determinaciones de **actividad de agua** ( $a_w$ ) se muestran en la Figura 13. El análisis estadístico indicó diferencias significativas entre las salchichas de nueva formulación y las salchichas comerciales. Así, las salchichas de nueva formulación tenían mayor  $a_w$  (0.987-0.983) que las comerciales (0.964). El bajo valor de  $a_w$  de las salchichas comerciales puede atribuir al relativamente alto contenido en sal y bajo en humedad (Feiner, 2006).



La misma letra indica grupos homogéneos establecidos por el ANOVA ( $p < 0,05$ )

**Figura 13.** Representación de los valores obtenidos en la determinación de  $a_w$ .

En la Figura 14 se muestran los valores de **pH** para las diferentes formulaciones testadas. No se observaron diferencias significativas entre las muestras. Aunque, se observó que las salchichas de nueva formulación presentaban valores entre 6,51 y 6,69 con una media de (6,58) mientras que las comerciales poseen un pH inferior (6,24).



La misma letra indica grupos homogéneos establecidos por el ANOVA ( $p < 0,05$ )

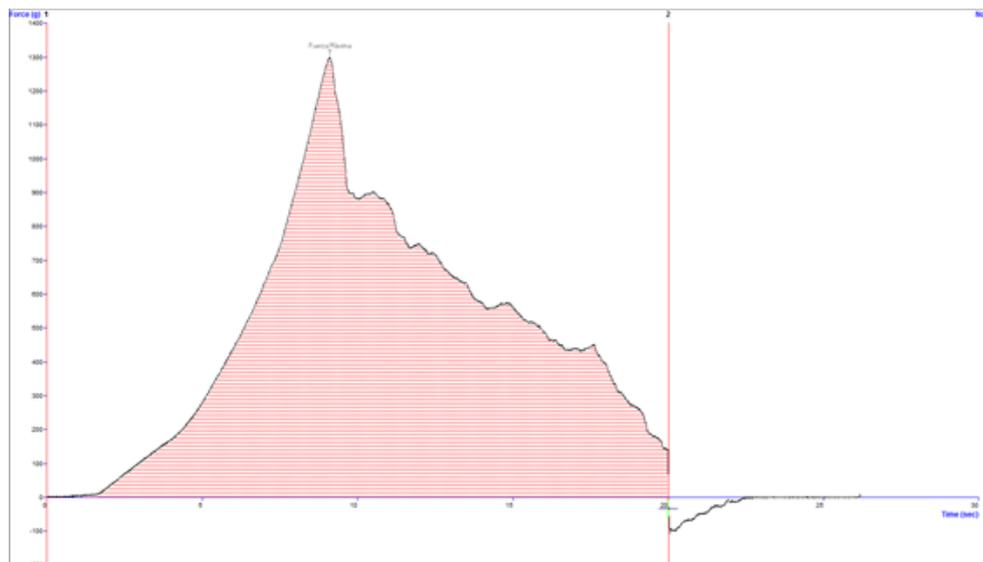
**Figura 14.** Representación de los valores obtenidos en la determinación de pH.

Como conclusión, en cuanto a los parámetros físicoquímicos, podríamos decir que en las nuevas formulaciones la humedad y la actividad de agua se incrementaron con respecto a las salchichas comerciales. La incorporación de microalgas y chíá a los alimentos puede aportar mayor capacidad de retención de agua, sin embargo, en nuestro estudio no supuso un incremento en la CRA de las salchichas de nueva formulación. Únicamente la formulación F2 (*Spirulina*) presentó valores elevados de este parámetro y similares a los obtenidos para el patrón (F1). La reducción de CRA en formulaciones que contienen microalgas combinadas con chíá puede ser debido a los hidrocoloides utilizados que, en nuestro caso, son proteína de soja y fécula de patata. Respecto al pH, no se observó efecto debido a la incorporación de microalgas o chíá.

## IV.2. Propiedades mecánicas

La determinación de la textura de las diferentes salchichas se llevó a cabo por dos métodos instrumentales diferentes descritos en el apartado III.3.4.

Por una parte, mediante el **ensayo de cizalla** (Método Warner-Bratzler), se generaron gráficas similares a la que se observa en la Figura 15, donde la altura máxima del pico representa la fuerza máxima que se necesita para cortar la muestra y, el área bajo la curva, representa el resultado de la integración de todos los esfuerzos de corte de las fibras en el área de la muestra.



**Figura 15.** Ejemplo gráfico de un ensayo de fuerza de corte en salchichas.

Los resultados de la fuerza máxima y el área obtenidos para los distintos tipos de salchichas elaboradas en este trabajo se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en el método Warner-Bratzler.

FORMULACIÓN	FUERZA MÁXIMA	ÁREA
COMERCIAL	1435,5 ± 99,9 <sub>a</sub>	9075,5 ± 909,2 <sub>a</sub>
F 1	1352,2 ± 86,2 <sub>a</sub>	9502,1 ± 2416,6 <sub>a</sub>
F 2	1041,6 ± 166,4 <sub>b c</sub>	7840,4 ± 2670,5 <sub>a</sub>
F 3	1129,1 ± 99,4 <sub>b</sub>	9290,5 ± 1154,8 <sub>a</sub>
F 4	1046,7 ± 86,7 <sub>b c</sub>	9637,9 ± 2489,5 <sub>a</sub>
F 5	978,3 ± 178,4 <sub>c</sub>	8998 ± 2072 <sub>a</sub>
F 6	1081,9 ± 43,7 <sub>b c</sub>	9833,8 ± 1009,7 <sub>a</sub>

La misma letra indica grupos homogéneos establecidos por el ANOVA ( $p < 0,05$ )

En general, las nuevas formulaciones presentaron una fuerza máxima menor que las comerciales, excepto al F1 (patrón). Por lo que la incorporación de chia o microalgas influiría reduciendo la fuerza necesaria para cortar las muestras. Cabe destacar la formulación 5, elaborada con *Spirulina platensis* y chía, cuyos resultados son los más bajos (978,3 ± 178,4).

En cuanto al área, no se mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las muestras analizadas.

Por otra parte, en el **ensayo de compresión** (Ensayo TPA), se obtienen los diferentes parámetros texturales que mejor se correlacionan con la evaluación sensorial. Dichos parámetros están representados en una gráfica similar a la que aparece en la Figura 10 (Apartado III.3.2.6.) y son: dureza, adhesividad, fracturabilidad, cohesión, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

Los resultados de los distintos parámetros se muestran en la siguiente tabla (Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en el método Texture Profile Analysis.

FORMULACIÓN	PARÁMETROS TPA	
	Parámetros	Media ± error estándar
COMERCIAL	Dureza	3339 ± 796 a
	Adhesividad	-24,6 ± 11,9 a
	Fracturabilidad	36,7 ± 1,8 a
	Cohesión	0,70 ± 0,03 a
	Elasticidad	88,2 ± 4,2 a
	Gomosidad	2329,3 ± 543,4 a
	Masticabilidad	2086,1 ± 484,6 a
F1	Dureza	2544,9 ± 1160,2 a b
	Adhesividad	-13,3 ± 7,7 a
	Fracturabilidad	39,9 ± 3,2 b
	Cohesión	0,75 ± 0,04 b
	Elasticidad	85,6 ± 2,6 a
	Gomosidad	1899,7 ± 852,7 a b
	Masticabilidad	1623,5 ± 729,7 a b
F2	Dureza	1617,8 ± 802,6 b
	Adhesividad	-26,8 ± 15,7 a
	Fracturabilidad	31,9 ± 1,5 c
	Cohesión	0,66 ± 0,03 c
	Elasticidad	86,3 ± 0,5 a
	Gomosidad	1065,4 ± 531,6 c
	Masticabilidad	921,06 ± 460,13 c
F3	Dureza	2440,8 ± 222,4 b
	Adhesividad	-27,6 ± 13,5 a
	Fracturabilidad	35,8 ± 2,7 a
	Cohesión	0,70 ± 0,04 a
	Elasticidad	87,5 ± 1,3 a
	Gomosidad	1704,5 ± 144,4 b c
	Masticabilidad	1492,2 ± 134,8 b c
F4	Dureza	2366,3 ± 1165,7 b
	Adhesividad	-30,9 ± 15,8 a
	Fracturabilidad	35,8 ± 1,2 a
	Cohesión	0,699 ± 0,012 a
	Elasticidad	86,7 ± 2,1 a
	Gomosidad	1645,9 ± 808,8 b c
	Masticabilidad	1426 ± 704,6 b c
F5	Dureza	1985,8 ± 465,6 b
	Adhesividad	-26,3 ± 22,3 a
	Fracturabilidad	27,6 ± 2,3 d
	Cohesión	0,59 ± 0,04 d
	Elasticidad	84,04 ± 2,09 a
	Gomosidad	1171,721 ± 254,014 b c
	Masticabilidad	983,3 ± 207,7 b c
F6	Dureza	2019,4 ± 1092,1 b
	Adhesividad	-28,3 ± 24,2 a
	Fracturabilidad	35,8 ± 0,8 a
	Cohesión	0,703 ± 0,012 a
	Elasticidad	86,5 ± 1,8 a
	Gomosidad	1469,3 ± 771,1 b c
	Masticabilidad	1269,7 ± 657,7 b c

La misma letra indica grupos homogéneos establecidos por el ANOVA ( $p < 0,05$ )

En general, y desde el punto de vista de la **dureza**, existen diferencias significativas entre las salchichas comerciales y las de nueva formulación, presentando una menor dureza las salchichas de nueva formulación. Esto podría ser debido a la incorporación de agua en su elaboración (40%). En el estudio realizado por Carda (2014), los valores de las salchichas formuladas también diferían de las comerciales en cuanto a dureza. Por otra parte, García-Reyes (2015), indicó que las salchichas formuladas con menos dureza fueron las elaboradas con almidón de patata. Esto podría explicar los valores obtenidos en este trabajo, ya que el preparado de salchichas utilizado contenía fécula de patata.

Los resultados de la **adhesividad** de las diferentes salchichas fueron similares, no encontrando diferencias significativas ni entre ellas ni con respecto a las comerciales. Estos valores se ajustan a los obtenidos por García-Reyes (2015), donde todas las fórmulas testadas presentaron valores similares a los observados para las salchichas comerciales.

Respecto a la **fracturabilidad**, las salchichas formuladas con *Chlorella* (F3 y F4) y con sólo chíá (F6) presentaron valores similares a las comerciales. Sin embargo, denotan diferencias significativas las salchichas elaboradas con *Spirulina*.

Los resultados de **cohesividad** fueron similares a los obtenidos para el parámetro de fracturabilidad, siendo las formulaciones 3 y 4, elaboradas con *Chlorella* y *Chlorella* con chíá respectivamente, las más parecidas a las salchichas comerciales.

En lo referente a la **elasticidad**, las nuevas formulaciones no mostraron diferencias significativas entre ellas, mostrando valores similares a los resultados de las salchichas comerciales. Eso mismo ocurrió con los valores obtenidos por Carda (2014) y García-Reyes (2015), donde los valores de las fórmulas testadas obtenidos fueron del mismo orden que para las salchichas comerciales.

En cuanto a la **gomosidad**, la formulación control fue la que más se asemejaba a las salchichas comerciales. El resto de formulaciones no presentaron diferencias significativas entre ellas, sin embargo, sus valores eran más bajos con respecto a las comerciales y a la F1 (Formulación control). Sin embargo, los valores obtenidos por Carda (2014), indicaron que las salchichas de nueva formulación tenían mayor gomosidad que las salchichas comerciales.

Y, por último, respecto a la **masticabilidad**, la nueva formulación que menos difería de las comerciales era la formulación 1. El resto de salchichas presentaron valores similares. Las salchichas elaboradas con *Spirulina platensis* (F2 y F5) mostraron valores de masticabilidad más bajos. Al igual que en la gomosidad, los resultados obtenidos por Carda (2014) eran mayores en las salchichas formuladas con respecto a las comerciales.

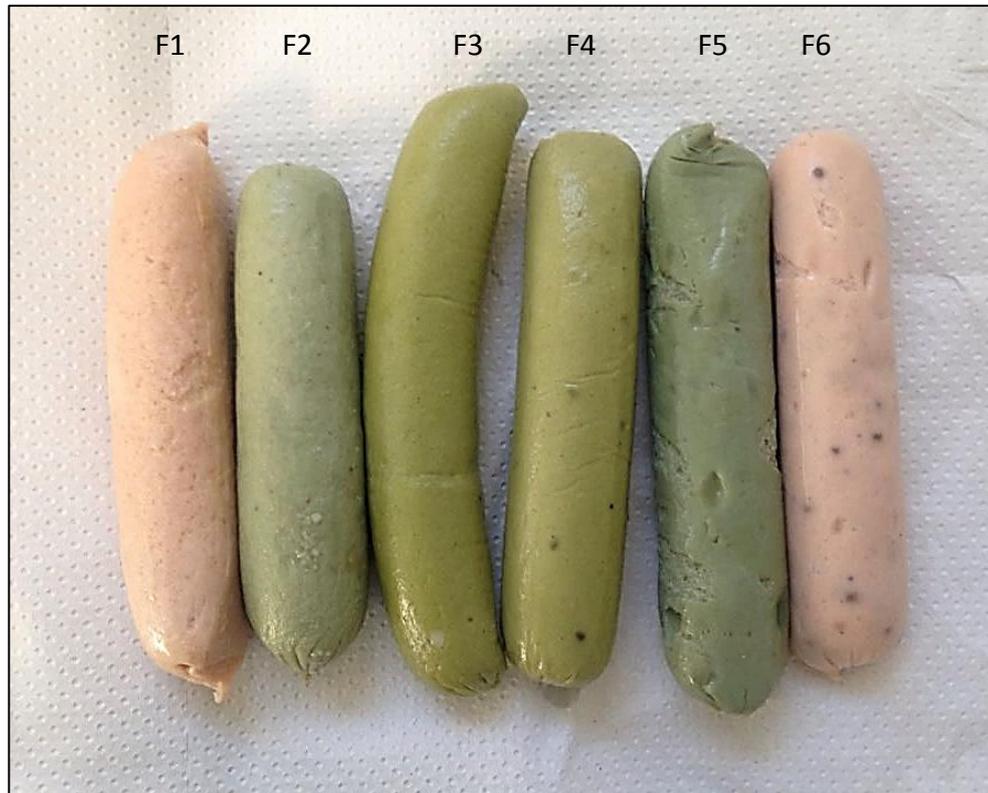
Por lo tanto, en cuanto a los parámetros obtenidos mediante el método Warner-Bratzler, podríamos decir que la incorporación de microalgas y/o chíá influye incrementando la fuerza que se necesitaría para cortar las muestras, a diferencia del área, la cual no se ve afectada ni por la adición de microalgas ni chíá.

En cuanto a los parámetros obtenidos en el ensayo TPA, los valores de las salchichas comerciales fueron mayores o similares respecto a las salchichas testadas. La adición de agua (40%) en las nuevas formulaciones afectó disminuyendo los valores de dureza, y como consecuencia los valores de gomosidad y masticabilidad debido a que sus valores están directamente relacionados con la dureza. La incorporación de *Chlorella* afectó a los parámetros de fracturabilidad y cohesión, presentando valores similares a las comerciales. En cuanto a la

adhesividad y la elasticidad, no se observó ningún efecto al incorporar una mayor cantidad de agua, microalgas o chía.

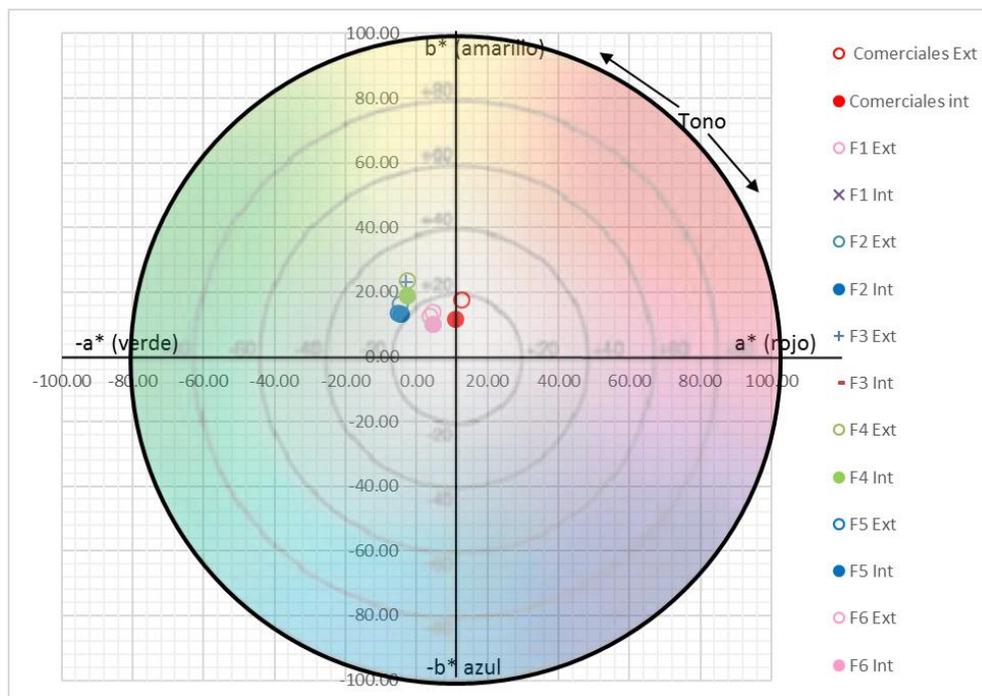
### IV.3. Propiedades ópticas

En la figura 16, se puede observar el color visual de las distintas salchichas elaboradas en el presente trabajo.



**Figura 16.** Resultado de las salchichas elaboradas en el presente trabajo. F1 (control), F2 (*Spirulina*), F3 (*Chlorella*), F4 (*Chlorella* con chía), F5 (*Spirulina* con chía) y F6 (Chía).

En la Figura 17, se puede observar el color de las diferentes muestras en el plano de color a vs b.



**Figura 17.** Vista general de la situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color  $a^*$  vs  $b^*$ .

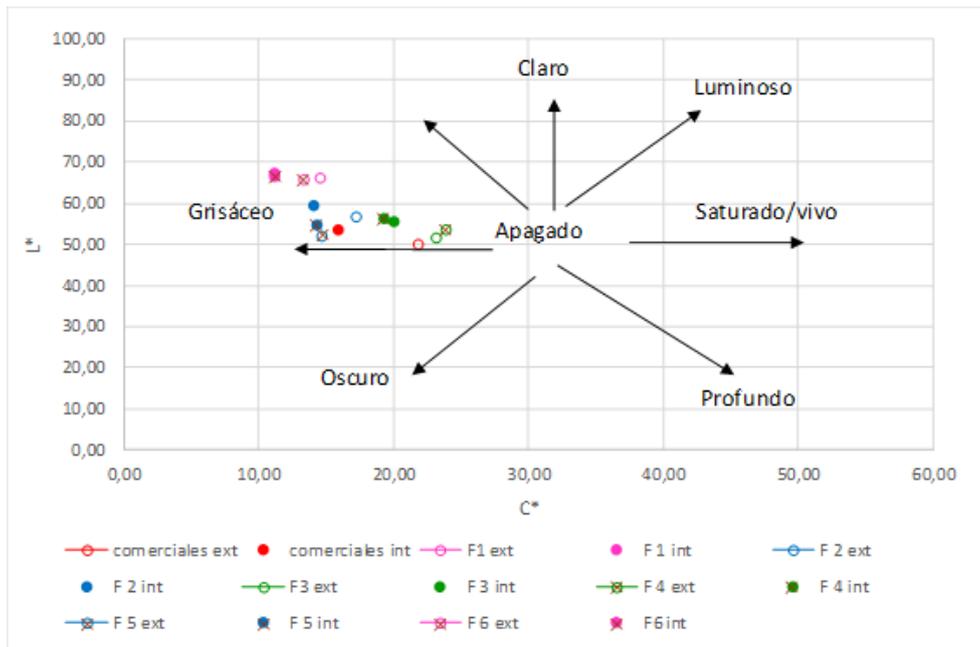
El análisis estadístico indicó que respecto al **parámetro  $a^*$**  se observaron efectos de la zona en las salchichas comerciales, donde los valores de  $a^*$  fueron mayores en el exterior que en el interior. En el resto de salchichas, no existieron diferencias entre la zona exterior e interior. Además, los valores de  $a^*$  fueron más altos para las salchichas comerciales y para las que no contienen microalgas (Formulación 1 y 6), ya que las formulaciones elaboradas con *Chlorella* y *Spirulina* presentaron valores de  $a^*$  negativos porque están en la zona del verde, como era de esperar. Aun así, los valores de dicho parámetro son menores en las salchichas con *Spirulina*. Por otra parte, la adición de chía, no afectó al parámetro  $a^*$ .

En cuanto al parámetro  $b^*$ , si que se detectó que en la zona exterior siempre los valores fueron más altos que en la zona interior, excepto para la Formulación 5. Los valores más altos, tanto a nivel exterior como interior, fueron para las formulaciones F3 y F4, ambas con *Chlorella*. La chía tampoco afectó a los valores de  $b^*$ . Por lo tanto, lo que afectó a los valores de  $b^*$  fue la zona y la adición de microalgas.

**Figura 18.** Detalle de la situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color  $a^*$  vs  $b^*$ .



En la Figura 19, se representa la luminosidad ( $L^*$ ) frente a la cromaticidad ( $C^*$ ).



**Figura 19.** Situación de las diferentes muestras analizadas en el plano de color L vs C.

Por parte de la **luminosidad**, se observó que la zona sí afecta al parámetro, exceptuando el caso de las formulaciones 1 y 6, donde los valores con respecto a la zona son similares. Aun así, en todos los casos, los valores son siempre mayores en la zona interior que en la zona exterior. Los valores más altos se encontraron en las formulaciones 1 y 6, mientras que las salchichas comerciales mostraron valores más bajos, al igual que las salchichas elaboradas con microalgas. La chía, sin embargo, no afectó al parámetro  $L^*$ .

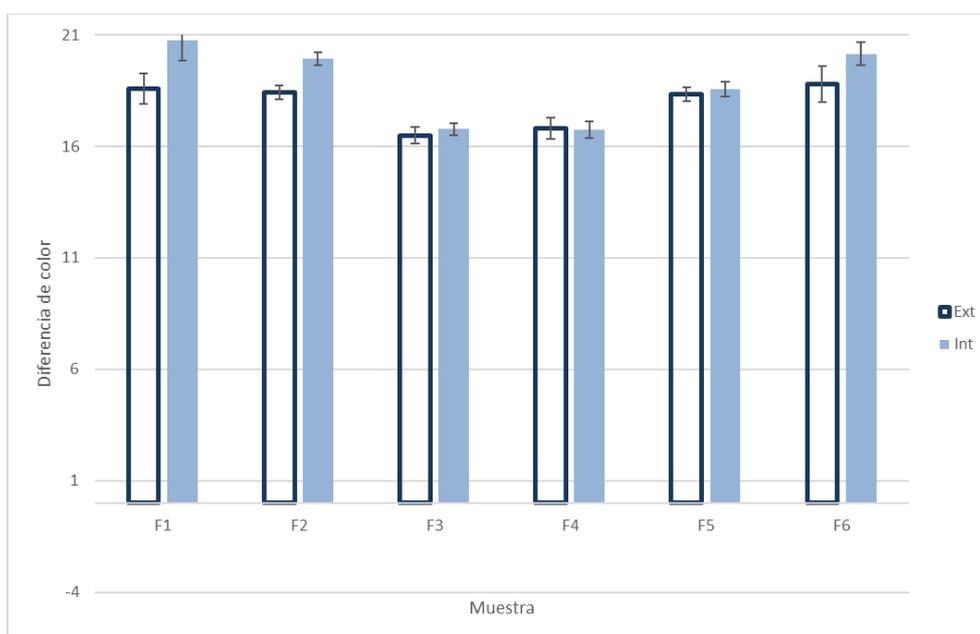
Con respecto a la **cromaticidad**, los valores más elevados se observaron en las salchichas que contenían *Chlorella*, seguidos de las comerciales. Las muestras con *Spirulina* presentaron valores más bajos, al igual que la formulación 1 y 6. En el caso de la chía, siguió sin afectar al parámetro  $C^*$ .

Como conclusión, podríamos decir que las formulaciones testadas se encuentran en la zona entre apagado y grisáceo. Las salchichas con colores apagados corresponderían a las elaboradas con *Chlorella* (F3 y F4) mientras que en la zona grisácea encontraríamos a las salchichas F1, F2, F5 y F6. Dentro de esta zona, existen salchichas con una luminosidad mayor, como sería el caso de las formulas F1 (Formulación control) y F6 (Formulación solo chía), y salchichas con una  $L^*$  inferior, como F2 y F5, elaboradas con *Spirulina* y *Spirulina* con chía respectivamente.

Respecto al parámetro **tono** ( $h^*$ ), donde se observaron efectos de la zona en las salchichas comerciales, siendo valores más elevados en la zona exterior que en la interior. Los valores más elevados corresponden con las salchichas con *Spirulina*, seguidos de las elaboradas con *Chlorella*. Esto significa que la incorporación de microalgas sí afecta al tono. Los valores más bajos corresponden a las salchichas comerciales. La adición de chía no afecta al parámetro del tono.

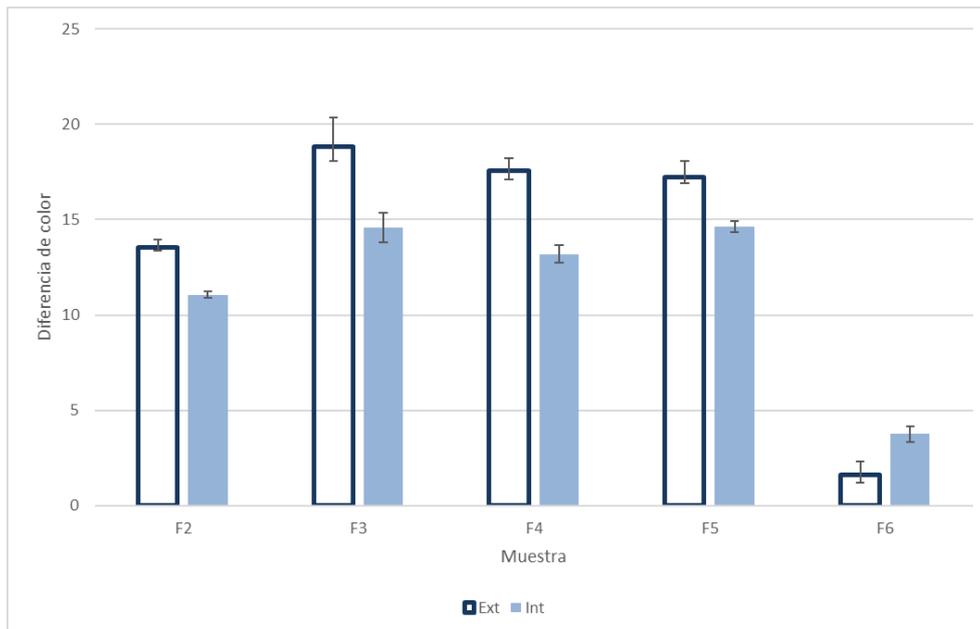
Las diferencias de color se representan en las siguientes figuras (Figura 20 y figura 21).

En la figura 20, se representa la diferencia de color de las nuevas formulaciones respecto a las salchichas comerciales. Los valores de color tomados en el interior fueron mayores que los tomados en la parte exterior de la salchicha en todas las formulaciones, excepto en la F4 (*Chlorella* con chía), donde los valores obtenidos tanto para la zona interior como exterior fueron similares. Las formulaciones que contenían *Chlorella* (F3 y F4) presentaron valores similares de diferencia de color, al igual que en el caso de las formulaciones F2 y F5, ambas elaboradas con *Spirulina*. Las salchichas que no contenían microalgas también presentaron valores de  $\Delta E$  similares entre sí. Al comparar los resultados obtenidos con la escala propuesta por Schmidhofer (1994) se observa que en todos los casos los valores de  $\Delta E$  son superiores a 12, lo que indica un grado de percepción de la diferencia de color muy grande desde el punto de vista de sensibilidad visual humana.



**Figura 20.** Representación de la diferencia de color respecto a las comerciales

Por otra parte, en la figura 21, se representan los resultados de las diferencias de color de las formulaciones respecto a la F1, considerada como la formulación control. En este caso, las diferencias de color fueron mayores en la zona exterior que en la interior, exceptuando la F6, cuyos valores difieren muy poco de la F1 por no contener microalgas. Aplicando la escala de Schmidhofer (1994) las diferencias de color se podrían clasificar como evidentes (entre 1.5-3) para la zona externa de las salchichas elaboradas únicamente con chía (F6), muy evidentes (entre 3-6) para esta misma formulación pero en la zona exterior, grandes (entre 6-12) en el caso de la zona interna de las salchichas F2 y muy grandes ( $> 12$ ) para el resto de formulaciones y zona, respecto a la F1 o patrón.



**Figura 21.** Representación de las diferencias de color respecto a la F1 (Formulación control).

#### IV.4. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial se obtuvieron tal y como se describe en el apartado III.3.2.7. El objetivo de este análisis fue evaluar la preferencia de los catadores frente a las diferentes formulaciones de salchichas.

Primero, se les hizo una encuesta para conocer los hábitos de consumo de salchichas cocidas. En las siguientes figuras (Figura 22), se representan en forma de gráficos las preguntas con el porcentaje de las respuestas que se obtuvieron.

El 52% de los catadores consumen salchichas cocidas ocasionalmente (1 a 3 días al mes) a pesar de que la mayoría (67%) no las consideran un alimento sano y saludable. Con respecto al porque, el 55% las consume porque son más fáciles de preparar mientras que el 39% las consume porque les gustan. La mayoría, con un 36%, consume salchichas cocidas en casa para cenar sólo o en pareja. El tipo de salchichas más consumido según las encuestas son las de cerdo (52%), sin embargo, las de pavo (64%) son las consideradas como más saludables.

La primera pregunta del test organoléptico era que en función del aspecto visual y olfativo de la muestra los catadores indicaran con que pensaban que estaban elaboradas las salchichas. En el caso de las muestras elaboradas sin microalgas cabe destacar que los catadores fueron capaces de discernir en un 87% (F1) y 82% (F6) que las salchichas estaban elaboradas con carne de pollo/pavo, aún sin haber sido informados al respecto. En el caso de la F6 el 28% de los catadores detecto la presencia de semillas/chía. En lo que respecta a las formulaciones que llevaban incorporadas microalgas los catadores indicaron en un 25% (*Spirulina*) y 26% (*Chlorella*) que las salchichas estaban elaboradas con dichos ingredientes frente a al 59-61 % en el caso de las formulaciones F2, F3 y F4 y al 48 % para la formulación F5 que indicaron la presencia de ingredientes vegetales, fundamentalmente espinacas. En el caso de las formulaciones que llevaban incorporadas microalgas y chía entre el 18% (F4) y el 20% (F5) de los catadores detectaron la presencia de semilla/chía y de estos el 9% (F5) y el 7% (F4) indicaron que las muestras estaban elaboradas con microalgas y semillas/chía. En lo que respecta a la presencia

de sabor a pescado asociado con las microalgas este únicamente fue detectado por un 3% de los catadores en el caso de las formulaciones F2, F5 y F4.

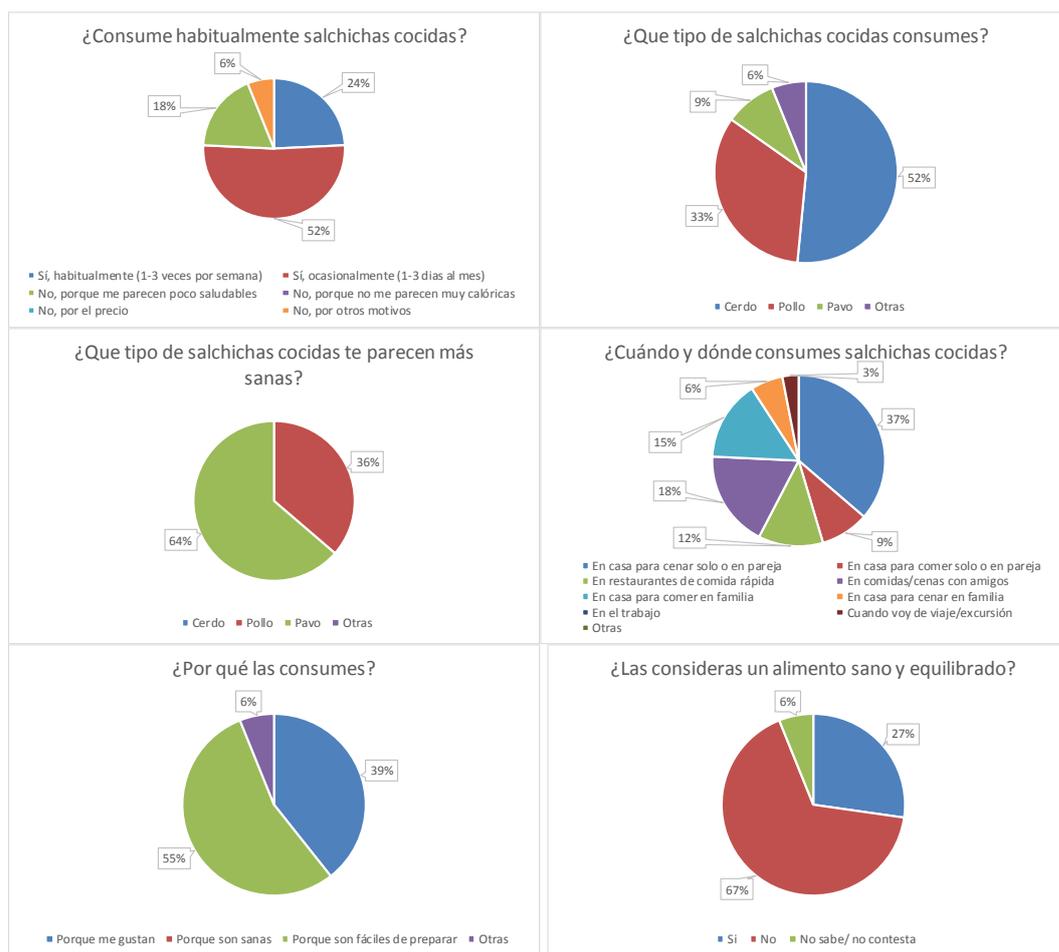


Figura 22. Representación gráfica de los hábitos de consumo de salchichas.

En la Figura 23, se representan los atributos preguntados en la segunda parte de la encuesta: color, aspecto visual, sabor, intensidad del sabor, textura en general, jugosidad, aceptabilidad global e innovación del producto.

El análisis estadístico no mostró diferencias en la valoración del **color** entre las formulaciones F1, F6, F4 y F5, con puntuaciones entre 4,4 y 6,7, siendo estas las mejores valoradas. Sin embargo, las formulaciones peor valoradas corresponden a F2 (*Spirulina*) y F3 (*Chlorella*), con valores entre 4-5,2 para F2 y 4,3- 5,4 para F3.

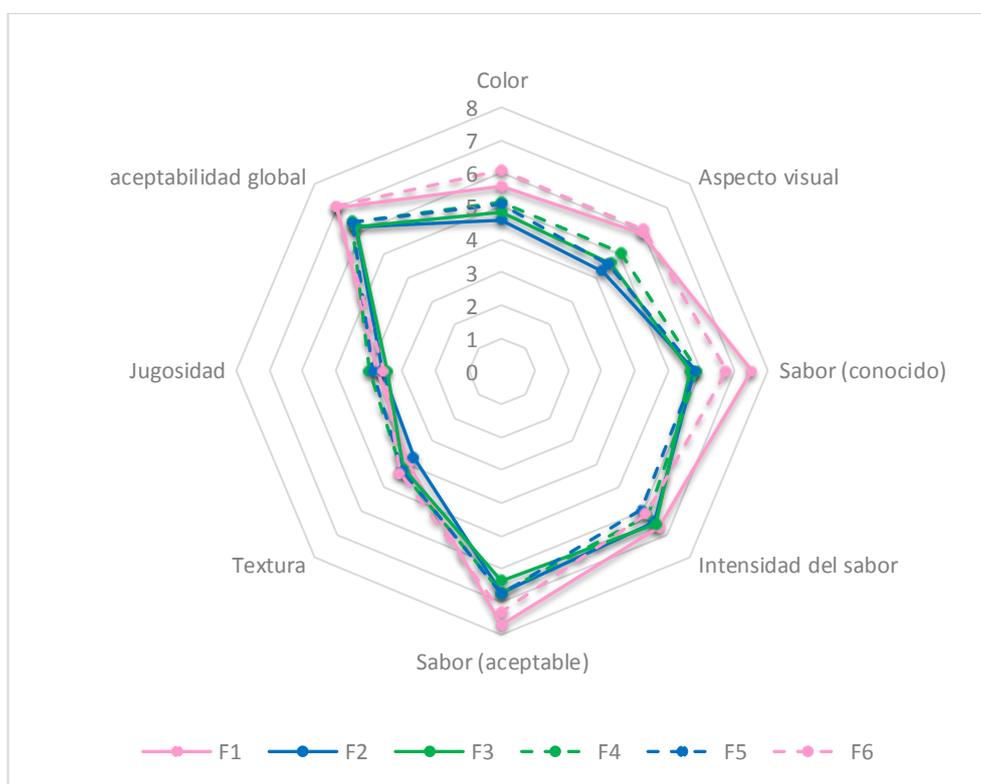
En cuanto al **aspecto visual**, las muestras con mejor puntuación fueron F1 (Formulación control), F6(Formulación solo chía) y F4 (*Chlorella* con chía), no existiendo diferencias significativas entre ellas. Dicha puntuación osciló entre 5 y 6. El resto de muestras obtuvieron puntos entre 4,3 y 4,7.

La formulación F1 obtuvo una puntuación entre 6,8 y 8,2 respecto al **sabor**, considerándola entonces la formulación más conocida en cuanto a sabor. Las formulaciones elaboradas con microalgas (F2, F3, F4 y F5) obtuvieron valores entre 5 y 6,6, no existiendo diferencias significativas entre ellas. La formulación F6, obtuvo una mejor puntuación que estas cuatro últimas muestras, pero no mejor que la F1, obteniendo valores entre 6,2 y 7,4.

Respecto a la **intensidad del sabor**, en la encuesta, el valor 1 indicaba muy poca intensidad mientras que un valor de 9 mucha intensidad. Los resultados fueron similares para todas las salchichas, no existiendo diferencias significativas entre ellas. La puntuación que obtuvieron osciló entre 5,6 y 7,3. Aun así, las salchichas consideradas como las más intensas correspondió con las formulaciones F1 (control) y F3 (*Chlorella*), obteniendo mejores puntuaciones que el resto de muestras.

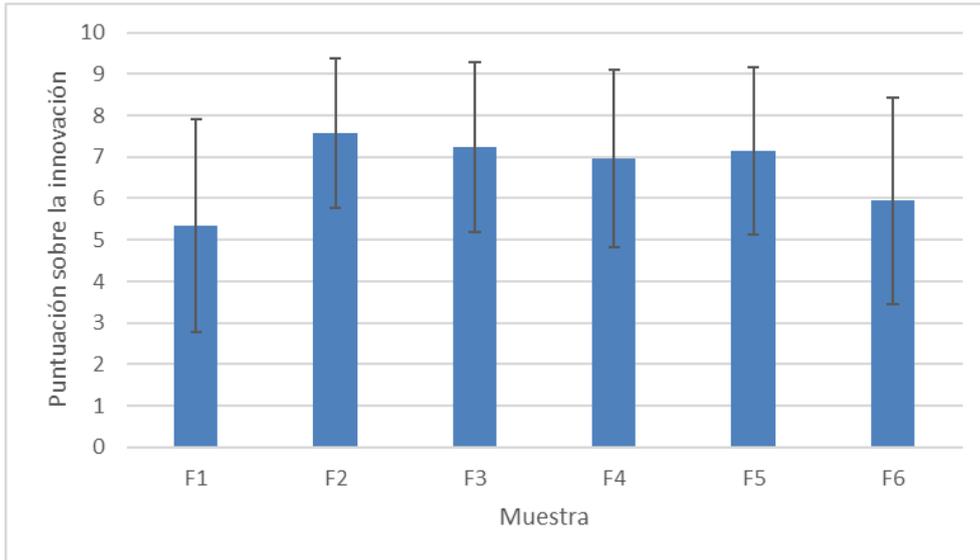
En cuanto a la **textura**, y al igual que en la **jugosidad**, todas las formulaciones presentaron valores similares, sin presentar diferencias significativas. En el caso de la textura, las salchichas obtuvieron valores comprendidos entre 3,3 y 4,8, considerándolas como blandas, y por tanto, confirmando los datos obtenidos en el texturómetro descritos en el apartado I.V.1.3., donde la dureza también presentaba valores bajos. Por parte de la jugosidad, una puntuación de 1 indicaba muy jugoso mientras que una puntuación de 9, muy seca. Los valores fueron similares para todas las formulaciones, presentando valores entre 3 y 4,5. Por lo tanto, las formulaciones podrían considerarse jugosas.

La formulación mejor valorada con respecto a la aceptabilidad global es la F1(control) y F6(solo con chía) no existiendo diferencias entre ellas. La puntuación osciló entre 6,5 y 7,6. El resto de muestras obtuvieron valores similares comprendidos entre 5,7 y 7.



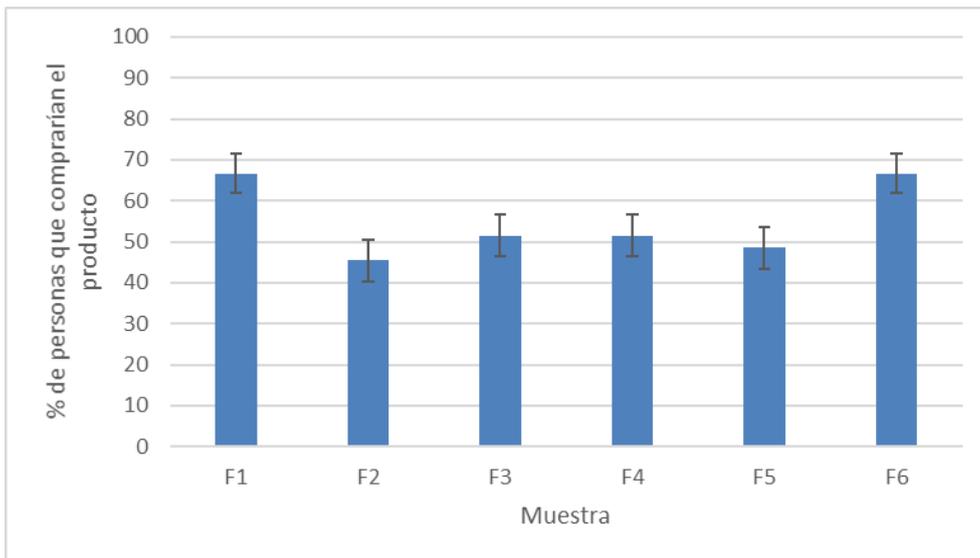
**Figura 23.** Representación de los atributos evaluados en el análisis sensorial

Por parte del atributo innovador (Figura 24), la formulación más innovadora según los catadores fue la formulación 2, elaborada con *Spirulina platensis*, con un valor medio de 7,57 seguida de las formulaciones F3 (*Chlorella*) y F5(*Spirulina* con chía) cuyas valoraciones fueron de 7,24 y 7,15.



**Figura 24.** Representación de los valores obtenidos sobre la innovación de las nuevas formulaciones.

Y, por último, respecto a la **intención de compra** (Figura 25), un 66,6% de los catadores comprarían la formulación 1 y 6 y, un 51,5% comprarían las salchichas elaboradas con *Chlorella* y/o chía. Sin embargo, un 54,5 y un 51,5 % no comprarían las salchichas elaboradas con *Spirulina* y/o con chía (Formulación 2 y 5, respectivamente).



**Figura 25.** Representación del porcentaje de compra de las formulaciones.

## IV.5. Valoración nutricional

Por último, se comparó la composición nutricional de las salchichas testadas con respecto a las salchichas comerciales. Los resultados se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Valoración nutricional de las nuevas formulaciones frente a las salchichas comerciales en 100 g.

	COMERCIAL	F1	F2	F3	F4	F5	F6
<b>ENERGÍA [KCAL]</b>	230,33	109,8	110,62	111,05	113,94	113,51	112,69
<b>PROTEÍNAS [G]</b>	11,83	12,36	12,577	12,557	12,517	12,537	12,32
<b>LÍPIDOS [G]</b>	19,50	6,72	6,6702	6,719	6,87	6,8212	6,871
<b>HIDRATOS DE C. [G]</b>	0,93	0	0,085	0,1	0,579	0,564	0,479
<b>FIBRA [G]</b>	0,00	0	0,0175	0,013	0,393	0,3975	0,38
<b>AGS [G]</b>	6,60	0,456	0,4522	0,7022	0,7996	0,5496	0,5534
<b>C18:2 N6 [G]</b>	0,00	0,26	0,25585	0,25585	0,31055	0,31055	0,3127
<b>C18:3 [G]</b>	0,00	0,042	0,04165	0,04165	0,24455	0,24455	0,2449

Como se puede observar en la tabla 5, la cantidad de agua incorporada (40%) provocó que las salchichas formuladas presentaran una disminución entre el 50% y el 53% de las calorías. Lo mismo ocurrió con respecto a los lípidos, reduciéndolos hasta un 66%. Sin embargo, en cuanto a las proteínas e hidratos de carbono, los valores fueron similares a los contenidos en las salchichas comerciales. El contenido de fibra, ausente en las salchichas comerciales, estuvieron presentes en las nuevas formulaciones (F4, F5 y F6) debido a la incorporación de chía. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 también estaban ausentes en las salchichas comerciales, pero estuvieron presentes en las formulaciones con chía (F4, F5 y F6), ya que es rica en ácido linolénico (Omega-3) y ácido linoleico (Omega-6).

Por lo tanto, se podría decir que las salchichas elaboradas en este trabajo son más saludables desde el punto de vista nutricional debido a la reducción de grasas y al incremento de fibra y ácidos linolénico y linoleico, los cuales proporcionan beneficios para la salud.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se extraen una vez evaluados los parámetros fisicoquímicos, mecánicos y sensoriales para cada una de las formulaciones son:

- I. Las nuevas formulaciones, con respecto a las salchichas comerciales, aumentan el porcentaje de humedad debido a la incorporación de agua (40%), afectando así a la textura. La adición de microalgas y chía no afecta a los parámetros fisicoquímicos. Por lo tanto, podríamos decir que lo que diferencia a las salchichas formuladas con respecto a las salchichas comerciales es el porcentaje de agua añadido.
- II. Respecto a la textura, las nuevas formulaciones afectan a los parámetros de fuerza máxima, dureza, gomosidad, masticabilidad, fracturabilidad y cohesión debido al elevado porcentaje de humedad obtenido. En cuanto a la adhesividad y la elasticidad, no se observa ningún efecto al incorporar una mayor cantidad de agua. La incorporación de microalgas y de chía, no afecta a los parámetros texturales.
- III. Como era de esperar, la adición de *Chlorella* y *Spirulina* modifica sustancialmente el color de las salchichas con respecto al color de las salchichas comerciales. Las formulaciones elaboradas con *Chlorella* presentaron valores en la zona de color verde mientras que las elaboradas con *Spirulina*, se encontraron en la zona del verde-azul.
- IV. Desde el punto de vista **sensorial**, las salchichas mejor valoradas en cuanto a los atributos de color, aspecto visual, sabor y aceptabilidad global son aquellas que no contenían microalgas, pero sí chía. El 66,6% de los consumidores compraría este producto.
- V. En lo que respecta a las salchichas con microalgas todas tiene una aceptabilidad global similar con puntuaciones entre 5.7 y 7 frente las valoraciones entre 6.5-7.6 obtenidas para la formulación que solo contenía chía. En cuanto a la intención de compra las más valoradas son las elaboradas con *Chlorella* independientemente de que lleven o no chía puesto que el 51.5% de los catadores estarían dispuestos a comprarlas.
- VI. Finalmente, los consumidores perciben las salchichas elaboradas con microalgas y chía como productos innovadores puesto que la puntuación recibida para este atributo se sitúa entre 7.15 y 7.57 en una escala de 1 a 9.
- VII. Las salchichas elaboradas con microalgas y/o chía presentan una mejor valoración nutricional respecto a las salchichas comerciales. Las calorías se encuentran entre 109 y 113 kcal/100g, mientras que en las salchichas comerciales los valores son de 203,33 kcal/100g. La cantidad de grasa también se reduce de un 19,5 g a 6,8 g de grasa/100g en las salchichas testadas. Sin embargo, los valores de fibra, omega-3 y omega-6 son mayores en las salchichas formuladas.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- ANTEQUERA, M.T. Y TEJEDA, J.F. *Emulsiones y geles cárnicos*, en: Enciclopedia de la carne.
- ARTEBURN, L.A., OKEN, H.A., HOFFMAN, J.P., BAILEY-HALL, E., CHENG, G., ROM, D., HAMERSLEY, J., & MCCARTHY, D. (2007) *Bioequivalence of docosahexaenoic acid from different algal oils in capsules and in DHA-fortified food*. *Lipids*, In press (DOI: 10.1007/s11745-007-3098-5).
- AYERZA R, W. COATES (2009). *Some quality components of four chia (Salvia hispanica L.) genotypes grown under tropical coastal desert ecosystem conditions*. *Asian J. PlantSci.* 8(4), 301-307.
- AYERZA R. (2010). *Effects of seed color and growing locations of fatty acid content and composition of two chia (Salvia hispanica L.) genotypes*. *Journal of the American Oil Chemists Society.* 87, 1161-1165.
- AYERZA, R. Y WAYNE COATES., 2006. *Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas*. Ed. Del Nuevo Extremo S. A., Buenos Aires, Argentina, 232.
- BANDARRA, N.M.; MONTEIRO, M.; MENDONÇA, E.; LOBO-FERNANDES, H.; & GOUVEIA, L. (in press). *Evaluation of nutritional value of biomass after industrial effluent treatment*. *Journal of Food Technology*.
- BARBUT, S. (1999). *Advances in determining meat emulsion stability*. In Xiong et al., *Kluwer Academic / Plenum Publishers (Eds.), Quality Attributes of Muscle Foods (New York)*. 353-364.
- BARKER DJP. (2003). *Coronary Heart Disease: A Disorder of Growth*. *Hormone Research* 2003;59 (Suppl. 1). 35-41.
- BATISTA, A.P., NUNES, M.C., FRADINHO, P., GOUVEIA, L., SOUSA, I., RAYMUNDO, A. & FRANCO, J.M. (2012). *Novel foods with microalgal ingredients – Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels*. *Journal of food Engineering*,110, 182-189
- BASTIDA, S. (2005). *Dieta equilibrada. ¿Viejos conceptos, nuevas ideas?*, en: *Derivados cárnicos funcionales: Estrategias y perspectivas*. Fundación Española de la Nutrición. Madrid.
- BECKER, E.W. (2004). *Microalgae in human and animal nutrition*. En: Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Microalgal Culture: biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Publishing Ltd., 312-351.
- BECKER, E.W. (2007). *Micro-algae as a source of protein*. *Biotechnology Advances*. Volume 25, Issue 2; 207-210
- BNF (BRITISH NUTRITION FOUNDATION) (1999). *Meat in the diet*. Briefing paper.
- BROWN, M.R., MULAR, M., MILLER, I., FARMER, C., & TRENERRY, C. (1999). *The vitamin content of microalgae used in aquaculture*. *Journal of Applied Phycology*, 11, 247-255.

- BROWN, B.G., X.Q. ZHAO, A. CHAIT, L.D. FISHER, M.C. CHEUNG, J.S. MORSE, A.A. DOWDY, E.K. MARINO, E.L. BOLSON, P. ALAUPOVIC, J. FROHLICH & J.J. ALBERS. (2001). *Simvastatin and niacin, antioxidant vitamins, or the combination for the prevention of coronary disease*. The New England Journal of Medicine 345(22), 1583-1592.
- BØNAA, K.H., BJERVE, K.S., STRAUME, B., GRAM, I.T., & THELLE, D. (1990). *Effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on blood pressure in hypertension*. A population-based intervention trial from the Tromsø study. New England Journal of Medicine, 322, 795-801.
- BONANOME, A. M. D., & GRUNDY, S. M. (1988). *Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels*. N. Engl. J. Med., 318, 1244-1248.
- BOROWITZKA MA, BOROWITZKA LJ (1988). *Dunaliella*. En: Borowitzka MA, Borowitzka LJ (eds) Micro-algal biotechnology. Cambridge University Press, Cambridge, 27–58
- BOROWITZKA, M.A. (1988). *Vitamins and fine chemicals from micro-algae*. In M.A. Borowitzka, and L.J. Borowitzka (Ed), Micro-algal biotechnology (pp. 153-196). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- BOROWITZKA, M.A. (1999). *Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters*. Journal of Biotechnology, 70, 313-321
- BOZA J. J.; JIMÉNEZ J.; ESPINOSA C. Y BOZA J., (1993). *Importancia de los alimentos de origen animal en la dieta humana*.
- BUENO, M., DI SAPIO, O., BAROLO, M., BUSILACCHI, H., QUIROGA, M. Y SEVERIN, C. (2010). *Análisis de la calidad de los frutos de Salvia hispánica L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina)*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 9 (3), 221-227
- BUSHWAY AA, BELYA PR & BUSHWAY RJ. (1981). *Chia seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein*. J Food Sci 46, 1349-1356.
- CARDA, C. (2014). *Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en omega-3 y fibra*. Trabajo final de grado – Universidad Politécnica de Valencia.
- CALDER, P.C. (2004). *Review - n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored*. Clinical Science, 107, 1–11.
- CAMPBELL, C.J. (1997). *The Coming Oil Crisis*. Essex, England: Multi-Science Publishing Company and Petroconsultants.
- CARBAJAL, A. (2005). *Evolución del consumo de carnes y derivados. Factores que condicionan su ingesta y papel nutricional en la dieta española*. Departamento de Nutrición. Universidad Complutense de Madrid.
- CARBAJAL, A. (2005). *Hábitos de consumo de carne de pollo y huevos. Calidad nutricional y relación con la salud*. Departamento de Nutrición. Universidad Complutense de Madrid.
- CERTIK, M., & SHIMIZU, S. (1999). *Biosynthesis and regulation of microbial polyunsaturated fatty acid production*. Journal of Biosciences and Bioengineering, 87, 1-14.

CHAUMONT, D. (1993). *Biotechnology of algal biomass production: a review of systems for outdoor mass culture*. Journal of Applied Phycology, 5, 593-604.

CHIRALT, A., MARTÍNEZ, N., GONZÁLEZ, C., TALENS, P. Y MORAGA, G. *Propiedades físicas de los alimentos*. Ed. Universitat Politècnica de València.

CHIZZOLINI R, ZANARDI E, DORIGONI V & GHIDINI S. (1999) *Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products*. Trends Food Sci Technol; 10, 119-128.

CHO, E.S.; ANDERSON, H.L.; WIXOM, R.L.; HANSEN, K.C. & KRAUSE, G.F., (1984). *Longterm effects of low-histidine intake on men*. Journal of Nutrition, 29, 369-384.

CRAWFORD, M. (2000). *Placental delivery of arachidonic acid and docosahexaenoic acids: implication of the lipid nutrition of preterm infants*. American Journal of Clinical Nutrition, 71, 275S-284S.

DAPCICH V, SALVADOR CASTELL G, RIBAS BARBA L, PÉREZ RODRIGO C, ARANCETA BARTRINA J Y SERRA MAJEM LL. (2004). *Guía de la alimentación saludable*. Editado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Madrid.

DE LA JARA VALIDO, A.; PORTILLO HAHNEFELD, E.; CLEMENTE JANERIO ASSUNÇÃO, P.; FREIJANES PRESMANES, K.; CARMONA DUARTE, L. Y MENDOZA GUZMAN, H. (2013). *Microalgas y snacks, un futuro conjunto*. Tecnifood. La revista de la tecnología alimentaria, Septiembre/Octubre: 56-59.

DORADO, M.; MARTÍN-GÓMEZ, E. M.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F., & MASOUD, T.A. (1999). *Cholesterol and fat contents of Spanish commercial pork cuts*. Meat Sci., 51, 321-323.

DUFOSSÉ, L., GALAUP, P., YARON, A., ARAD, S.M., BLANC, P., MURTHY, K.N.C., & RAVISHANKAR, G.A. (2005). *Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality?* Trends in Food Science and Technology, 16, 389-406.

DURÁN, L.; FISZMAN, S.M. Y BENEDITO, C. (2001). *Propiedades mecánicas y empíricas*. En: Métodos para medir Propiedades Físicas en Industrias de Alimentos. Eds Acribia, S.A. Zaragoza (España). 147-187

DUTTA, D., DE, D., CHAUDHURI, S., & BHATTACHARYA, S.K. (2005). *Hydrogen production by Cyanobacteria*. Microbial Cell Factories, 4, 36-46.

España. Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos. Boletín Oficial del Estado, 18 de junio de 2014, núm. 147, Sec. I, 46058-46078.

FAO/WHO (1973). *Energy and Protein Requirements*. Report of Joint FAO/WHO ad hoc Expert Committee. Technical Report Series NQ 552 FAO. Nutriüon MeeíngReport Series 52 WHO. Roma.

FEINER, G. (2006). *Meat products handbook*. Woodhead Publishing limited. Cambridge, Reino Unido.

FISCHER, A. (1994). IV tecnología de la producción y elaboración de productos cárnicos. En: Tecnología e higiene de la carne. Editado por Prändl, O., Fischer, A., Schimodhofer, T. & Sinell, H.J., Eugen, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 511-543.

FORREST, J. C., ABERLE, E. D., HEDRICK, H. B., JUDGE, M. D., & MERKEL, R. A. (1975). *Principles of meat processing*. In *Principles of meat science* (190–226). San Francisco: W.H. Freeman and Company.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN (2001). *La carne de vacuno en la alimentación humana*. Serie “DIVULGACIÓN”, Nº 16. Madrid.

GARCÍA-REYES, M. (2015). *Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y omega-3*. Universidad Politécnica de Valencia

GIBSON, S., & ASHWELL, M. (1997). *New vitamin D values for meat and their implications for vitamin intake in British adults*. Proc. Nutr. Soc., 56/1A:116A.

GIBSON, S., & ASHWELL, M. (2003). *The association between red and processed meat consumption and iron intakes and status among British adults*. Public Health Nutr., 6, 341-350.

GHYS, A., BAKKERE, E., HORNSTRA, G. & VAN DER HOUT, M. (2002). *Red blood cell and plasma phospholipid arachidonic and docosahexaenoic acid levels at birth and cognitive development at 4 years of age*. Early Human Development, 69, 83-90.

GORDON, A., & BARBUT, S. (1992). *Mechanisms of meat batter stabilization: A review*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 32 (4), 299-332

GOUVEIA, L.; BATISTA, A.P.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. & BANDARRA, N.M. (2008). *Microalgae in Novel Food Products*. *Food Chemistry Research Developments*, chapter 2

GOUVEIA, L.; BATISTA, A.P.; MIRANDA, A.; EMPIS, J. & RAYMUNDO, A. (2007). *Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter cookies*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 8, 433-436.

HAREL, M., & CLAYTON, D. (2004). *Feed formulation for terrestrial and aquatic animals*. US Patent 20070082008 (WO/2004/080196).

HEIRD, W.C.; NICHOLSON, J.F.; DRISCOLL Jr, J.M.; SCHULUNGER, N.J. & WINTERS, R.N., (1972). *Hyperammonemia resulting from intravenous alimentation using a mixture of synthetic L-amino acids*. A preliminary report. J. Pediatr., 81, 162-165.

HIGGS, JD. (2000). *The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality*. Trends Food Sci. Technol., 11, 85-95.

JIMÉNEZ COLMENERO, F., CARBALLO, J. & COFRADES, S. (2001). *Healthier meat and meat products: Their role as functional foods*. Meat Sci. 59, 5-13.

JIMÉNEZ COLMENERO F. (2004). *Estrategias tecnológicas en el desarrollo de productos cárnicos funcionales*. En: La Carne y Productos Cárnicos como Alimentos Funcionales. Editado por F. Jiménez Colmenero, F. J. Sánchez-Muniz and B. Olmedilla, Madrid. 75-90.

- JIMÉNEZ COLMENERO, F. Y OLMEDILLA, B. (2005). *Productos cárnicos funcionales preparados con nuez*. Agrocsic.
- KATO, T. (1994). *Blue pigment from Spirulina*. *New Food Industry*, 29, 17-21
- KOLLER, M., MUHR, A. & BRAUNEGG, G. (2014). *Microalgae as versatile cellular factories for valued products*. *Algal Research* 6, 52-63
- LEE, Y.K. (1997). *Commercial production of microalgae in the Asia–Pacific rim*. *Journal of Applied Phycology*, 9, 403–411.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Indicadores económicos 2013 del sector vacuno, ovino, caprino y aves*.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2017). *Informe del consumo de alimentación en España 2016*. Madrid.
- 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 hispánica L*. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*.
- MONTPLET Y ESTEBAN SA. *Carne y productos cárnicos*. *Métodos analíticos en alimentaria*. 26-27
- MORALES J, VALENZUELA R, GONZÁLEZ D, GONZÁLEZ M, TAPIA G, SANHUEZA J Y VALENZUELA A. (2012) *Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa linolénico: una visión crítica*. *Rev Chil Nutr*. 39, 79-87 .
- MOREIRAS O, CARBAJAL A, CABRERA L Y CUADRADO M. (editores). (2005). *Tablas de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide. Madrid.
- N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989). *Recommended Dietary Allowances*. National Academy of Science. Washington.
- NEWSHOLME, F.A. Y LEECH, A.R. (1987). *Bioquímica Médica*. Ed. Interamericana. México.
- OLAIZOLA, M. (2003). *Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the marketplace*. *Biomolecular Engineering*, 20, 459-466.
- OLMEDILLA-ALONSO B, JIMÉNEZ-COLMENERO F & SÁNCHEZ-MUNIZ F. (2013). *Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods*. *Meat Sci*; 95, 919-30.
- OLMEDILLA-ALONSO, B. Y JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2014). *Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables*. ICTAN-CSIC. Madrid. España.
- ÖTLES, S. & PIRE, R. (2001) *Fatty acid composition of Chlorella and Spirulina microalgae species*. *J. AOAC Int* 84:6, 1708-1714
- OVESEN, L.; BROTH, C., & JAKOBSEN, J. (2003). *Food contents and biological activity of 25 hydroxyvitamin D: a vitamin D metabolite to be reckoned with?*. *Ann. Nutr. Metab.*, 47, 107-113.

PINTO, J.A, Y CARBAJAL, A. (2003). *La dieta equilibrada, prudente o saludable* Vol. 1. Colección Nutrición y Salud. Servicio de Promoción de la Salud. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid.

PLAZA, M.; HERRERO, M.; CIFUENTES, A.; & IBÁÑEZ, E. (2009). *Innovative natural functional ingredients from microalgae*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57, 7159-7170.

PULZ, O. & GROSS, W. (2004). *Valuable products from biotechnology of microalgae*. Applied Microbiology and Biotechnology 65, 635-648.

RADMER, R.J., & PARKER, B.C. (1994). *Commercial applications of algae: opportunities and constraints*. Journal of Applied Phycology, 6, 93-98.

RATLEDGE C (2010) *Single cell oils for the 21st century*. In: Cohen Z, Ratledge C (eds) Single cell oils. Microbial and algal oils. AOCS Press, Urbana, 3–26

RICHMOND, A. (1986). Handbook of Microalgal Mass Culture

ROBERFROID, M. B. (2000). *Concepts and strategy of functional food science: the European perspective*. Am J Clin Nutr 71, 1660S-1664.

SÁNCHEZ-MUNIZ, F.J. (2005). *Nuevos alimentos. Realidad y perspectivas de la carne y sus derivados como alimentos funcionales*. Fundación Española de la Nutrición. Madrid

SHIMAMATSU, H. (2004). *Mass production of Spirulina, an edible microalga*. Hydrobiologia, 512, 39-44.

SIDHU, K.S. (2003). *Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil*. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38, 336-344.

SILVA, C., GARCIA, V.A.S. & ZANETTA, C.M. (2016). *Chia, oil extraction using different organic solvents: oil yield, fatty acids profile and technological analysis of defatted meal*. International Food Research Journal 23(3), 998-1004.

SIMOPOULOS, A.P. (1999) *Essential fatty acids in health and chronic disease*. Amer J Clin Nutr 70(3), 560S-569S.

SIMOPOULOS, A.P. (2002). *The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids*. Biomedicine and Pharmacotherapy, 56, 365-379.

SCHMIDHOFER, T. 1994. *Métodos analíticos*. Tecnología e higiene de la carne, Parte E. Acribia, Zaragoza.

SPOLAORE, P., JOANNIS-CASSAN, C., DURAN, E. & ISAMBERT, A. (2006). *Commercial applications of Microalgae*. Journal of Bioscience and bioengineering, 101. No. 2, 87-96

THIES, F., GARRY, J.M., YAGOOB, P., RERKASEM, K., WILLIAMS, J., SHEARMAN, C.P., GALLAGHER, P.J., CALDER, P.C., & GRIMBLE, R.F. (2003). *Association of n-3 polyunsaturated fatty acids with stability of atherosclerotic plaques: a randomized controlled trial*. Lancet, 361, 477-485.

TORRES, J.D., GONZÁLEZ, K.J. Y ACEVEDO, D. (2014). *Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos*. Revista ReCiTeIA

VAN DEN BERG, H, FAULKS, R., GRANADO, H.F., HIRSCHBERG, J., OLMEDILLA, B., SANDMANN, G., SOUTHON, S., & STAHL, W. (2000). *The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 880-912.

VALSTA, L.M.; TAPANAINEN, H. & MANNISTO S. (2005) *Meat fats in nutrition*. A review. Meat Science.

WROBLE, M., MASH, C., WILLIAMS, L., & MCCALL, R.B. (2002). *Should long chain polyunsaturated fatty acids be added to infant formula to promote development?* Applied Developments in Phychology, 23, 99-112.

YAMAGUCHI, K. (1997). *Recent advances in microalgal bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites*. A review. Journal of Applied Phycology, 8, 487-502.

## ANEXO A

### Primera parte de la Cata:

Gracias por participar, su opinión es muy valiosa. Esta sesión tiene como objetivo evaluar la preferencia respecto a diferentes formulaciones de salchichas de pollo cocidas. En primer lugar, para conocerle un poco más, le consultaremos según sus hábitos de consumo sobre las salchichas cocidas.

¿Consumes habitualmente salchichas cocidas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Sí, habitualmente (1 a 3 veces por semana).
- Sí, ocasionalmente (1 a 3 días al mes).
- No, porque me parecen poco saludables.
- No, porque no porque me parecen muy calóricas
- No, por el precio.
- No, otros motivos. Si desea puede especificar \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de salchichas cocidas consumes?

- cerdo
- pollo
- pavo
- otras: \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de salchichas cocidas te parecen más sanas?

- cerdo
- pollo
- pavo
- otras: \_\_\_\_\_

¿Cuándo y dónde consumes salchichas cocidas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- en casa para cenar solo o en pareja
- en casa para comer solo o en pareja
- en restaurantes de comida rápida
- en comidas/cenas con amigos
- en casa para comer en familia
- en casa para comer en familia
- en el trabajo
- cuando voy de viaje/excursión
- Otras: \_\_\_\_\_

¿Por qué las consumes? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Porque te gustan
- Porque son sanas
- Porque son fáciles de preparar

Otras: \_\_\_\_\_

¿Las consideras un alimento sano y equilibrado?

si

no

no sabe/no contesta

Puede indicarnos su edad:

18-25 años.

25-35 años.

35-50 años.

Más de 50 años.

¿A qué género pertenece?:

Hombre.

Mujer.

## Segunda Parte de la Cata:

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

MUESTRA: \_\_\_\_\_

A continuación, probarás 6 tipos de salchichas. Sigue las instrucciones de este cuestionario.

1. **OBSERVA LA MUESTRA** y por su aspecto visual y olfativo contesta la siguiente pregunta. ¿De qué sabor/ De qué crees que está hecha esta salchicha?.....

• El **color** le resulta

Nada apetecible				5	Muy apetecible					

• El **aspecto visual** le resulta

Nada apetecible				5	Muy apetecible					

2. Ahora **PRUÉBALA** y contesta las siguientes preguntas:

• El **sabor** le resulta:

Totalmente desconocido				5	Totalmente conocido					

• Con respecto a la **intensidad de sabor** valora como

Muy poco intenso				5	Muy intenso					

• El **sabor** le resulta:

Totalmente rechazable				5	Totalmente aceptable					

• Con respecto a la **textura**, ésta le resulta

blanda				5	dura					

• Con respecto a la **jugosidad**, ésta le resulta

Muy jugosa				5	Muy seca					

• En vista de todas las características de las salchichas, valora la **aceptabilidad global** como:

Totalmente rechazable				5	Totalmente aceptable					

3. ¿Cuánto de **INNOVADOR** le resulta este producto?

Nada innovador				5	Muy innovador					

• ¿Compraría el producto? SI  NO