



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS COMO ALIMENTOS FUNCIONALES.”

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

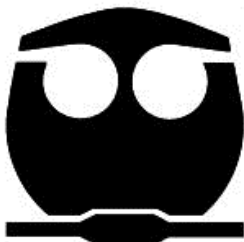
QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA:

FIDEL DE JESÚS HERNÁNDEZ RICO

ASESOR: JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

Ciudad Universitaria, CDMX. 2022





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: ALATORRE GARCÍA GABRIELA**
VOCAL: **Profesor: RAMÍREZ OREJEL JUAN CARLOS**
SECRETARIO: **Profesor: HERNÁNDEZ BRIONES VERÓNICA**
1er. SUPLENTE: **Profesor: FONSECA LARIOS RODOLFO**
2º SUPLENTE: **Profesor: GODINEZ RODRIGUEZ JOSE LUIS**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Laboratorio II, Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

ASESOR DEL TEMA:

JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

SUSTENTANTE:

FIDEL DE JESÚS HERNÁNDEZ RICO

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS PARTICULARES	9
CAPÍTULO 1. CONSUMO DE CARNE EN MÉXICO	10
1.1.1 PANORAMA DE PRODUCCIÓN DE CARNE A NIVEL INTERNACIONAL.	10
1.1.2 CONSUMO PER CÁPITA INTERNACIONAL	10
1.1.3 CONSUMO INTERNACIONAL	15
1.1.4 PRODUCCIÓN INTERNACIONAL	18
1.2.1 SECTOR CÁRNICO NACIONAL	22
1.2.2 CONSUMO PER CÁPITA NACIONAL	22
1.2.3 CONSUMO NACIONAL	23
1.2.4 PRODUCCIÓN NACIONAL	23
1.2.5 BOVINO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL	24
1.2.6 PORCINO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL	25
1.2.7 POLLO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL	26
1.3.1 CARNES FRÍAS	27
1.3.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL	27
1.3.3 PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS OBTENIDOS COMO CARNES FRÍAS	28
CAPÍTULO 2. LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS EN SU ENFOQUE COMO ALIMENTO FUNCIONAL	32
2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONSUMO DE CARNE SOBRE LA SALUD	32
2.2 PRODUCTOS CÁRNICOS COMO ALIMENTOS FUNCIONALES	35
2.3 REGULACIÓN DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES	40
2.4 ESTRATEGIAS ENCAMINADAS AL DESARROLLO DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS MÁS SALUDABLES Y FUNCIONALES	41
2.4.1 PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL	42
2.4.2 PROCESOS DE REFORMULACIÓN	43
2.4.3 DISEÑO DE ALIMENTOS FUNCIONALES	44
CAPÍTULO 3. REFORMULACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS	47
3.1 REDUCCIÓN O ELIMINACIÓN DE COMPONENTES CON IMPLICACIONES NEGATIVAS PARA LA SALUD	48
3.1.1 SODIO	48

3.1.2 FOSFATOS	49
3.1.3 SALES NITRIFICANTES O NITRITOS	49
3.1.4 REDUCCIÓN DE COLESTEROL.....	50
3.1.5 REDUCCIÓN DE CALORÍAS	51
3.2 REFORMULACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN RELACIÓN CON SU CONTENIDO LIPÍDICO	51
3.2.1 REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE GRASA ANIMAL.....	52
3.2.2 MEJORA DEL PERFIL LIPÍDICO.	53
3.3 INCORPORACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES.....	54
CAPÍTULO 4. INCORPORACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES	55
4.1 PRODUCTOS CÁRNICOS ENRIQUECIDOS CON FIBRA DIETARIA	55
4.1.1 BENEFICIOS DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DIETARIA	55
4.1.2 FIBRA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS	56
4.2 PRODUCTOS CÁRNICOS ENRIQUECIDOS CON ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3.....	60
4.2.1 BENEFICIOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3	60
4.2.2. ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS.....	61
4.3 PRODUCTOS CÁRNICOS CON ANTIOXIDANTES DE ORIGEN NATURAL	63
4.3.1 BENEFICIOS DE LA ADICIÓN DE ANTIOXIDANTES NATURALES	63
4.3.2 ANTIOXIDANTES EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS.....	64
4.4 PRODUCTOS CÁRNICOS CON PROBIÓTICOS.....	68
4.4.1 BENEFICIOS DE ADICIONAR PROBIÓTICOS	68
4.4.2 MICROORGANISMOS EN PRODUCTOS CÁRNICOS	69
4.5 MINERALES EN PRODUCTOS CÁRNICOS	71
4.5.1 BENEFICIOS DE ADICIONAR MINERALES.....	71
4.5.2 MINERALES EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS.....	71
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA.....	73
CONCLUSIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA	84

RESUMEN

A nivel mundial la población se ve cada vez más afectada por enfermedades crónicas degenerativas como la obesidad y la diabetes, problemas que generalmente son consecuencia de una alimentación no equilibrada. Una solución para combatir esto es la producción de alimentos funcionales, los cuales, más allá del aporte nutrimental, proporcionan beneficios fisiológicos al consumidor y pueden disminuir el riesgo de contraer enfermedades crónicas. La carne representa un buen nicho del mercado alimenticio para diseñar alimentos funcionales, ya que aporta numerosos nutrimentos y se consume ampliamente en algunos sectores de la población. Además, esto representa una oportunidad para mejorar la imagen negativa a la cual se le ha asociado: altos niveles de grasa saturada y colesterol. En los últimos años la nutrición y ciencia de los alimentos se han encargado de estudiar la relación que existe entre la salud y el consumo de los productos cárnicos, dando como resultado que una ingesta de alimentos saludable ayuda a mejorar e, incluso, a prevenir algunas enfermedades crónicas. La alimentación saludable está basada en combinaciones de alimentos, nutrientes y adición de ingredientes que proveen ciertos beneficios para la salud.

El objetivo del presente trabajo fue investigar, revisar y analizar los avances relevantes sobre la carne y los “productos cárnicos funcionales”, los beneficios de consumir la carne y sus derivados para tener una alimentación más saludable, aumentar su consumo y cambiar la perspectiva negativa que la población tiene sobre riesgos que existen al consumirlos. La investigación se realizó en el Laboratorio II, Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. y se encontraron como principales resultados: datos sobre el consumo per cápita a nivel nacional e internacional de carne de bovino, cerdo y pollo, así como datos sobre el consumo y producción de estos tipos de carne en México, pero principalmente productos que han sido reformulados y sometidos a prueba teniendo resultados positivos sobre su aceptación con los consumidores. Finalmente se encontró que la carne y los productos cárnicos son una buena fuente para desarrollar productos con una connotación de salud e importantes tanto para la industria cárnica, como para el mercado de este tipo de alimentos funcionales. Ya que los

productos cárnicos con inclusión de diferentes ingredientes funcionales como fibras, aceites vegetales, antioxidantes y minerales ofrecen una alternativa más, en la variedad de productos que podrían denominarse como funcionales.

INTRODUCCIÓN

La carne de cualquier especie, junto con la leche y el huevo, es considerada una excelente fuente de aminoácidos esenciales debido a la abundancia de proteínas de alto valor biológico que contiene. Así mismo, brinda a nuestra dieta vitaminas del complejo B, hierro, zinc y selenio (Arihara, 2006; Toldrá y Reig, 2011).

La carne es un alimento altamente consumido a nivel internacional, debido a que es considerada una de las principales fuentes de proteína de origen animal. La transformación de la carne en productos cárnicos se ha realizado desde tiempos remotos con el fin de conservarla, dando como resultado los llamados embutidos o carnes procesadas. El consumo de la carne procesada ha ido en aumento debido a practicidad que brinda a los consumidores (Biesalski, 2005).

Tradicionalmente, la carne es un alimento de gran valor nutricional, cuyo consumo era relacionado con buena salud. 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 nuestra sociedad (cardiovasculares, cáncer, hipertensión y obesidad) (Jiménez Colmenero, 2004), es decir, algunos estudios asocian a la carne, y sus derivados, con el riesgo de padecer enfermedades crónico degenerativas (Ashaye *et al.*, 2011; Sinha *et al.*, 2009). Se puede añadir que la carne es un alimento reducido en carbohidratos por lo cual presenta un índice glicémico bajo, siendo esto benéfico en la prevalencia de obesidad, desarrollo de diabetes y cáncer (Biesalski, 2005).

Por otro lado, la carne de algunas especies y sus derivados tiene una imagen negativa, debido principalmente a su contenido en grasas saturadas, colesterol y sodio, los cuales han sido relacionados con enfermedades crónicas como obesidad, trastornos cardiovasculares, hipertensión arterial, diabetes y algunos tipos de cáncer (Verma *et al.*, 2010). El tipo y cantidad de grasa de la carne, así como también el contenido de sodio en el caso de los productos cárnicos, son los principales componentes de carne y derivados que consumidos en cantidades no adecuadas se asocian con el aumento del riesgo cardiovascular, la

Organización Mundial de la Salud (OMS) señala como recomendación no superar un consumo de 2500mg/día o bien no consumir al día más de 6g de sal, y consumir entre 60 y 80 gramos de grasa al día (Abete *et al.*, 2014). Aunque también hay otros factores relacionados con el estilo de vida: el sedentarismo, tabaquismo o consumo de alcohol, que influyen en este tipo de enfermedades (García-Quismondo, 2016; Sánchez-Muniz, 2016).

Las estrategias genéticas y nutricionales se han empleado para alterar la composición de la canal, y por tanto la de los cortes comerciales disponibles han hecho posible: reducir el nivel de grasa y colesterol, alterar el perfil de ácidos grasos, e incrementar la presencia de antioxidantes y minerales (Jiménez Colmenero, 2004).

En los últimos años, los investigadores dentro de la industria alimenticia han identificado el desarrollo de alimentos funcionales como una de las áreas de mayor interés (Bigliardi *et al.*; 2013). Los alimentos funcionales han surgido como una respuesta a la conciencia de la salud y la nutrición que han desarrollado los consumidores. Este tipo de alimentos es un enfoque nuevo que busca alcanzar un mejor estado de salud, reduciendo el riesgo de contraer enfermedades (Harthwar *et al.*, 2012).

Es por ello que la reformulación de productos cárnicos es una excelente opción para el desarrollo de alimentos funcionales ya que además del valor intrínseco que puede aportar el alimento como tal se pueden incorporar compuestos bioactivos con efectos benéficos sobre la salud del consumidor.

La demanda por este tipo de alimentos ha aumentado en los últimos años debido al constante incremento en el costo del cuidado de la salud, el aumento en la esperanza de vida y el deseo de la gente mayor por mejorar su calidad de vida durante sus últimos años (Siró *et al.*, 2008). De hecho, se ha visto que los consumidores de mayor edad tienen mayor disposición a consumir alimentos funcionales que aquellos consumidores más jóvenes (Siegrist *et al.*, 2008; Siró *et al.*, 2008).

OBJETIVO GENERAL

- Investigar, revisar y analizar los avances relevantes sobre la carne y los “productos cárnicos funcionales”, los beneficios de consumir la carne y sus derivados para tener una alimentación más saludable, aumentar su consumo y cambiar la perspectiva negativa que la población tiene sobre los riesgos que existen al consumirlos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Exponer los motivos por los cuales la carne es una buena matriz de acuerdo con su consumo para desarrollar alimentos funcionales, con el fin de elaborar productos cárnicos "más saludables" y poder diseñar estrategias que brinden efectos positivos de manera más efectiva para satisfacer las necesidades de las personas.
- Discutir los efectos que produce el consumo de compuestos bioactivos sobre la salud del ser humano y justificar por qué son adecuados para utilizarse como pilar de los productos cárnicos funcionales.
- Analizar diferentes estrategias empleadas para modificar u optimizar la composición de la carne y de los productos cárnicos dirigida a obtener alimentos, que con base a la presencia o ausencia de determinados compuestos bioactivos contribuyan a presentar propiedades nutricionales benéficas y a la mejora de la salud y el bienestar o a la reducción del riesgo de enfermedades.
- Analizar la reformulación de productos cárnicos y revisar los resultados benéficos que se han obtenido al utilizarla y al incorporar diferentes compuestos bioactivos.
- Evaluar las posibles variables a utilizar para presentar el desarrollo de derivados cárnicos y proponer tipos de compuestos bioactivos para poder obtener productos cárnicos funcionales que ayuden a mejorar la calidad de vida.

CAPÍTULO 1. CONSUMO DE CARNE EN MÉXICO

La proteína cárnica es parte primordial de una dieta equilibrada por ser fuente de aminoácidos, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo humano.

El consumo de carne, particularmente de res, cerdo y pollo (ave), se remonta a la antigüedad y sigue siendo un estilo de vida dominante en la sociedad moderna y debido a su apreciado sabor, se consume en gran medida en casi todo el mundo (Jiang y Xiong , 2016).

Es por eso que definimos a la carne como la parte comestible de los músculos de animales sacrificados en condiciones higiénicas que incluye vaca, oveja, cerdo, cabra, caballo y camélidos sanos, y se aplica también a animales de corral, caza, de pelo y plumas y mamíferos marinos, declarados aptos para el consumo humano, por otro lado los productos cárnicos están elaborados principalmente con carne de una o varias especies de animales de abasto. A dichos alimento a veces se le agregan grasas y condimentos. Además, estos productos pasan por un tratamiento de desecación, cocción, salazón, embutido o algún otro proceso de transformación, y finalmente las carnes frías como el tocino, las salchichas, el jamón que son productos listos para su consumo, estos productos se hacen comúnmente de carne de res, cerdo, pollo y pavo, y han sido preparados para que podamos consumirlos de forma fácil y segura (Comecarne, 2018).

1.1.1 PANORAMA DE PRODUCCIÓN DE CARNE A NIVEL INTERNACIONAL.

1.1.2 CONSUMO PER CÁPITA INTERNACIONAL

De acuerdo con el Consejo Mexicano de la Carne 2018 el consumo per cápita de carne a nivel internacional donde el principal país consumidor era Hong Kong con 186 kg, seguido de Estados Unidos con 117 kg y Argentina con 115 kg, aquí México se encontraba en el lugar número 13 con 65 kg (Figura 1).

En la figura 1.1, se observa que hasta el año 2018, Argentina se encontraba como el principal consumidor per cápita con 55 kg, seguido de Estados Unidos y Brasil con 37 kg en ambos países y México que se encontraba en el sexto lugar con 14 kg.

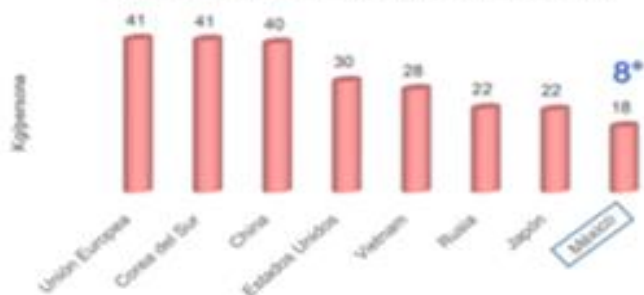
Con respecto a la carne de cerdo, los principales consumidores eran la Unión Europea y Corea del Sur, con un consumo per cápita de 41 kg y China con 40 kg, mientras que México se encontraba en el lugar número 8 con 18 kg.

Finalmente, el consumo per cápita de carne de pollo Estados Unidos se encontraba en el primer lugar con 50 kg, Brasil con 47 kg y Argentina con 46 kg, al igual que México que se posicionaba en el quinto lugar con 33 kg.

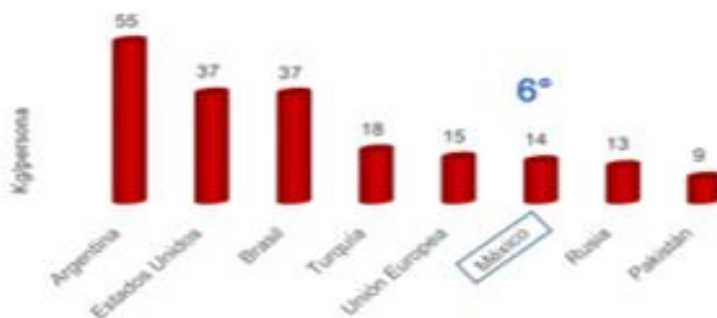
En resumen, en cuanto al consumo per cápita de carne en 2018, Estados Unidos, Brasil y Argentina eran los principales países consumidores de carne de pollo y bovino, con respecto a la carne de cerdo la Unión Europea y los países orientales son los principales consumidores. En México se consume en mayor cantidad la carne de pollo, seguida de la carne de cerdo y con menor consumo la carne de bovino.



Consumo per cápita de carne de cerdo - 2018



Consumo per cápita de carne de bovino - 2018



Consumo per cápita de carne de pollo - 2018



Figura 1.1 Consumo per cápita internacional de carne (Comecarne, 2018).

Lo mencionado anteriormente se refleja en la Figura 1.2, 1.3 y 1.4 en las cuales se observa la tendencia del consumo per cápita internacional que viene desde el año 2013 hasta 2018.

En la Figura 1.2 de acuerdo con los datos del Consejo Mexicano de la Carne 2018 se muestra como Argentina a pesar de tener una tendencia a la baja del consumo de carne de bovino sigue siendo el principal consumidor de este tipo de carne, mientras que Brasil y Estados Unidos han mantenido un consumo estable durante los últimos años, al igual que México.

En la Figura 1.3 y 1.4 se muestran el consumo per cápita de carne de cerdo y pollo respectivamente, las cuales muestran una tendencia de crecimiento en prácticamente todos los países potencialmente consumidores de carne de cerdo y pollo.

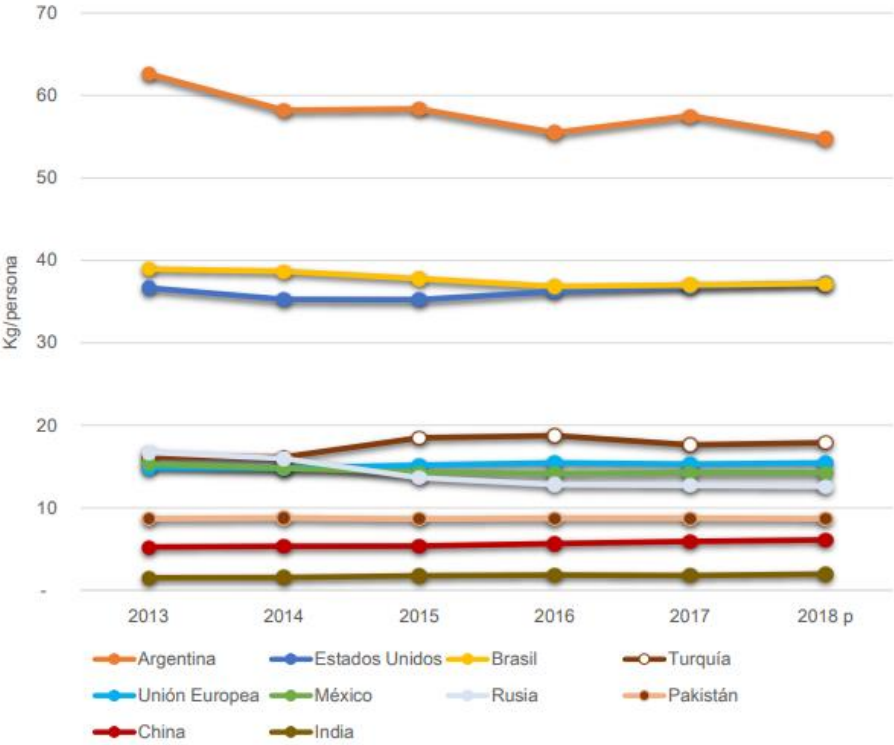


Figura 1.2. Consumo per cápita internacional de carne de bovino (Comecarne, 2018).

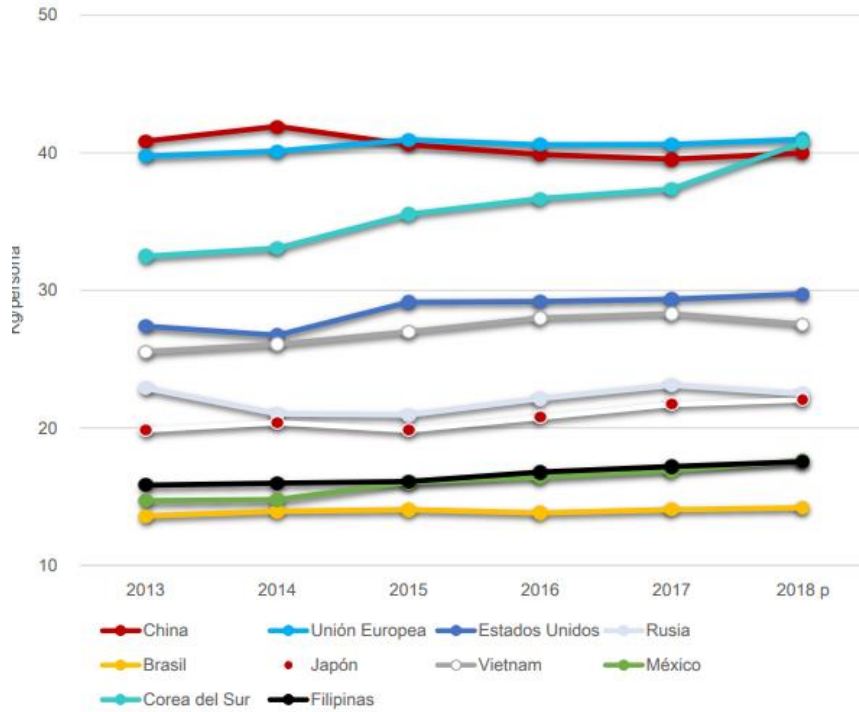


Figura 1.3. Consumo per cápita internacional de carne de cerdo (Comecarne, 2018).

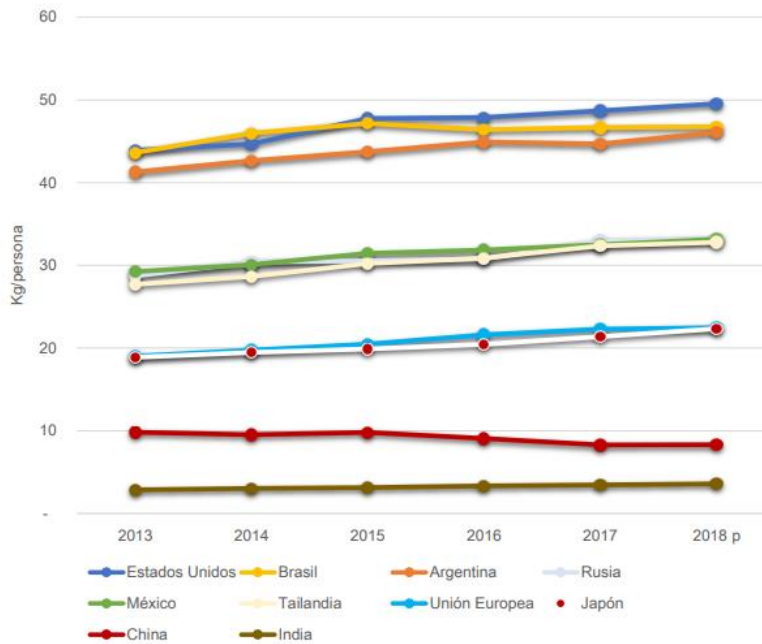


Figura 1.4. Consumo per cápita internacional de carne de pollo (Comecarne, 2018).

1.1.3 CONSUMO INTERNACIONAL

De acuerdo con (Comecarne, 2018) el consumo internacional de carne en el año 2018 llegó a más 267 millones de toneladas partiendo del año 2013 con aproximadamente 250 millones de toneladas, por lo que de 2013 a 2018 hubo un aumento de aproximadamente 17 millones de toneladas dicha tendencia que en la Figura 1.5 seguirá aumentando su consumo durante los siguientes años. Además, se indica que el tipo de carne que se consumía en mayor cantidad es la de cerdo seguido de la carne de pollo, mientras que la carne de bovino es la que menor consumo tenía. Del porcentaje total del consumo internacional China era el mayor país consumidor de carne con un 28.4% (75 836 toneladas) mientras que México consumía el 3.2% (8 545 toneladas) del porcentaje total.

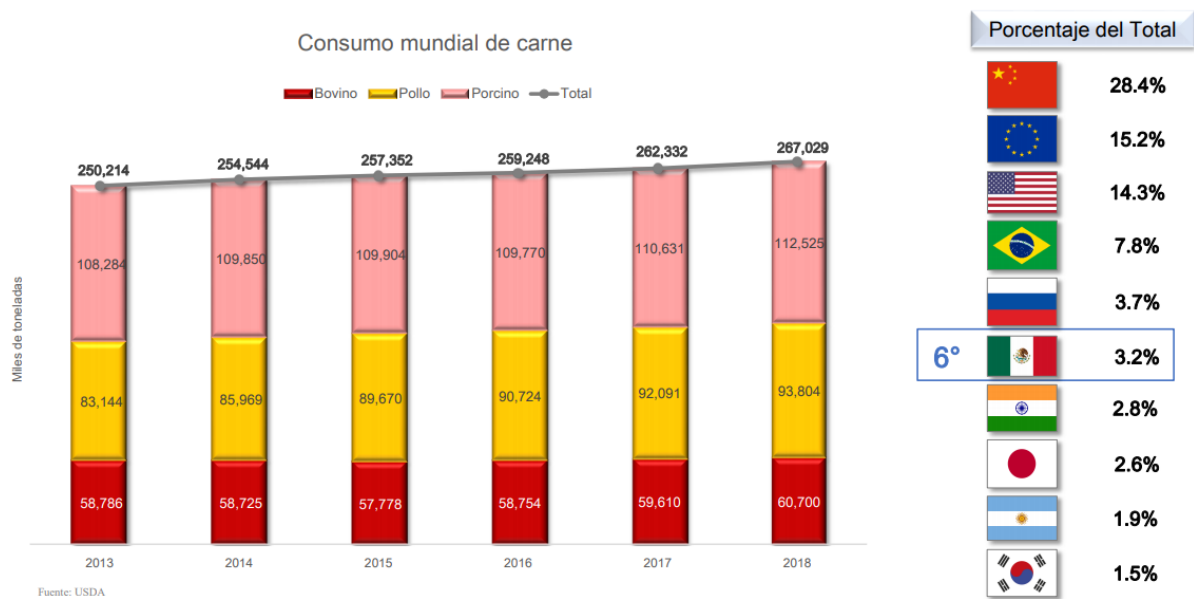


Figura 1.5. Consumo internacional de carne (Comecarne, 2018).

En la Figura 1.6 se muestra la gráfica con datos sobre el consumo de carne de bovino en 2018 en la que se observa que Estados Unidos era el principal consumidor de este tipo de carne con 12.2 millones de toneladas acompañado de China, la Unión Europea y Brasil. México se encontraba en el séptimo sitio con un consumo de 1.8 millones de toneladas, los diez países que se mencionan en esta Figura representaron el 80% del consumo total, es decir, alrededor de 48.5 millones de toneladas, de los cuales a Estados Unidos se le adjudicaba el 20.1% del consumo total y a México el 3.07%.

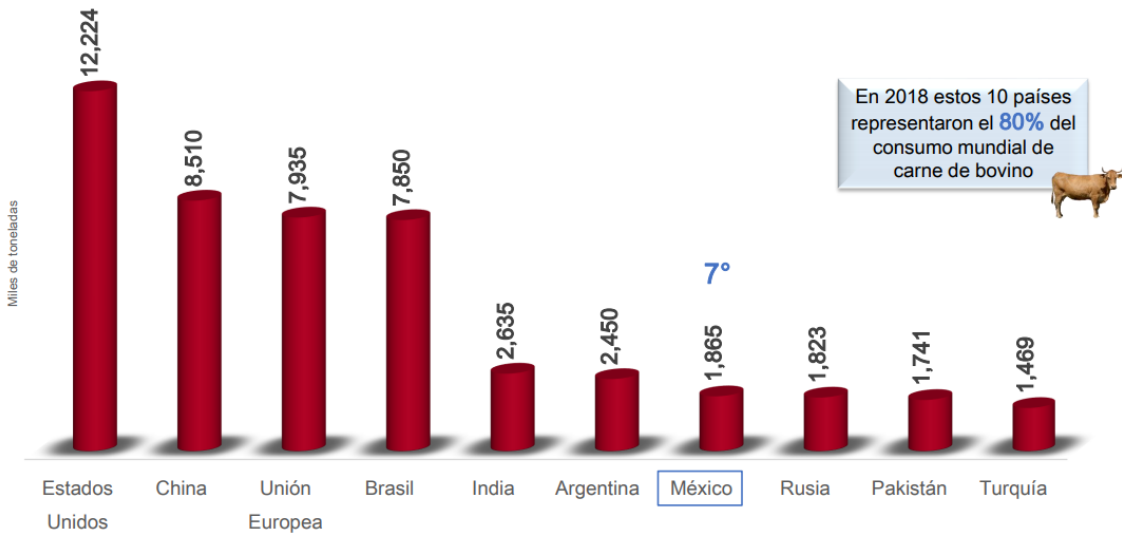


Figura 1.6. Consumo internacional de carne de bovino (Comecarne, 2018).

En la Figura 1.7 se muestran los datos sobre el consumo internacional de carne de cerdo. China era el principal consumidor con 55.7 millones de toneladas junto con la Unión Europea y Estados Unidos, en el consumo de este tipo de carne México ocupaba el octavo sitio dentro de los diez principales países consumidores, estos países representaron el 93 % del consumo total de carne de cerdo, cerca de 105 millones de toneladas, donde China consumía el 49.5 % (55.7 millones de toneladas) mientras que México consumía el 2.05 % (2.3 millones de toneladas).

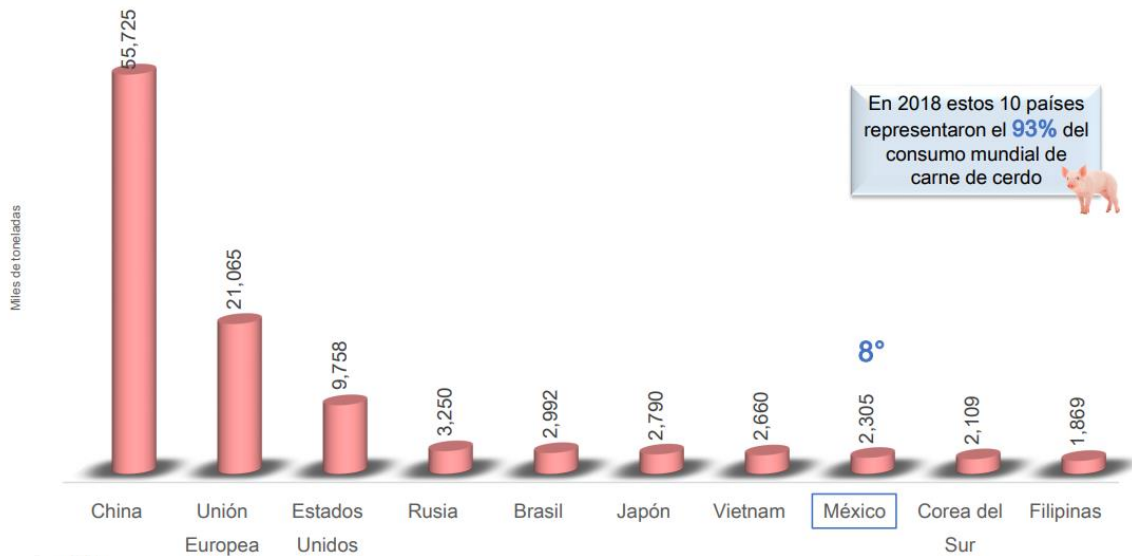


Figura 1.7. Consumo internacional de carne de cerdo (Comecarne, 2018).

Finalmente, con respecto al consumo internacional de carne de pollo o ave, en la Figura 1.8 se muestra su consumo a nivel internacional en la que se Estados Unidos se encontraba como el mayor consumidor con 16.2 millones de toneladas junto a China, la Unión Europea y Brasil, México se encontraba en la séptima posición con 4.3 millones de toneladas de consumo, estos diez principales países consumidores representaron en 2018 el 83% del consumo total de carne de pollo, con alrededor de 70 millones de toneladas consumidas, donde Estados Unidos representó el 19.1% del consumo total mientras que México lo hizo con el 5.1%.

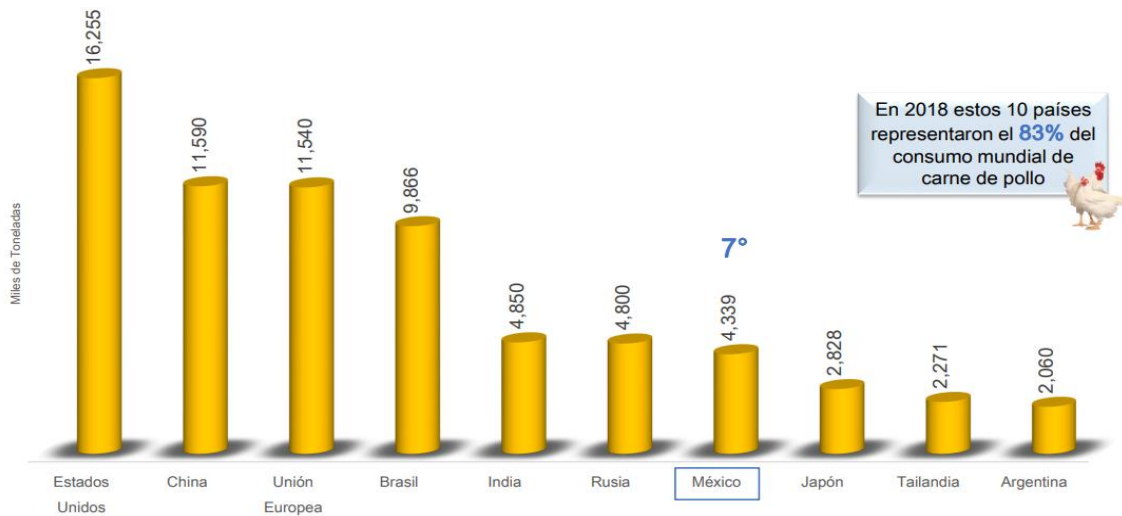


Figura 1.8. Consumo internacional de carne de pollo (Comecarne, 2018).

En resumen, Estados Unidos, China y la Unión Europea eran los países que internacionalmente consumían en mayor cantidad los tres tipos de carne. México se encontraba dentro de los diez países potencialmente consumidores de los tres tipos de carne entre los lugares 7 y 8 a nivel internacional.

1.1.4 PRODUCCIÓN INTERNACIONAL

Con respecto a la producción internacional de la carne y con los datos obtenidos en Comecarne (2018), se muestra la producción internacional de la carne a nivel general, en donde se refleja que la carne que más producción tuvo fue la carne de cerdo seguida de la carne de pollo y por último la carne de bovino. China, Estados Unidos y la Unión Europea eran los principales productores de los tres tipos de carne y que con respecto a las figuras anteriormente mencionadas eran también los mayores consumidores, es decir, eran los mayores consumidores y también los mayores productores (Figura 1.9).

Asimismo se observa que la producción general de carne, en 2018, llegó a la producción de 271 millones de toneladas, de las cuales 112 millones de toneladas eran de carne de cerdo, 95.5 millones de toneladas de carne de pollo y 62.8 millones de toneladas de carne de bovino. Los diez países que aparecen en la Figura 1.9 representaban el 84 % del total de producción a nivel internacional. China como se mencionó antes, era uno de los principales

países productores de los tres tipos de carne, por lo que representaba el 27% de la producción total con un aporte de 73 millones de toneladas de la producción total. México ocupaba el séptimo lugar con 2.5 % aportando 6.7 millones de toneladas.

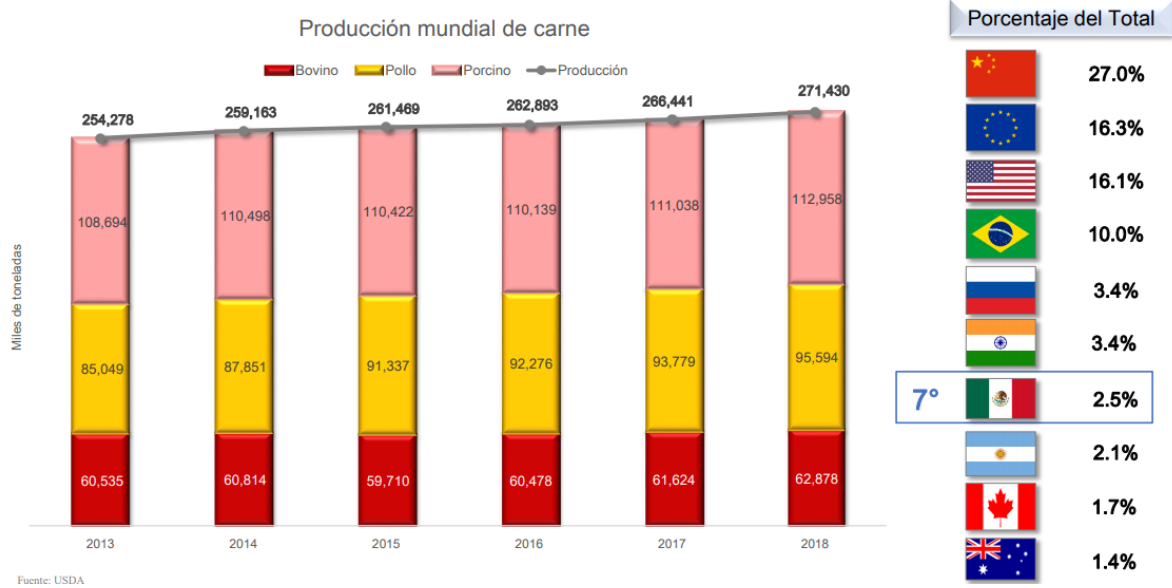


Figura 1.9. Producción internacional de carne (Comecarne, 2018).

Como se ha mencionado anteriormente, los países que más consumían carne era también los principales productores entre los cuales destacan China, Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea. En la Figura 1.10 se observa que, en 2018, se produjeron cerca de 62.8 millones de toneladas de carne de bovino, de las cuales México aportó 1.9 millones de toneladas ocupando el octavo lugar a nivel internacional, mientras que Estados Unidos aportó mucho más con alrededor de 12.2 millones de toneladas ocupando así el primer lugar como productor de carne de bovino, seguido de Brasil y la Unión Europea.

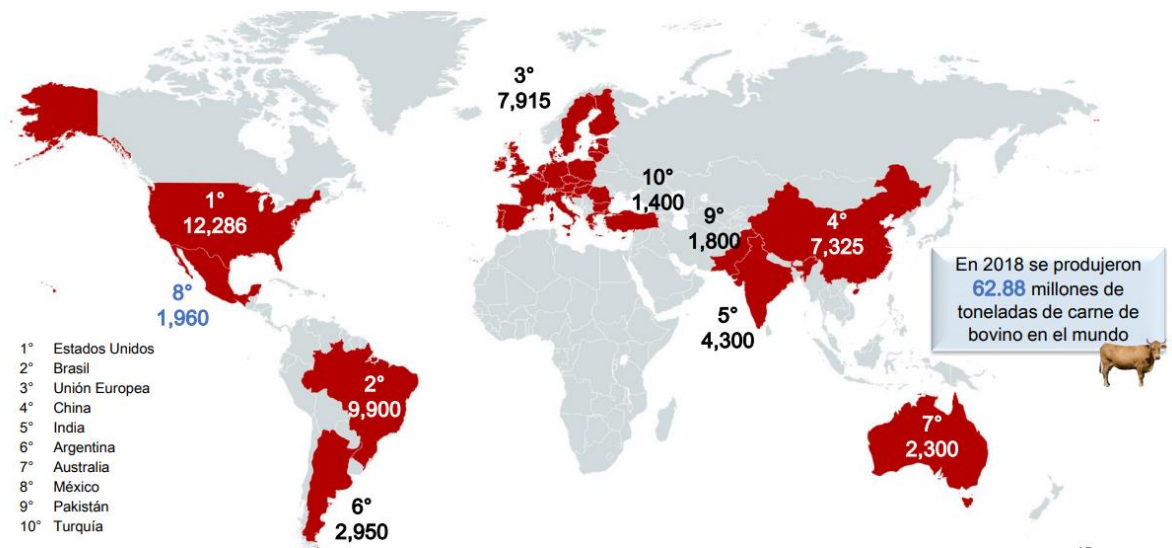


Figura 1.10. Producción internacional de carne de bovino (Comecarne, 2018).

Por otro lado, en la Figura 1.11 se señala la producción internacional de carne de cerdo en donde también se involucraron los mismos países potencialmente productores de la carne de bovino, China, la Unión Europea y Estados Unidos. Con los datos de (Comecarne, 2018) se observa que la producción de carne de cerdo llegó en 2018 a 112.96 millones de toneladas, de los cuales los diez países que se muestran en esta figura representaban el 94% del total de la producción internacional de la carne de cerdo, China obtuvo el primer lugar como productor con 54.1 millones de toneladas aportando el 47.9% del total de producción de este tipo de carne, mientras que México ocupando el décimo lugar aportó 1.3 millones de toneladas, es decir, 1.1% del total internacional. Lo que indica que China produjo prácticamente la mitad de la producción total internacional de carne de cerdo.

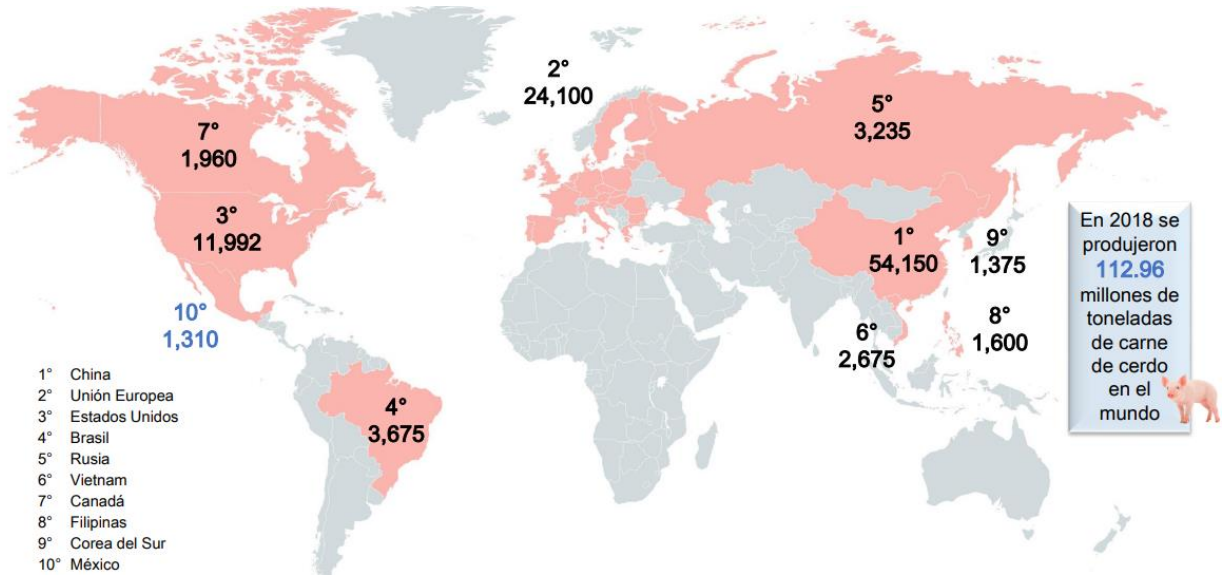


Figura 1.11. Producción internacional de carne de cerdo (Comecarne, 2018).

Finalmente, como se observa en la figura 1.12, se presenta la producción internacional de carne de pollo en donde en 2018 se produjeron 95.59 millones de toneladas, siendo Estados Unidos el principal productor con 19.3 millones de toneladas aportando el 20.2% de total, no tan alejado de Brasil como segundo productor con 13.5 millones de toneladas que aportó el 14.1% y la Unión Europea como tercero con 12.3 millones de toneladas aportando el 12.9%. Los diez países mencionados en la Figura 1.12 representaban el 81% de la producción total y México ocupando la posición 7 con 3.5 millones de toneladas, aportaba el 3.6%.

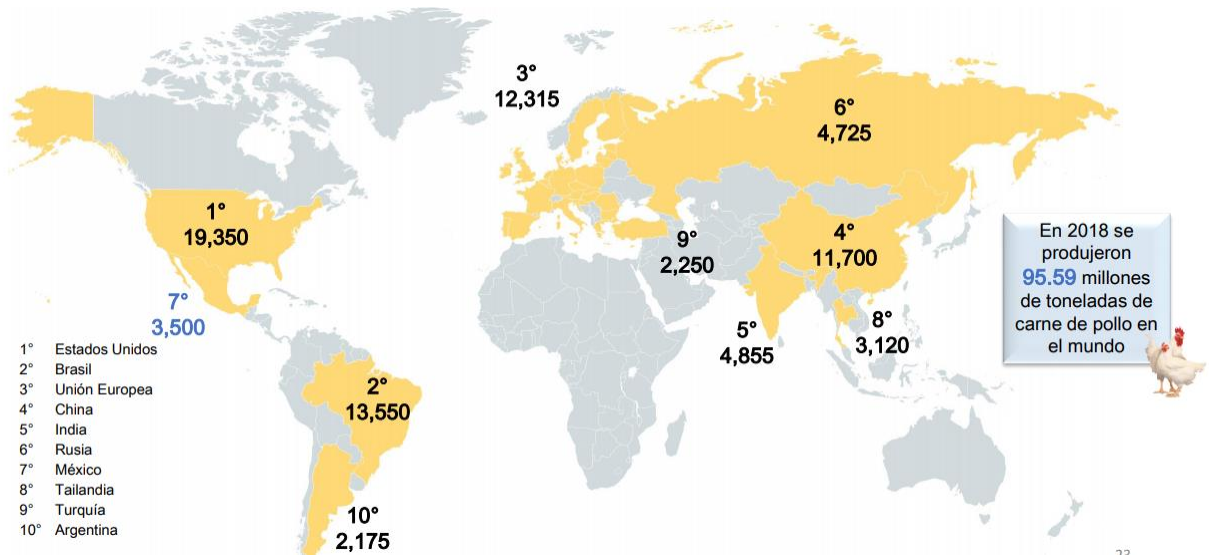


Figura 1.12. Producción internacional de carne de pollo (Comecarne, 2018).

1.2.1 SECTOR CÁRNICO NACIONAL

1.2.2 CONSUMO PER CÁPITA NACIONAL

De acuerdo al consumo per cápita en México y de acuerdo a los datos obtenidos de Comecarne (2018), el consumo per cápita nacional llegó en 2018 a 65 kg, esto sin incluir las carnes frías, distribuidos en carne de pollo con 31.4 kg, la carne de cerdo con 18.8 kg, la carne de bovino con 14.8 kg (Figura 1.13).

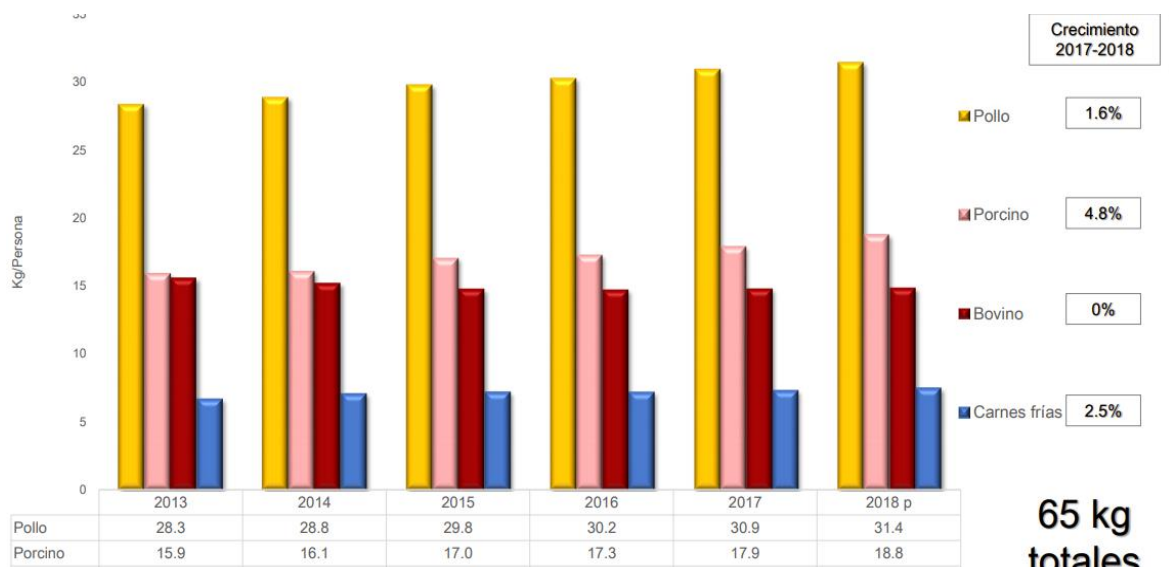


Figura 1.13. Consumo per cápita nacional de carne (Comecarne, 2018).

De 2017 a 2018 el consumo per cápita tuvo un incremento del 1.6% en la carne de pollo, 4.8% en el consumo de carne de cerdo y 2.5% en carnes frías, mientras la carne de bovino se mantuvo estable durante todo ese año.

1.2.3 CONSUMO NACIONAL

En la Figura 1.14 se muestra el consumo nacional de carne, donde dicho consumo ha estado teniendo un incremento cada año llegando en 2018 a los 8.8 millones de toneladas consumidas de las cuales el pollo representó el 47% con 4.1 millones de toneladas, la carne de bovino el 22% con 1.9 millones de toneladas y la carne de cerdo el 31% con 2.5 millones de toneladas. Tanto que del año 2017 al 2018 hubo un crecimiento en el consumo nacional de carne del 3.3% cerca de 285 mil toneladas.

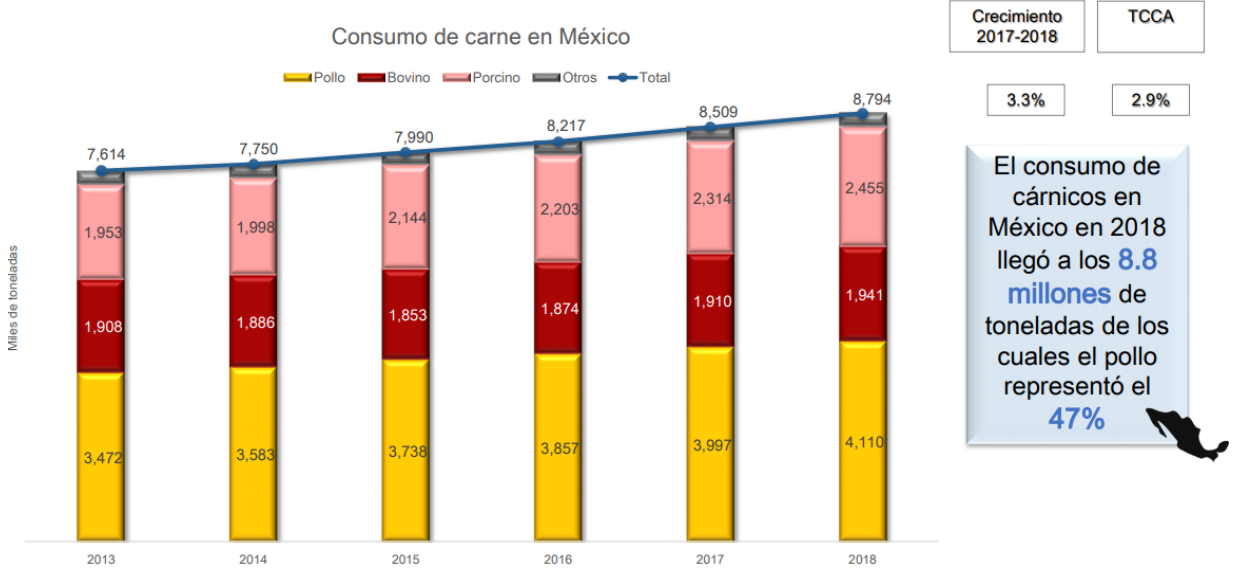


Figura 1.14. Consumo nacional de carne (Comecarne, 2018).

1.2.4 PRODUCCIÓN NACIONAL

Como se muestra en la Figura 1.15, la producción de carne en México llegó en 2018 a 6.9 millones de toneladas de producción de los tres tipos de carne de los cuales 3.3 millones de toneladas se atribuyen a la carne de pollo representando así el 48%, 1.9 millones de toneladas a la carne de bovino representando el 30% y 1.5 millones de toneladas a la carne de cerdo representando el 22%. De esta manera durante el periodo de 2017 a 2018 hubo

un crecimiento del 3.2% en la producción de carne. Con respecto a su consumo y producción, se consume más cerdo y se produce más bovino, pero se consume y se produce casi el mismo porcentaje de la carne de pollo.

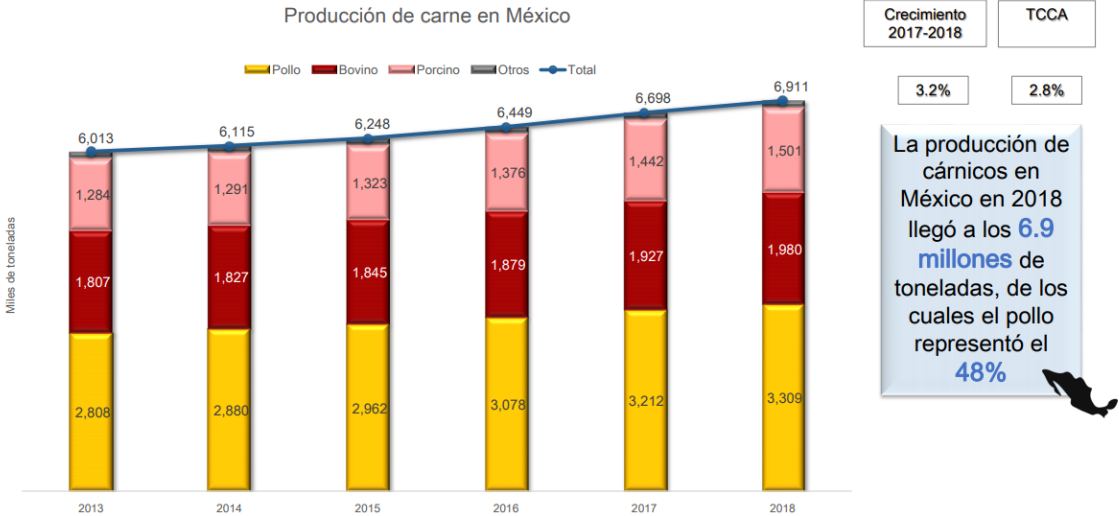


Figura 1.15. Producción nacional de carne (Comecarne, 2018).

1.2.5 BOVINO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL

En la Figura 1.16 se muestra la producción y consumo de la carne de bovino en México. En 2018 se produjo 1.98 millones de toneladas y el consumo llegó a 1.94 millones de toneladas, Los estados mas productivos en arne de bovino fueron: Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Sinaloa y Chiapas. Veracruz produjo 257 427 toneladas (13%), Jalisco 237 625 toneladas (12%), San Luis Potosi 118 812 toneladas (6%), mientas que Sinaloa y Chiapas produjeron 99 019 toneladas cada uno (5%). Estos 5 estados representaron alrededor del 42% de la produccion nacional de carne de bovino.

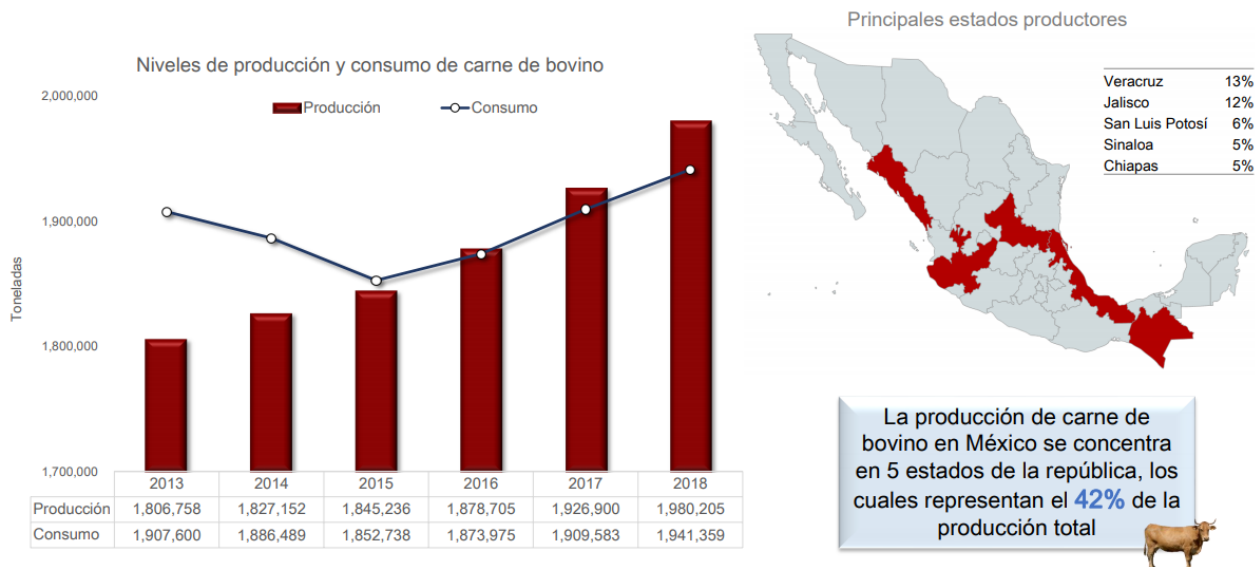


Figura 1.16. Producción y consumo nacional de carne de bovino (Comecarne, 2018)

1.2.6 PORCINO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL

De acuerdo con la Figura 1.17 se muestra la producción y el consumo nacional de carne de cerdo, en 2018, se llegó a una producción de 1.5 millones de toneladas y un consumo de 2.4 millones de toneladas. Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán y Veracruz fueron los mayores productores de la carne de cerdo a nivel nacional. Estos 5 estados representaron el 70% de la producción total de este tipo de carne con un aporte total de 1.05 millones de toneladas. Jalisco aportó 315 257 toneladas (21%), Sonora 270 220 toneladas (18%), Puebla aportó 165 135 toneladas (11%), Yucatán 150 122 (10%) y Veracruz 135 110 toneladas (9%).

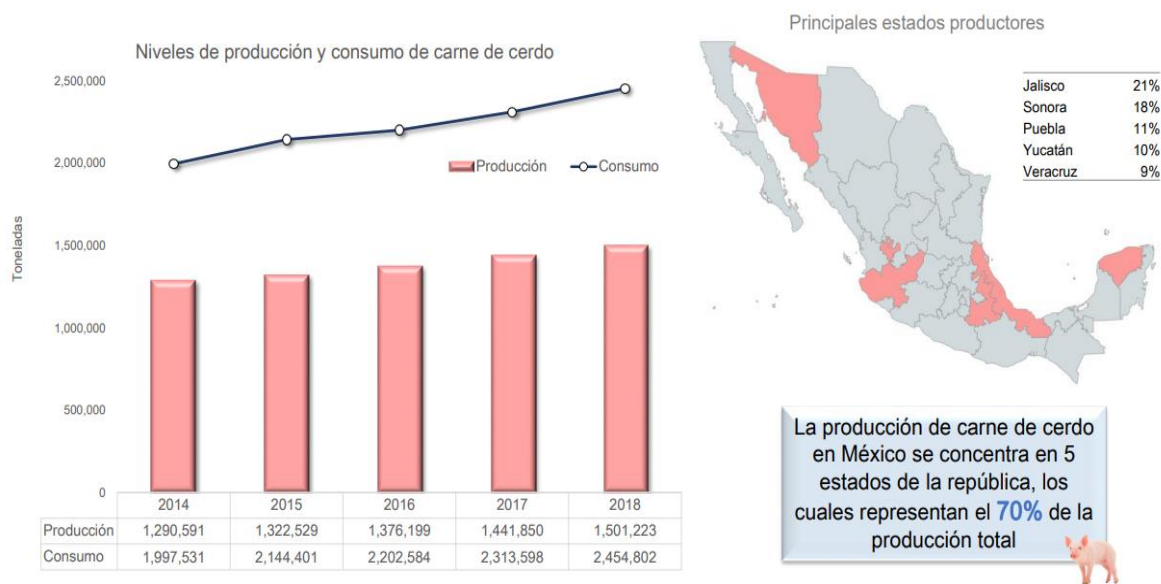


Figura 1.17. Producción y consumo nacional de carne de cerdo (Comecarne, 2018)

1.2.7 POLLO. PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL

Con respecto al consumo y producción nacional de carne de pollo en la Figura 1.18 se muestra que, en 2018, se produjeron más de 3.3 millones de toneladas y se consumieron poco más de 4.1 millones de toneladas. Los principales estados productores de la carne de pollo y que aportaron el 53% de producción total con cerca de 1.75 millones de toneladas en 2018 fueron: Jalisco en primer lugar aportó 397 121 toneladas representando el 12%, seguido de Veracruz con 364 027 toneladas (11%), Aguascalientes aportó 364 027 toneladas (11%), Querétaro contribuyó con 330 934 (10%) y Durango que dió 297 840 (9%).

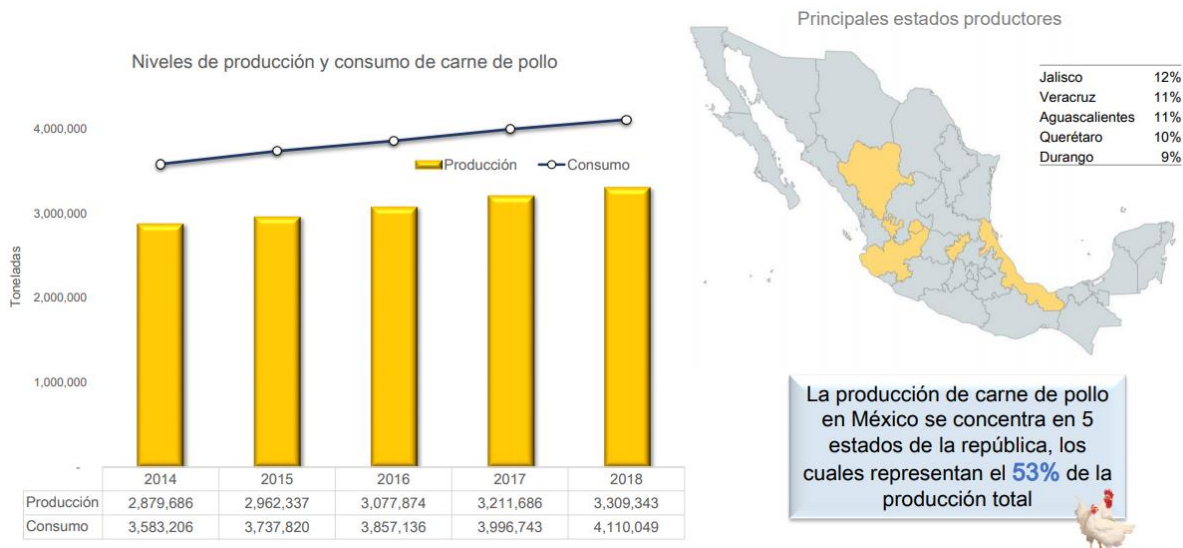


Figura 1.18. Producción y consumo nacional de carne de pollo (Comecarne, 2018).

En conclusión, los estados que más produjeron carne a nivel nacional fueron Jalisco y Veracruz. Jalisco aportando un 45% (950 mil toneladas) de total de producción de los tres tipos de carne y Veracruz un 33% (756 564 toneladas) de total, distribuido entre los tres tipos de carne, bovino, cerdo y pollo.

1.3.1 CARNES FRÍAS

1.3.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL

En cuanto al consumo y producción de las carnes frías en la Figura 1.19 se observa que en 2018 México llegó a la producción de 965 mil toneladas y al consumo de 974 mil toneladas. Observándose también que de 2017 a 2018 la producción de carnes frías creció en un 3.7% (34 825 toneladas) y un 3.8% en su consumo (36 064 toneladas).

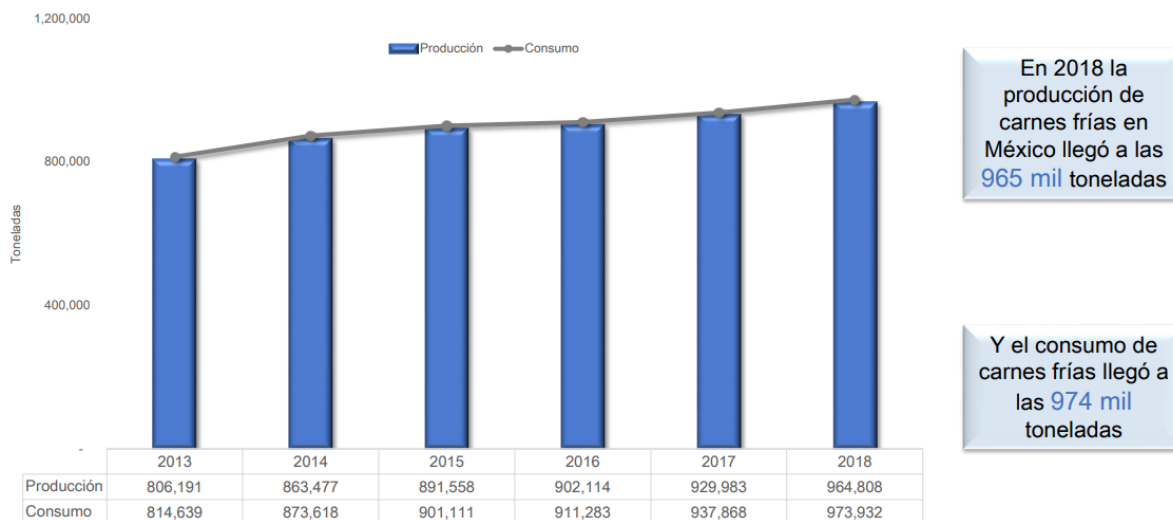


Figura 1.19. Producción y consumo nacional de carnes frías (Comecarne, 2018).

1.3.3 PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS OBTENIDOS COMO CARNES FRÍAS

De la producción de carnes frías en 2018 que era un total de 964 808 toneladas como se mencionó en la Figura anterior, en la Figura 1.20 se muestra su distribución en porcentaje dependiendo la producción del tipo de carne, un 50% (484 571 toneladas) correspondió a carnes frías y conservas de ave, el 22% (211 838 toneladas) concimió a jamones de carnes rojas y el 28% (268 399 toneladas) a otro tipo de carnes frías, entre las cuales se encuentra el chorizo, la longaniza, la mortadela, etc. Esta misma distribución generó un valor de producción de más de 18 millones de pesos, 11.1 millones de pesos y 10.5 millones de pesos respectivamente, sumando un valor total de producción de 39.7 millones de pesos. Lo que concuerda con lo mencionado con anterioridad, donde se observó que se consume y produce más la carne de pollo que la de cerdo y la de bovino por lo que es normal el alto porcentaje que se le atribuye a la producción de carnes frías con el tipo de carne de pollo o ave.



Figura 1.20. Producción de carnes frías por tipo de producto (Comecarne, 2018).

Partiendo del 50% de producción de carnes frías y conservas de carne de ave de la Figura 1.20, en la Figura 1.21 se observa que en 2018 se produjeron 484 571 toneladas (mencionado también en la Figura 1.20) de productos de carne de ave, entre salchicha de ave y jamón de pavo, notablemente se observa que la salchicha de ave fue la más producida con un total de 290 070 toneladas, mientras que el jamón de pavo tuvo una menor producción con 194 501 toneladas, de 2017 a 2018 se observó un alto crecimiento en el nivel de producción de salchicha de 11.7% (30 428 toneladas) y del jamón de 9.1% (16 224 toneladas).

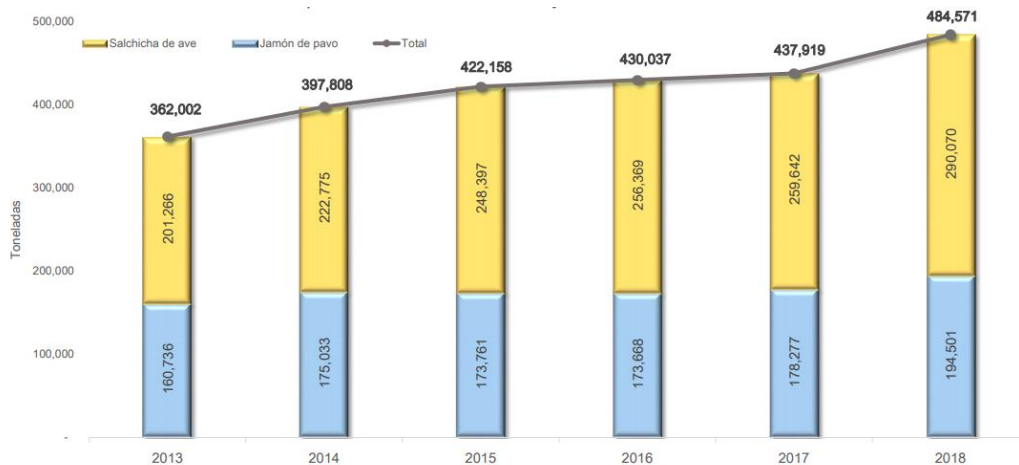


Figura 1.21. Niveles de producción de carnes frías con carne de ave (Comecarne, 2018).

Mientras que en la Figura 1.22 se observa que de 2017 a 2018 se redujo la producción de jamones de carnes rojas, de 218 497 toneladas a 211 838 toneladas, los tipos de jamón americano, cocido, virgina y york mostraron una baja en la producción de 34.3% (20 328 toneladas); 11.2% (6 177 toneladas), 21.3% (13 913 toneladas), 0.08% (31 toneladas), 1.8% (207 toneladas) respectivamente, mientras que el horneado y el ahumado fueron los únicos jamones que tuvieron una mayor producción de 2017 a 2018 un 4.4 % (1 425 toneladas) y 63.6 % (12 244 toneladas) respectivamente. Lo que nos indica que de 2017 a 2018 el jamón que mayor producción tuvo fue el jamón ahumado.

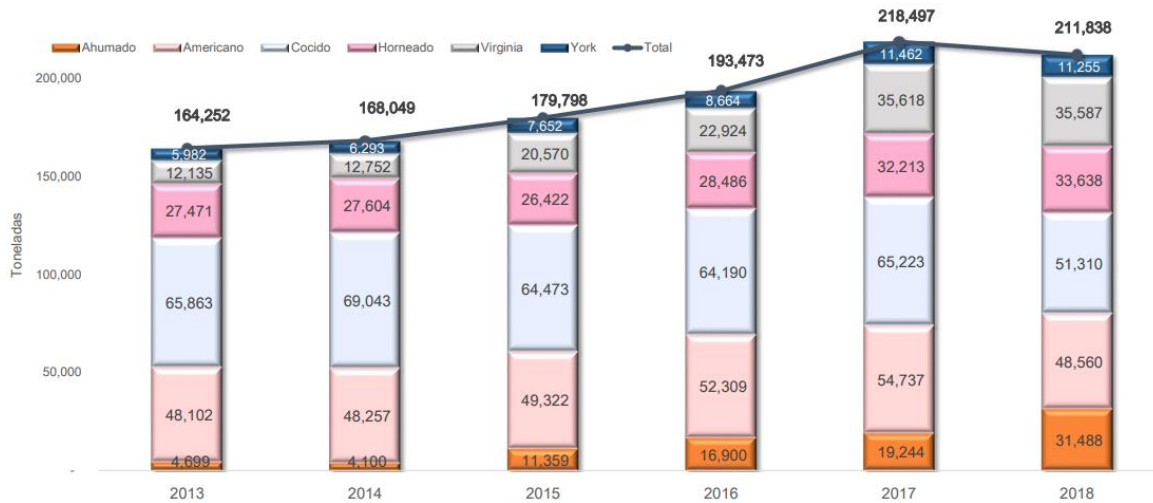


Figura 1.22. Niveles de producción de jamones con carnes rojas (Comecarne, 2018).

Por último observamos en la Figura 1.23 que en 2018 se produjeron 268 399 toneladas de otras carnes frías en las que se encuentra el chorizo, longaniza, la mortadela, el queso de puerco, otras salchichas y el tocino. Se percibe que el nivel de producción de 2017 a 2018 fue muy baja con respecto a la producción de las salchichas que fue disminuyendo de forma constante cada año, lo contrario de la salchicha de ave que año con año va aumentando su producción. En cuanto a los demás tipos de carnes frías se ha mantenido constante con el aumento de mil toneladas por año aproximadamente, con respecto al anterior.

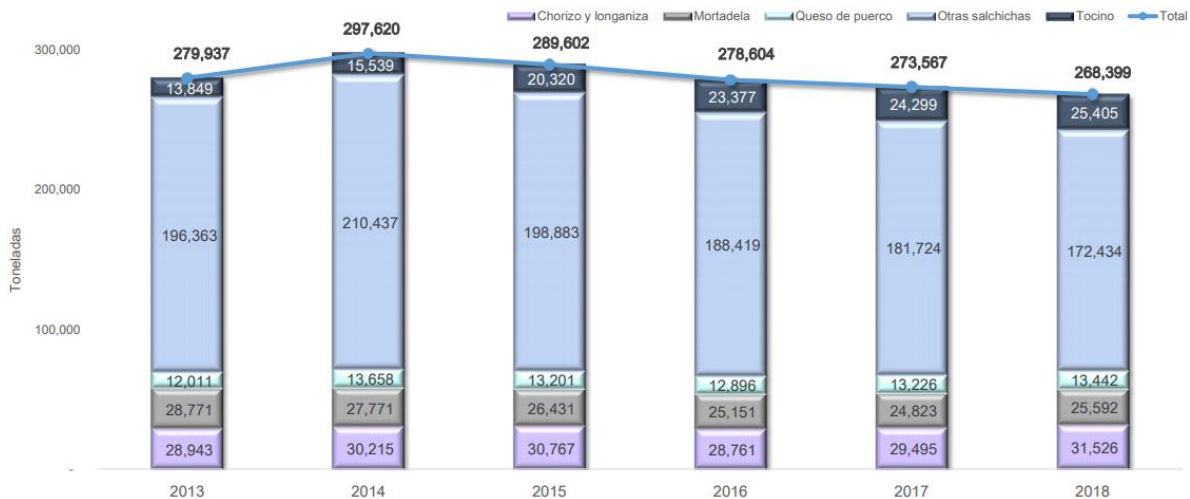


Figura 1.23. Niveles de producción de otras carnes frías (Comecarne, 2018)

CAPÍTULO 2. LA CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS EN SU ENFOQUE COMO ALIMENTO FUNCIONAL

2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONSUMO DE CARNE SOBRE LA SALUD

Entre los alimentos más aceptados por la población se encuentra la carne. A lo largo de la historia la carne ha sido un alimento muy importante en la nutrición del ser humano. En la mayoría de las culturas se ha considerado un alimento asociado con salud y prosperidad. Desde el punto de vista nutricional, la carne es una fuente importante de proteínas de elevado valor biológico, de minerales y vitaminas (Carbajal, 2005).

La industria cárnica, continúa realizando innovaciones tecnológicas y cambios en las demandas de los consumidores, al igual que otros sectores de la alimentación, está experimentando importantes transformaciones como consecuencia de continuas innovaciones tecnológicas y cambios en las demandas de los consumidores; entre ellas, las relacionadas con la búsqueda de estrategias centradas en conseguir una alimentación más “saludable” (Olmedilla-Alonso y Jiménez-Colmenero, 2014).

Por otra parte, su frecuencia y nivel de consumo son elevados, lo que facilita una notable contribución a la ingesta de distintos nutrientes. Además, debido al elevado grado de aceptación por los consumidores, la gran versatilidad de presentación y la considerable aptitud para experimentar procesos de reformulación usando ingredientes de diversas procedencias, etc., los productos cárnicos son alimentos excepcionales para actuar como vehículo y condicionar la presencia de compuestos bioactivos sin modificar los hábitos de consumo (Jiménez-Colmenero *et al*, 2012)

La carne y los productos cárnicos son generalmente reconocidos como alimentos altamente nutritivos, que se caracterizan por ser una importante fuente proteica que proporcionan cantidades notables de proteína (10 - 35 %) (Moreiras *et al.*, 2013) que contiene aminoácidos esenciales para la salud humana siendo una proteína de alto valor biológico ya que un 40 % de sus aminoácidos son esenciales (fenilalanina, isoleucina, histidina, arginina,

leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina), ácidos grasos, vitaminas (es una de las mayores fuentes de vitamina B12), minerales principalmente hierro 14 - 22 % y zinc 20 - 40 % y otros minerales en menor cantidad como magnesio y selenio (Arihara, 2006; Toldrá y Reig, 2011). En los últimos años, la demanda de los consumidores de carne y productos cárnicos más saludables están aumentando rápidamente a nivel internacional (Arihara, 2006).

Diversos estudios relacionan la ingesta de proteína cárnica con un control del peso corporal atribuido a su efecto saciante (Carbajal, 2005); por otro lado, mantener un peso óptimo ayuda a reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades como enfermedades cardiovasculares (ECV), obesidad, diabetes, etc. (Layman *et al.*, 2008; Paddon-Jones, *et al.*, 2008). Las proteínas cárnicas también se relacionan con el mantenimiento del buen estado de la masa muscular, de los huesos, salud ocular y del corazón, etc. (McAfee *et al.*, 2010). Dipéptidos característicos de la carne como la carnosina y anserina, poseen propiedades antioxidantes además de estar implicados en procesos de cicatrización, antifatiga o antiestrés (Arihara, 2006; Young, *et al.*, 2013).

Por otro lado, cabe destacar el contenido lipídico de la carne por su efecto positivo y negativo en la salud del consumidor, el cual depende en gran medida del tipo de animal y del corte de procedencia.

En la carne, los lípidos están conformados por un 50 % de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) (oleico mayoritariamente) y poliinsaturados (AGP) (McAfee *et al.*, 2010). Por otro lado, es interesante destacar la presencia de ácido linoleico conjugado (CLA) en niveles de 0,37 - 1,08 g/100 g en músculo de rumiantes, por sus propiedades anticarcinogénicas y antiaterogénicas (Hargrave-Barnes *et al.*, 2008; Lock *et al.*, 2005; McAfee *et al.*, 2010; Young *et al.*, 2013).

Sin embargo, también se les ha agrupado como alimentos con propiedades negativas debido a su altos contenidos de grasa, calorías y sodio, en carnes procesadas y elevado contenido de grasa, de ácidos grasos saturados y colesterol en carne fresca que, aunque es necesario para ciertas funciones del organismo, su presencia en cantidades elevadas se

relaciona con diversas patologías (ECV, algún tipo de cáncer, etc.) lo que ocasiona imágenes negativas a la salud (McAfee *et al.*, 2010; Fernández-Ginés *et al.*, 2004)

De la misma manera que se señalan los riesgos para la salud que presentan algunos componentes de la carne, también debería considerarse la presencia de diversos compuestos con implicaciones benéficas (Williamson *et al.*, 2005; McAfee *et al.*, 2010), que como ya se mencionó anteriormente, es el caso de proteínas, ácido linoleico conjugado (CLA), minerales tales como el hierro, zinc o selenio, L-carnitina, histidil dipéptidos (carnosina y anserina), creatina, taurina, vitaminas B, D, E, etc. (Wyness *et al.*, 2011; McNeill y Van Elswyk, 2013). Incluso se ha señalado que la carne podría ser considerada como un alimento funcional (alimento que puede ser considerado si, más allá de su valor nutricional intrínseco, ha demostrado satisfactoriamente tener un efecto benéfico sobre una o más funciones selectivas del organismo, de tal modo que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar y/o para la reducción de riesgo de enfermedad) sin ningún tratamiento adicional (Ferguson, 2010).

La enfermedad cardiovascular es a la que ha ido dirigidas la mayoría de las modificaciones de composición inducidas en la carne y productos cárnicos, y es también la enfermedad sobre la que hay más ensayos en humanos. En dichos casos los estudios han sido encaminados a mejorar marcadores del perfil lipídico en sangre, la presión arterial y la obesidad (Verma, 2010).

Adentrándonos a los alimentos funcionales, la tendencia internacional de la alimentación indica un elevado interés de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estos cambios en los patrones de alimentación generan una nueva oportunidad de desarrollo e innovación en la ciencia y tecnología de los alimentos. El objeto de la inclusión de ingredientes funcionales en el caso de carne no solo se refiere a dotarlo de ciertas propiedades deseables, sino también en un intento de cambiar su imagen negativa en estos días (Fernández-Ginés *et al.*, 2004).

Es importante hacer notar que las carnes y sus productos procesados forman parte de una categoría de alimentos con atributos nutricionales positivos (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001). Es por esta razón que el perfil nutricional de productos cárnicos podría mejorarse aún más mediante la adición de nutrientes que promueven potencialmente la salud (Decker y Park, 2010).

Esto se puede lograr mediante la reformulación del contenido de ácidos grasos y lípidos, y/o mediante la adición de una serie de ingredientes funcionales tales como proteínas no cárnicas, fibra, vegetales, ácidos grasos monoinsaturados y/o poliinsaturados, vitaminas, calcio, compuestos fitoquímicos, entre otros (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001).

El diseño de estos nuevos productos debe ser bajo un perfil riguroso y con bases científicas, necesarias para demostrar que el alimento pueda contribuir a mantener o mejorar la salud de los consumidores. En el momento que el nuevo alimento funcional no aporte los beneficios deseados generará un estado de desconfianza (Palanca *et al.*, 2006).

2.2 PRODUCTOS CÁRNICOS COMO ALIMENTOS FUNCIONALES

El concepto de alimento funcional nace en Japón en los años 80. El ministro de Salud y Bienestar japonés establece el término FOSHU (Foods for Specific Health Use) en el año 1991 (Sánchez-Muniz, 2004).

Los FOSHU (Alimentos de Uso Específico para la Salud, en español) son aquellos alimentos de los que se espera que ejerzan un efecto benéfico específico sobre la salud, por adición de determinados constituyentes activos o por un efecto derivado de la supresión de alérgenos alimentarios (Ashwell, 2002). Para ser considerado FOSHU se requieren pruebas de que el producto alimenticio final, y no sus componentes individuales aislados, ejerza un efecto saludable sobre el organismo cuando se consume como parte de una dieta usual (Ashwell, 2002).

Este grupo de alimentos poseen componentes con funciones fisiológicas que promueven el desarrollo de condiciones más saludables y disminuyen la probabilidad de sufrir enfermedades (Zhang *et al.*, 2010).

Además, las autoridades japonesas añaden tres condiciones que deben cumplir este tipo de alimentos:

- a) Deben ser ingredientes de origen natural. En ningún caso se presentarán bajo una forma farmacéutica (comprimidos, cápsulas o polvos).
- b) Deben ser consumidos como parte de la dieta habitual.
- c) Su ingesta debe implicar una mejora o regularización de un proceso o mecanismo biológico concreto para así prevenir o controlar una enfermedad específica.

El alimento funcional debe ser similar en apariencia al alimento convencional y los efectos fisiológicos benéficos a la salud han de estar demostrados (Howlet, 2008). La constatación científica de dichos efectos benéficos no solo ha de basarse en resultados estadísticamente significativos, sino también debe de poseer una importancia relevante desde el punto de vista biológico. Por tanto, un alimento funcional puede ser natural o transformado mediante tecnología o biotecnología, pero siempre deben existir evidencias científicas que avalen su efecto funcional sobre personas con unas determinadas características patológicas o previas a padecer una enfermedad (Howlett, 2008).

En los últimos años, los investigadores dentro de la industria alimenticia han identificado el desarrollo de alimentos funcionales como una de las áreas de mayor interés (Bigliardi y Galati, 2013). Los alimentos funcionales han surgido como una respuesta a la conciencia de la salud y la nutrición que han desarrollado los consumidores. Este tipo de alimentos es un enfoque nuevo que busca alcanzar un mejor estado de salud, reduciendo el riesgo de contraer enfermedades (Harthwar *et al.*, 2012).

Por lo tanto, un alimento puede ser considerado funcional si, más allá de su valor nutricional intrínseco, ha demostrado satisfactoriamente tener un efecto benéfico sobre una o más funciones selectivas del organismo, de tal modo que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar y/o para la reducción de riesgo de enfermedad. Un alimento funcional será similar en apariencia a un alimento convencional, consumido en cantidades

habituales y como un componente más de la dieta (no es un comprimido, ni una cápsula, ni ninguna otra forma de suplemento alimenticio). En este contexto resulta esencial que la cantidad de alimento a ingerir y las pautas de consumo requeridas para proporcionar el efecto funcional puedan ser racionalmente integradas en una dieta equilibrada.

En otras palabras, un alimento funcional puede ser natural o transformado mediante procedimientos tecnológicos, englobando consecuentemente alimentos tradicionales siempre que existan evidencias científicas que demuestren su efecto funcional en sujetos con determinadas características o estados patológicos (Howlett, 2008; Martí *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2010). Cabe mencionar que un alimento es considerado funcional por sus efectos y no por su origen, por lo tanto, la categoría de alimentos funcionales puede incluir alimentos naturales (es decir, que no se han modificado) y alimentos a los cuales se ha agregado o eliminado algún componente (Olmedilla – Alonso *et al.*, 2013).

De una manera esquemática se podría resumir que la obtención de un alimento funcional parte de un alimento tradicional que es modificado. La modificación puede consistir en:

- a) Eliminar algún componente con efectos fisiológicos adversos.
- b) Aumentar la cantidad de un componente con efectos fisiológicos benéficos.
- c) Adicionar un componente con efectos fisiológicos positivos.
- d) Aumentar la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes para mejorar la asimilación de un componente benéfico.
- e) Sustituir parcialmente un ingrediente con efectos adversos por otro con efectos benéficos.
- f) Mezcla de algunos de los puntos anteriores.

Por ejemplo, en relación con el género y la edad se ha observado que las mujeres parecen estar más interesadas en alimentos que favorezcan su estado de salud (Carrillo *et al.*, 2013; Urala y Lahteenmaki, 2007), y que la población más joven (18-24 años) está más familiarizada y dispuesta al consumo de nuevos alimentos (Carrillo *et al.*, 2013). La aparición de nuevos alimentos puede generar desconfianza e incluso rechazo, no obstante, se ha demostrado cierta inclinación a su elección cuando el consumidor se ha familiarizado con los efectos benéficos que se les atribuyen (Carrillo *et al.*, 2013).

Un concepto que se puede llegar a confundir es “función de los alimentos”, que tienen significados similares en cuanto a los beneficios que pueden llegar a aportar en la dieta alimentaria (Giraldo *et al.*, 2007). Función de los alimentos: “función primaria”, es la función nutricional o de aporte de sustancias vitales para el organismo. La “función secundaria” que se atribuye a los alimentos es su capacidad para estimular el apetito, según el grado de aceptación o rechazo que provoquen, la cual depende de sus características organolépticas (color, sabor, olor y textura), y que podrían denominarse como función sensitiva o sensorial. Y la función terciaria en donde se contienen ciertas sustancias químicas capaces de tener efectos positivos para promover y/o restaurar la salud (Giraldo *et al.*, 2007).

Con el tiempo han venido aparecido en el mercado un gran número de productos que, a través de la presencia o ausencia de diferentes tipos de compuestos bioactivos, podrían ejercer efectos benéficos para el consumidor. Es evidente que si tales alimentos presentan determinadas propiedades debe existir la posibilidad de que estas figuren en su etiquetado. El Reglamento nº 1924/2006 del Parlamento Europeo, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, está encaminado específicamente a establecer las reglas básicas para la creación y utilización de las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables. Está dirigido a servir de referencia legal, en la publicidad y el etiquetado de aquellos alimentos, que además de nutrir, tienen un beneficio específico para la salud, científicamente demostrado. En tal sentido dicho reglamento, por un lado, define los principios generales que deben cumplir todas las declaraciones, así como las condiciones específicas para su uso, y por otro, establece una lista positiva de declaraciones nutricionales.

Como se ha señalado anteriormente, este Reglamento estableció una lista de declaraciones nutricionales, la cual ha sufrido posteriormente varias ampliaciones, caso del Reglamento de la Unión Europea nº 116/2010 relativo a los ácidos grasos omega-3, las grasas monoinsaturadas, las grasas poliinsaturadas y las grasas insaturadas, así como el Reglamento nº 1047/2012 en relación con las declaraciones “sin sodio o sin sal añadidos” y “contenido reducido de grasas saturadas” (Tabla 1). Las posibilidades de utilización de tales declaraciones por el sector cárnico son amplias y directas ya que no requieren autorización específica.

En la Tabla 2 se muestran ejemplos de productos cárnicos obtenidos mediante estrategias tecnológicas particularmente reformulación, con la asignación de declaraciones nutricionales de acuerdo con la normativa.

Por otro lado, una declaración nutricional se define como “cualquier declaración que afirme, sugiera o dé a entender que un alimento posee propiedades nutricionales benéficas específicas con motivo de su aporte energético, los nutrientes y otras sustancias que: contiene, no contiene, o contiene en proporciones reducidas o incrementadas”. Mientras que, una propiedad saludable se define como “cualquier declaración que afirme, sugiera o dé a entender que existe una relación entre una categoría de alimentos, un alimento o uno de sus constituyentes, y la salud de los consumidores” (Comisión Europea, 2006).

Derivados cárnicos enriquecidos con:	Declaraciones	Referencia
Productos frescos		
Salchichas: aceite de lino o pescado	Alto contenido omega-3 Alto contenido proteínas	Valencia y col. (2008)
Hamburguesas: ácido fólico	Fuente de ácido fólico	Galán y col. (2010)
Hamburguesas: licopeno	Contiene licopeno	Selgas y col. (2009a)
Hamburguesas: calcio	Fuente de calcio	Soto y col.(2010)
Producto tipo hamburguesa: algas (Wakame)	Fuente de magnesio y potasio	López-López y col. (2010)
Productos cocidos		
Salchichas tipo frankfurt: mezcla de aceites (oliva+lino+pescado)	Alto contenido omega-3, AGM y AGI Alto contenido proteínas	Delgado Pando y col. (2010)
Mortadela: ácido fólico	Fuente de ácido fólico	Galán y col. (2011a)
Mortadela: aceite de lino	Alto contenido omega-3 Alto contenido proteínas	Berasategi y col. (2011b)
Mortadela: calcio	Fuente de calcio	Soto y col. (2011)
Paté: konjac y mezcla de aceites (oliva+lino+pescado)	Valor energético reducido Alto contenido proteínas Alto contenido omega-3, AGM y AGI	Delgado-Pando y col. (2011a)
Productos crudos curados		
Chorizo: aceite de lino	Alto contenido omega-3 Alto contenido proteínas	García Iñiguez de Ciriano y col. (2009)
Chorizo: mezcla de aceites (lino+alga), sal yodada, levadura de selenio y antioxidantes	Alto contenido omega-3 Alto contenido proteínas Alto contenido en yodo y selenio	García Iñiguez de Ciriano y col. (2010b)
Chorizo: aceite de lino, sal yodada y ascorbato cálcico	Fuente de omega-3 Alto contenido proteínas Alto contenido en calcio Contenido reducido de sodio	García Iñiguez de Ciriano y col. (2013)
Chorizo: konjac y mezcla de aceites (oliva+lino+pescado)	Valor energético reducido Alto contenido proteínas Alto contenido omega-3, AGM y AGI	Jiménez-Colmenero y col. (2013b)
Salchichón: calcio	Fuente de calcio Contenido reducido	Selgas y col. (2009b)

Tabla 2. Ejemplos de productos cárnicos reformulados y declaraciones nutricionales correspondientes de acuerdo con el Reglamento del Consejo Europeo número 1924/2006

2.3 REGULACIÓN DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Para los profesionales del cuidado de la salud y de los alimentos es muy importante la regulación de la calidad y eficiencia de los productos con efectos benéficos para la salud, tanto desde la perspectiva de los usuarios o consumidores como desde la perspectiva de los productores industriales y de los que comercializan estos productos. El principal dilema con respecto a la regulación de los alimentos funcionales es que estos se encuentran en el límite entre los alimentos y los medicamentos (López, 2002).

Algunas “declaraciones de beneficios para la salud” autorizadas por la FDA establecen:

- a) Productos de cereales que contienen fibra, frutas y vegetales para prevenir cáncer.
- b) Frutas, vegetales y productos de cereales que contienen fibra, particularmente fibra soluble para prevenir enfermedad cardiaca coronaria.
- c) Frutas y vegetales para prevenir cáncer.
- d) Calcio para prevenir osteoporosis.
- e) Grasas saturadas y colesterol dietéticos para prevenir enfermedad cardiaca coronaria.
- f) Grasa dietética para prevenir cáncer.
- g) Sodio para prevenir hipertensión.
- h) Ácido fólico y para prevenir defectos del tubo neural (espina bífida, o anencefalia).
- i) Azúcares, alcoholes para prevenir caries dental.
- j) Proteína de soya para la reducción del riesgo de enfermedad cardiaca coronaria.

2.4 ESTRATEGIAS ENCAMINADAS AL DESARROLLO DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS MÁS SALUDABLES Y FUNCIONALES

Los productos cárnicos constituyen un grupo de alimentos con un grado de aceptación elevado por parte de los consumidores. Si además se tiene en cuenta la gran variedad presente en el mercado y su notable aptitud para experimentar procesos de reformulación, entre los que se incluye la adición de diferentes ingredientes no cárnicos, se puede decir

que tales alimentos son excepcionales para utilizar como vehículo diversos compuestos bioactivos sin necesidad de modificar los hábitos de consumo (Olmedilla Alonso y Jiménez-Colmenero, 2014). En relación con lo descrito, la industria cárnica dispone de diferentes estrategias para optimizar la composición de los productos, tales estrategias consisten en favorecer la presencia de elementos que potencialmente tengan un efecto positivo en la salud del consumidor y/o reducir/eliminar aquellos que tienen un efecto negativo.

Anteriormente se ha mencionado la alta aceptación que tiene la carne y sus derivados en la población en general. Su elevada palatabilidad la convierte en un alimento estrella que se consume en grandes cantidades. Sin embargo, también se ha explicado el riesgo o los posibles efectos adversos en la salud que puede producir su ingesta. El desarrollo de productos cárnicos funcionales se fundamenta en la puesta en práctica de distintas actuaciones para favorecer la presencia de compuestos benéficos y/o limitar la de aquellos otros con efectos negativos. Este proceso de optimización de ingredientes funcionales puede llevarse a cabo mediante dos tipos de estrategias para llegar a conseguir carne y productos cárnicos más saludables: a) las basadas en prácticas de producción animal (genéticas y nutricionales); b) las relacionadas con los sistemas de transformación de carne aplicando fundamentalmente procesos de reformulación (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

En la cual la estrategia de reformulación es mucho más rápida que la intervención en la producción animal y se incide directamente en el producto que va a ser utilizado por el consumidor.

2.4.1 PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Durante la producción animal se origina la primera oportunidad para condicionar la composición de los tejidos animal (Jiménez-Colmenero, 2007)

A nivel de prácticas de producción animal los cambios más relevantes se han centrado en la reducción del contenido en grasa y en la mejora de su perfil lipídico de los tejidos animales. Como resultado de tales estrategias se han obtenido productos con mayor contenido en ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos polinsaturados, incluyendo el ácido linoleico conjugado y con menor presencia de colesterol. De igual modo las dietas

establecidas en animales han permitido incrementar la concentración en los tejidos de vitamina E y minerales como selenio, magnesio o hierro (Jiménez-Colmenero, 2007)

El nivel de producción animal se presenta como la primera oportunidad para mejorar la presencia de componentes con efecto positivo en la salud, dado que la composición y calidad de la carne dependen de factores genéticos y asociados a la producción/nutrición animal (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2010b; Lebret, 2008). La selección de razas y líneas genéticas o mediante procesos de transgénesis y clonación se puede modificar por ejemplo el contenido lipídico de la carne (reducción de la cantidad de grasa total y/o mejora del perfil de ácidos grasos de la grasa) (Jaturasitha *et al.*, 2016; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2014). El empleo de dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados (AGM) y ácidos grasos polinsaturados (AGP), basadas en su presencia en productos vegetales (semillas con alto contenido de AGM y AGP) y marinos (pescado o algas), ha sido la práctica más ensayada en la mejora del perfil lipídico del músculo de las canales (porcino, vacuno, avícola, etc.) (Corino *et al.*, 2014; Habeanu *et al.*, 2014; Jaworska *et al.*, 2016; Realini *et al.*, 2017).

2.4.2 PROCESOS DE REFORMULACIÓN

La reformulación de productos cárnicos, sin embargo, es la estrategia más utilizada por las ventajas que aporta al incidir el cambio de composición directamente en el desarrollo del producto final (Grasso *et al.*, 2014; Jiménez-Colmenero, 2007; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013)

Las estrategias tecnológicas basadas en cambios en los sistemas de transformación de la carne abren interesantes posibilidades en el campo de la alimentación funcional. La forma más versátil de modificar la composición de los derivados cárnicos surge de la amplia oportunidad de introducir cambios en los ingredientes (cárnicos y no cárnicos) utilizados en su elaboración. Tales estrategias pueden emplearse para reducir, eliminar, incrementar y/o reemplazar una amplia variedad de ingredientes bioactivos.

Dado que algunos componentes (naturalmente presentes o no) de la carne y sus derivados se han asociado con el desarrollo de ciertas enfermedades, su reducción ha sido estimada de interés. Este es el caso del contenido en grasa, AGS, ácidos grasos trans, valor energético,

presencia de colesterol, alérgenos, sodio, nitritos, entre otros. Complementariamente se han desarrollado productos en los que se incorporan ingredientes con efecto benéficos (proteínas, fibra, probióticos, antioxidantes, minerales, etc.). Estas sustancias se pueden adicionar de manera directa e intencionada o como constituyente de algunos ingredientes (extractos, harinas, concentrados, homogeneizados, etc.) empleados con distintos propósitos. La mayoría de tales ingredientes son de origen vegetal como la nuez, avena, soja, algas, trigo, girasol, romero, etc., estando constituidos por combinaciones complejas de compuestos fitoquímicos bioactivos.

2.4.3 DISEÑO DE ALIMENTOS FUNCIONALES

Los aspectos más importantes en el diseño, desarrollo y valoración del efecto del consumo de alimentos funcionales en general, y de cárnicos en particular, se esquematizan de manera particular en la Figura 2.1

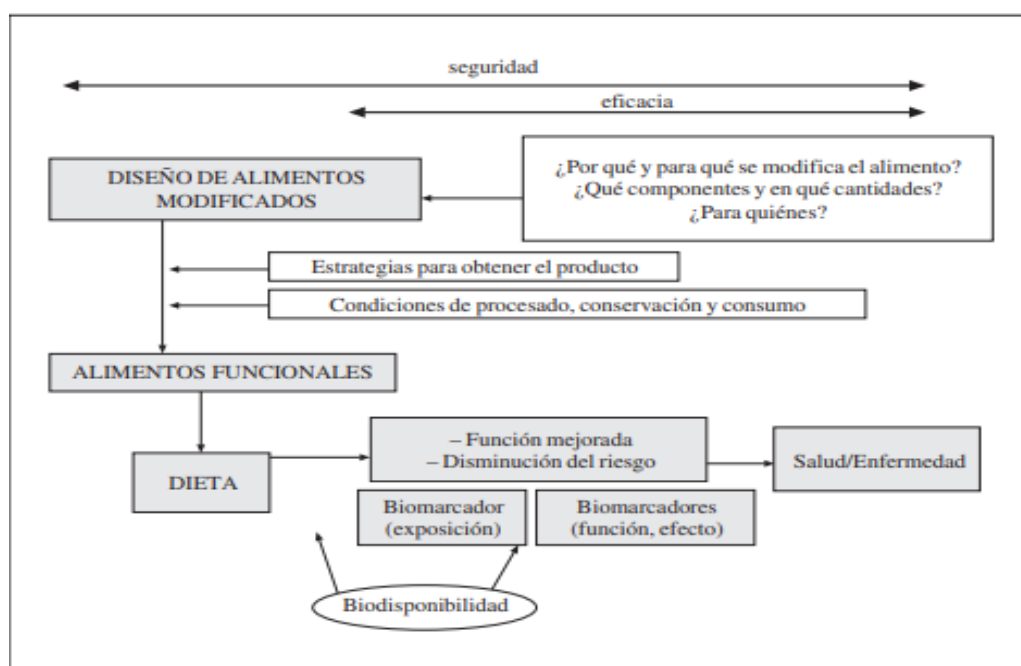


Figura 2.1. Aspectos a considerar en el diseño, desarrollo y valoración de productos cárnicos funcionales. Adaptada de Olmedilla-Alonso et al., 2013

Para poder comenzar con un buen desarrollo y como se muestra en la Figura 2.1 hay una serie de preguntas las cuales nos van a ayudar con este diseño, cuando se inicia el desarrollo

de un nuevo producto, resulta necesario establecer la población a la que va dirigido, las personas que se beneficiarían con su consumo, así como determinar el beneficio para estos sujetos. Todo esto condicionará las decisiones a adoptar en relación con el tipo de producto a elaborar, los componentes y modificaciones a realizar en el alimento (añadir o reducir ciertos compuestos) y en qué cantidades; las estrategias para obtener un buen producto, siendo la reformulación una de las opciones más utilizadas y su condición de procesado, conservación y consumo lo que llevará al desarrollo de un alimento funcional, el cual como se ha mencionado anteriormente va a estar incluido en la dieta de la población a la que va dirigida el producto, el cual al ser ya considerado funcional de por medio tendrá una función mejorada y por supuesto ayudara a reducir el riesgo de enfermedades lo cual es por lo que principalmente se diseña un alimento funcional. Finalmente, hay que decidir qué parámetros (marcadores) se van a utilizar para verificar si se ha producido o no el efecto deseado tras su consumo en la cantidad y forma establecidas (Olmedilla-Alonso et al., 2013.)

Debido al incremento en la demanda de alimento funcionales, la industria alimenticia está en un constante proceso de investigación y desarrollo, reformulando productos para aumentar la funcionalidad de ingredientes al alimento o bien, añadiendo bioactivos con propiedades funcionales comprobadas (Harthwar *et al.*, 2012).

Sin embargo, el desarrollo de alimentos funcionales presenta numerosos retos. Por ejemplo, los ingredientes funcionales no deben impactar negativamente en el sabor, la textura y/o el color del alimento, además de que el precio debe ser razonable de manera que el público lo adquiera y consuma con regularidad.

De acuerdo con Decker y Park (2010), al desarrollar un alimento funcional, se deben tener en cuenta numerosos factores, tales como:

- ¿El compuesto bioactivo es consumido por debajo de las sugerencias de consumo para la población?
- ¿El compuesto bioactivo es consumido por un mercado clave?
- ¿Cuál es la evidencia de la eficacia del compuesto en humanos?

- ¿El compuesto se está utilizando en una forma biodisponible?
- ¿Cuál es el impacto del compuesto bioactivo en las características sensoriales del alimento? Está demostrado, por ejemplo, que los consumidores no están dispuestos a sacrificar el sabor del alimento por un beneficio a su salud (Siegrist *et al.*, 2008).
- ¿Cuál es la estabilidad del compuesto de interés en la matriz del alimento? Considerar estabilidad oxidativa, a la luz, al calor y a las enzimas inherentes del alimento, así como sensibilidad al pH.
- ¿Existe alguna restricción en la regulación del ingrediente de interés?

Otros factores que se deben considerar son los procesos aplicados en la producción y empaqueo del producto, por ejemplo: fermentación, estabilidad, encapsulación, tecnología de secado, tratamientos térmicos y envasado (Decker, y otros, 2010).

En resumen, al diseñar un alimento funcional, deben tomarse en cuenta todas las etapas, desde la producción animal hasta el proceso de elaboración y comercialización del producto (Arihara, 2006).

CAPÍTULO 3. REFORMULACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

La reformulación de productos cárnicos consiste en alterar la composición de un producto cárnico optimizando los componentes que son benéficos para la salud del consumidor y/o limitando aquellos aspectos que puedan tener una influencia negativa en la salud. Esta optimización puede realizarse reduciendo los componentes perjudiciales normalmente presentes en estos alimentos a los límites apropiados (grasa, ácidos grasos saturados, sal, nitritos, etc.) o incorporando compuestos bioactivos con efectos benéficos sobre la salud (antioxidantes, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados, etc.). Según el tipo de producto cárnico la composición también puede ser fácilmente alterada durante la preparación del mismo (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

En la Tabla 3.1 se muestran algunos componentes de los productos cárnicos que pueden ser adicionados y de los que existe evidencia de su influencia favorable y desfavorable sobre la salud (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

Función/Condición del objetivo (marcadores)	Componentes asociados con efectos saludables	Componentes asociados con efectos no saludables	
ECV	- Dislipemias	-AGM, n-3 AGP, CLA, fibra dietética, fitoesteroles, vitaminas C y E, péptidos bioactivos, histidil-dipéptidos, L-carnitina, licopenos.	- Grasa, AGS, grasas <i>trans</i> , colesterol
	- Presión arterial	Péptidos bioactivos, vegetales/proteínas vegetales	
	- Obesidad	CLA, fibra dietética, creatina	- Sodio
	- Otros	Ácido fólico, vitaminas B ₆ y B ₁₂ , licopenos, luteína, selenio, taurina, Coenzima Q10, extractos de frutas, hierbas y especias ricas en flavonoides y compuestos fenólicos	- Grasa, AGS, grasas <i>trans</i>
Cáncer	Fibra dietética, ácido fólico, vitamina E, selenio, CLA, probióticos, histidil-dipéptidos, licopenos, extractos de frutas, hierbas y especias ricas en flavonoides y compuestos fenólicos	Nitritos (nitrosaminas), componentes de oxidación lipídica, fosfatos inorgánicos, aminas aromáticas policíclicas, hierro	
Enfermedades óseas	Calcio, magnesio, L-carnitina		
Estado inmunológico	Probióticos, selenio, hierro		
Anemia (ferropénica)	Hierro		
Migraña y alergia		Aminas biogénicas Alérgenos (gluten, lactosa)	
Crecimiento y desarrollo	Iodo		

Tabla 3.1 Ejemplo de componentes saludables y no saludables a tener en cuenta en el desarrollo de productos cárnicos (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013)

Como ya se ha mencionado anteriormente, la reformulación de productos cárnicos es la estrategia más utilizada por las ventajas que aporta al incidir el cambio de composición directamente en el desarrollo del producto final (Grasso *et al.*, 2014; Jiménez-Colmenero, 2007; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

3.1 REDUCCIÓN O ELIMINACIÓN DE COMPONENTES CON IMPLICACIONES NEGATIVAS PARA LA SALUD

Dado que alguno de los componentes de la carne y/o sus derivados se han asociado con efectos negativos para la salud se ha considerado de interés reducir o eliminar su presencia. Con tal fin, principalmente se ha tratado la reducción de compuestos añadidos durante la elaboración de los productos (sodio, fosfatos, sales nitrificantes) y otros generados durante el procesado y conservación de los mismos.

3.1.1 SODIO

La carne es relativamente pobre en sodio (50 - 90 mg/100 g), sin embargo, los productos cárnicos suelen presentar un contenido elevado (hasta 1500 mg/100 g) (Moreiras *et al.*, 2013). En la industria cárnica el NaCl se emplea como potenciador del sabor y con fines microbiológicos. Ejerce un papel esencial en el desarrollo de la textura del producto ya que facilita la solubilidad de las proteínas aumentando su capacidad de retención de agua y mejora la estabilización de emulsiones cárnicas (García, *et al.*, 2001; Jiménez-Colmenero, *et al.*, 2001).

Pese a las ventajas tecnológicas que ofrece la sal, una elevada ingesta de sodio se ha relacionado con una posible presión sanguínea elevada, factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV), diabetes, obesidad, cáncer gástrico o enfermedades del riñón (Cocores y Gold, 2009; Desmond, 2006; Toldrá y Reig, 2011).

Tal es el tamaño del problema asociado al consumo de sodio, que diferentes instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Unión Europea (UE), han elaborado programas enfocados a difundir la necesidad de una reducción del consumo de sal (2 g sodio/día que equivale a 5 g sal/día) (Domnariu, 2013; WHO, 2012).

En el sector cárnico se han planteado diversas estrategias para reducir el contenido de sodio en el producto final. La sustitución parcial del NaCl por otras sales (KCl, MgCl₂ o CaCl₂) ha sido una de las opciones más utilizadas, aunque su presencia puede dar lugar a sabores poco deseables en el producto (López-López *et al.*, 2009c; Mora-Gallego *et al.*, 2016; Triki *et al.*, 2013a). Debido a la importancia de la sal en el desarrollo del sabor se han puesto en marcha diversas iniciativas para minimizar el efecto de la reducción de sal en el mismo utilizando enmascadores de sabores no deseables (Fouladkhah *et al.*, 2015; Ojha *et al.*, 2016; Ruusunen y Puolanne, 2005).

3.1.2 FOSFATOS

Los fosfatos se emplean en los productos cárnicos por su contribución en el desarrollo del color, además, la actividad antimicrobiana y antioxidante de los fosfatos promueve la estabilidad del producto. La adición de fosfatos a los productos cárnicos también limita el efecto negativo de la reducción de sal al mejorar las propiedades sensoriales y sin aumentar significativamente los niveles de sodio (García *et al.*, 2001).

Pese a las ventajas tecnológicas que presentan, los fosfatos se han relacionado también de forma negativa con la salud ya que dificultan la absorción del hierro, calcio o magnesio pudiendo derivar en problemas con el desarrollo y mantenimiento de un buen estado óseo, además de ser potencialmente precursores de ciertos tipos de cáncer (Jin *et al.*, 2009).

En este sentido, se han estudiado procesos de sustitución de fosfatos basados en el empleo de oligofruktosacáridos (Ando *et al.*, 2015; Resconi *et al.*, 2016).

3.1.3 SALES NITRIFICANTES O NITRITOS

Las sales nitrificantes como los nitritos y nitratos de sodio principalmente, se utilizan como aditivos en la elaboración de derivados cárnicos con varios fines: inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, conferir y estabilizar el color en productos curados, ejercer una acción antioxidante y contribuir al desarrollo de su flavor (sabor) típico. Sin embargo, su presencia en alimentos se ha relacionado con la formación de nitrosaminas (implicadas en actividades carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas).

Por este motivo, el comité mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios ha establecido una Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 0 - 0,7 mg/kg de peso corporal/día

(expresado como ion nitrito) para el efecto de los nitritos y una IDA de 0 - 3,7 mg/kg de peso corporal/día (expresado como ion nitrato) en el caso de los nitratos (JECFA, 2002).

Existen dos estrategias básicas para reducir los riesgos potenciales para la salud de los nitritos en los productos cárnicos. Una es reducir o eliminar la adición de nitrito, y la otra es usar inhibidores de la N-nitrosamina. (Ruiz-Capillas *et al.*, 2016; Weiss *et al.*, 2010; Wojciak *et al.*, 2014).

Para tal fin se ha ensayado el empleo de diferentes extractos vegetales como el apio, vitaminas C y E por su acción antioxidante, así como por su capacidad para bloquear la formación de nitrosamina, también los compuestos como el ascorbato y el eritorbato ayudan a inhibir la formación de N-nitrosaminas, pero su solubilidad en el tejido adiposo es demasiado leve para que sean realmente efectivos. Otras propuestas alternativas a los efectos de coloración de los nitritos van desde el uso de colorantes como la eritrosina hasta la formación del mismo pigmento que ocurre naturalmente en el producto curado (mononitrosil ferrohemocromo) fuera del sistema de carne y agregarlo más tarde. También el ácido sórbico y el sorbato de potasio, el hipofosfito de sodio, los ésteres de ácido fumárico, los parabenos e incluso las bacterias productoras de ácido láctico se han utilizado para reproducir la acción microbiana de los nitritos (Toldrá, 2002).

3.1.4 REDUCCIÓN DE COLESTEROL

En la materia seca, la cantidad de colesterol en el tejido magro de carne de res, cerdo, cordero y aves de corral puede ser hasta dos veces mayor que el presente en el tejido adiposo, pero en la materia húmeda, el contenido de colesterol de los tejidos magros es ligeramente menor que el del tejido adiposo.

La reducción de la grasa en carne (del 20% al 9.8%) a través del reemplazo por carne magra no conduce a una reducción del colesterol. Por lo tanto, reducir el porcentaje de grasa en el producto no parece ser una forma viable de reducir el colesterol en los derivados de la carne. Incluso se ha sugerido que, si la reducción de grasa se logra al aumentar la proporción de carne magra, en realidad puede aumentar el nivel de colesterol en el producto.

Se pueden obtener productos con menos colesterol reemplazando las materias primas de grasa y carne magra con otros materiales vegetales que no contienen colesterol. Se han reformulado varios productos cárnicos reduciendo y / o reemplazando parcialmente la grasa animal con aceites vegetales (maní, canola, girasol, oliva, etc.) y agregando proteínas vegetales (soja, maíz, avena, etc.) (Jiménez-Colmenero, *et al.*, 2001).

3.1.5 REDUCCIÓN DE CALORÍAS

En línea con las recomendaciones dietéticas, tanto el contenido calórico total como el porcentaje de calorías provenientes de la grasa serán los nuevos criterios para la evaluación de los alimentos manipulados por el consumidor. Por lo tanto, son una consideración clave en el diseño de la nueva composición de cualquier producto. Los valores caloríficos (por gramo) de los componentes principales de los alimentos son: grasas 9 kcal, proteínas 4 kcal y carbohidratos 4 kcal.

La ingesta de calorías se limita con mayor frecuencia al reducir la proporción de grasa, donde el contenido es más del doble que el de las proteínas o los carbohidratos, pero no se debe ignorar el papel del reemplazo de grasa.

La reducción simple de grasas ayuda a limitar la ingesta calórica de los productos cárnicos, pero en muchos casos esto puede no ser suficiente para cumplir con las recomendaciones dietéticas de la OMS. Solo es posible reducir la ingesta de grasa de lípidos reduciendo drásticamente el contenido de grasa o con reemplazos de grasa o sustitutos que hacen que un mejor equilibrio de proteínas / grasas / carbohidratos (Jiménez-Colmenero, *et al.*, 2001).

3.2 REFORMULACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN RELACIÓN CON SU CONTENIDO LIPÍDICO

Una vez considerado el efecto que la cantidad y calidad de la grasa tiene sobre nuestro organismo y las recomendaciones de consumo, resulta evidente la conveniencia de optimizar su presencia ya que la carne y derivados son una de las principales fuentes de ingesta de grasa (FEN, 2012).

La reformulación de los productos, como ya se comentó constituye la estrategia más utilizada para obtener un elaborado cárnico con un contenido lipídico más saludable. Para tal fin existen diferentes oportunidades de reformulación basadas fundamentalmente en dos estrategias, reducir los niveles de grasa total y mejorar el perfil de ácidos grasos (reduciendo la presencia de ácidos grasos saturados (AGS) y favoreciendo la de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) y ácidos grasos poliinsaturados (AGP) en el producto final (Jiménez-Colmenero, 2007).

3.2.1 REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE GRASA ANIMAL

La grasa presente en un derivado cárnico, junto con otros ingredientes, contribuye a impartir sus propiedades organolépticas, reológicas y estructurales (Jiménez-Colmenero, 2007). Su presencia tiene un impacto decisivo en la sensación gusto-olfativa del alimento dado que la mayoría de los componentes volátiles responsables del sabor y aroma son liposolubles (Estévez *et al.*, 2005; Rivera Ruiz, 2012). Por otro lado, en productos cárnicos tipo emulsión, el nivel de grasa presente condiciona notablemente la estabilidad del mismo (Jiménez Colmenero, 2000). Por todo ello, formular un producto cárnico con un contenido de grasa reducido y características similares a las de su homólogo (contenido habitual de grasa) no es una tarea fácil.

En términos generales, la reducción de grasa se logra mediante la reformulación que consiste en la combinación de materias primas de carne preseleccionadas (más magras y de composición conocida) con cantidades apropiadas de agua, grasa (animal o vegetal según la nueva composición), aromatizantes (con formulación modificada) y otros ingredientes (sustitutos o sustitutos de grasas), que en combinación con procesos tecnológicos le otorgan al producto ciertas características deseables, que incluyen composición, propiedades sensoriales y tecnológicas, seguridad, valor nutricional, conveniencia, etc. Con este fin, la industria cárnica ha empleado proteínas tanto de origen vegetal: de soja, trigo, maíz, etc. (Chung *et al.*, 2014; Drakos *et al.*, 2007) como animal: del suero lácteo, huevo, sangre, etc. (Cheng, *et al.*, 2009; Shon y Chin, 2008;) aprovechando la aptitud que éstas presentan para ligar agua, su capacidad para estabilizar emulsiones cárnicas, etc. Todo ello

posibilita obtener un producto con unas propiedades óptimas: textura más adecuada y próxima a la del control, mayor jugosidad y menores mermas.

Diversos carbohidratos se han empleado también como sustitutos de grasa en el desarrollo de productos cárnicos con un contenido lipídico reducido destacando almidones, maltodextrinas, polidextrosa, derivados de la celulosa, fibras, carragenatos, gomas, etc. Debido a las propiedades tecnológicas de estos compuestos, se ha conseguido impartir similares propiedades texturales, viscosidad, rendimiento en tratamientos térmicos, estabilidad durante conservación en congelación, etc. en los productos cárnicos reformulados (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2013; Salcedo-Sandoval *et al.*, 2015a).

3.2.2 MEJORA DEL PERFIL LIPÍDICO.

Hay esencialmente dos procedimientos por los cuales la composición de ácidos grasos de la carne puede ser alterada, el primero de ellos es utilizar estrategias genéticas y de alimentación para mejorar el grado de instauración de lípidos.

El segundo procedimiento consiste en reemplazar parte de la grasa animal normalmente presente en el producto con otra más adecuada para las necesidades humanas, es decir, con menos ácidos grasos saturados y más ácidos monoinsaturados o poliinsaturados, y además sin colesterol (Jiménez-Colmenero, 2007).

En este sentido, la sustitución de grasa animal por aceites de origen vegetal y/o marino ha sido uno de los procedimientos más utilizados. Sin embargo, estos aceites presentan características físico-químicas diferentes a las de la grasa animal (Grasso, *et al.*, 2014). Para ello estos lípidos deben de quedar bien integrados en el producto y, además, no disminuir las características sensoriales y tecnológicas del mismo. Entre los procedimientos generalmente empleados para la incorporación de aceites vegetales y/o marinos en la reformulación de productos cárnicos cabe destacar: la adición directa en forma líquida o sólida, como aceites encapsulados y emulsionados (Jiménez-Colmenero, 2007).

3.3 INCORPORACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES.

La acción de los alimentos funcionales se basa en el uso de ingredientes funcionales, y los beneficios para la salud de ciertos componentes alimentarios. A nivel general, se han identificado 12 grupos amplios de ingredientes (de origen animal y vegetal) que tienen efectos potencialmente beneficiosos para la salud humana: 1) fibra dietética, 2) oligosacáridos, 3) azúcares / alcoholes, 4) aminoácidos, péptidos y proteínas, 5) glucósidos, 6) alcoholes, 7) isoprenos y vitaminas, 8) colina, 9) bacterias ácido-lácticas, 10) minerales, 11) ácidos grasos insaturados y 12) antioxidantes (Arihara, 2006).

Como se ha mencionado con anterioridad, en el desarrollo de alimentos funcionales deben considerarse varios factores, entre los que se encuentra la ingesta diaria y la deficiencia del ingrediente funcional que exista en la dieta de una determinada región. En el caso de productos cárnicos funcionales, se pueden agregar nutrimentos indispensables en la dieta como vitaminas A, E y C, y nutrimentos inorgánicos como magnesio, calcio y potasio. Otros compuestos con los que puede adicionarse la carne son fibra dietética, ácidos grasos omega 3 de cadena larga, péptidos bioactivos, antioxidantes, probióticos, prebióticos, etc. (Khan *et al.*, 2011).

La promoción del uso de uno o más de estos ingredientes en productos cárnicos ha abierto una enorme gama de posibilidades, algunas de las cuales han sido investigadas e incluso comercializadas. Se han utilizado en productos cárnicos con fines tecnológicos, para reducir costos y, en algunos casos, por su valor nutricional.

CAPÍTULO 4. INCORPORACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES

4.1 PRODUCTOS CÁRNICOS ENRIQUECIDOS CON FIBRA DIETARIA

4.1.1 BENEFICIOS DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DIETARIA

La industria cárnica es una de las más importantes en el mundo y, consecuencia de esto, la investigación en nuevos productos es continua. Actualmente, la investigación y el lanzamiento de nuevos productos están dirigidos a aportar alternativas saludables. Frecuentemente los productos cárnicos son acusados de causar gran variedad de patologías que se derivan principalmente del contenido de grasa, ácidos grasos saturados, y colesterol y su asociación con enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y obesidad, entre otros. La fibra es adecuada para su inclusión a los productos cárnicos y ha sido previamente usada para incrementar el rendimiento en cocción, debido a las propiedades de ligazón de agua y grasa y para mejorar la textura. Se han estudiado varios tipos de fibras solas o combinadas con otros ingredientes, para formulaciones de productos cárnicos reducidos en grasa, finamente molidos y productos reestructurados y emulsiones cárnicas (Meneses *et al*, 2011).

La fibra dietaria o fibra alimentaria es un componente de los alimentos vegetales como cereales, frutas, verduras y leguminosas, que no puede ser digerida por el organismo (Khattak y Ali, 2002). Con base en sus propiedades físicas y su efecto fisiológico en el organismo, la fibra dietaria se clasifica en fibra insoluble y fibra soluble. La fibra insoluble consiste principalmente en celulosa, hemicelulosa y lignina, este tipo de fibra se encuentra en el salvado de trigo, granos integrales y verduras. La fibra soluble comprende gomas y pectinas. Alimentos que contienen fibra soluble son las leguminosas como frijol, cereales como avena y cebada, hortalizas como brócoli, zanahoria y pepinos, y algunas frutas como las manzanas, ciruelas, peras y naranjas (Brennan *et al.*, 2002).

Aunque los efectos exactos de la fibra de la dieta dependen del tipo y cantidad de fibra ingerida, la mayor parte de sus acciones afectan al intestino grueso. Los efectos mecánicos

sobre el bolo fecal y el tránsito intestinal están dados por la fibra insoluble, la cual incrementa el tamaño del bolo fecal, por retención de agua y bacterias, a lo largo del tracto intestinal (Ha *et al.*, 2000). El salvado es capaz de absorber hasta tres veces su peso en agua, este efecto produce un bolo fecal más suave y de mayor volumen. Como consecuencia, este tipo de fibra facilita la evacuación, previene y ayuda a eliminar el estreñimiento. Se ha demostrado que dietas con bajo contenido de fibra causan estancamiento de la materia fecal. Esto lleva a aumentar el tiempo de exposición de varias sustancias como son los ácidos biliares y bacterias colónicas que a su vez pueden producir compuestos carcinogénicos (Montagne *et al.*, 2003).

La fibra posee además ciertos efectos metabólicos. El efecto sobre el metabolismo de los lípidos está dado por las pectinas, la goma guar y la avena integral que ejercen un efecto hipocolesterolémico. El mecanismo de acción se debe a la propiedad que tiene la fibra de ligar los ácidos biliares y disminuir la absorción del colesterol, incrementando la desviación del mismo hacia la síntesis de ácidos biliares (Valencia y Román, 2009).

Se ha observado la interacción de la fibra en la dieta y algunos procesos fisiopatológicos; por ejemplo, el síndrome de colon irritable se evita con una dieta rica en fibra (Kanauchi *et al.*, 2003).

Otro de los efectos benéficos que han sido atribuidos a la fibra es el mejoramiento de la curva de tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos, producido por la disminución del tiempo de vaciamiento gástrico que influye en la velocidad de absorción de los nutrientes, entre ellos la glucosa. En los últimos años se ha demostrado que la pectina hace más lenta la liberación gástrica de la comida ingerida, especialmente los azúcares. Así la glicemia post prandial podría aumentar más lentamente, con una respuesta consiguiente más lenta de la insulina. Teóricamente, la pectina puede mejorar el control diabético al reducir la tasa de absorción del azúcar (Valencia y Román, 2009).

4.1.2 FIBRA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

La carne es un alimento que no contiene fibra dietaria, por esta razón a ésta se le ha considerado desde el principio como un ingrediente interesante para ser incluida en la

formulación de alimentos funcionales. La fibra que se adiciona a los distintos alimentos puede tener muy diversos orígenes, tales como salvado de cereales (trigo, arroz, maíz), remolacha azucarera, frutas, papas, girasol, achicoria, soya, celulosa, etc., por lo que su composición y características fisicoquímicas varían en gran medida. El uso de la fibra alimentaria en la industria cárnica ha sido con el fin de reducir el contenido de grasa en diversos productos cárnicos, aunque al mismo tiempo se ha visto que afecta la retención de agua, textura, calidad en general y sobre todo la percepción sensorial por parte de los consumidores. Se ha reportado que la fibra adicionada a productos cárnicos interacciona con las proteínas y con el agua, mejorando la textura en salchichas, jamones, salami, entre otros (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2010; Decker y Park, 2010).

La fibra, al aumentar la capacidad de retención de agua en el producto, hace que éstos pierdan menos agua por manejo o durante su congelación/ descongelación y, por lo tanto, hace que el riesgo por contaminación microbiana sea menor al no existir agua libre para ello. Además, la pérdida de peso al cocinarlo también es menor, manteniéndose más jugoso y con mejor textura, y liberando más lentamente los compuestos volátiles responsables de su sabor y aroma.

García *et al.*, 2002 estudiaron el efecto de la adición de fibra dietaria de cereales y frutas sobre la calidad y propiedades sensoriales de embutidos fermentados bajos en grasa. Se utilizaron diferentes concentraciones de fibras de trigo, avena, durazno, manzana y naranja. Como resultado se obtuvo una reducción del porcentaje de grasa entre un 57 y 68 %. El tratamiento con incorporación de 1.5 % de avena fue el que presentó una mayor disminución de grasa. Así mismo, con estos porcentajes de reducción de grasa se lograron obtener productos con menos contenido calórico, aproximadamente 35 % menos que el testigo. Sin embargo, el aumento de fibra en la formulación fue percibida negativamente por los consumidores, ya que en la evaluación sensorial se vio que los tratamientos con 3 % de fibra presentaron una menor aceptación con respecto a los que se les incorporó 1.5 % de fibra. El producto con fibra de naranja fue el que más aceptación tuvo por parte de los panelistas.

Archer *et al.*, 2004 estudiaron la sustitución de grasa por inulina o por fibra de altramuz en hamburguesas para observar el efecto que tenían éstas sobre la aceptación y saciedad después de su consumo. Elaboraron tres tipos diferentes de hamburguesas: formulación convencional alta en grasa, formulación baja en grasa con inulina y formulación baja en grasa con incorporación de fibra de altramuz. Las formulaciones con inulina y fibra de altramuz presentaron menor contenido de grasa, 36 y 37 % respectivamente, y entre un 15 y 17 % menor densidad calórica en comparación con el testigo. La formulación convencional fue la más aceptada, seguida de la adicionada con fibra de altramuz y por último la adicionada con inulina. Con respecto a la sensación de saciedad, la hamburguesa adicionada con fibra de altramuz presentó una evaluación más alta, seguida de la que contenía inulina y la convencional respectivamente. Con base a lo anterior, la fibra de altramuz e inulina tienen potencial para ser utilizadas como sustitutos de grasa en productos cárnicos, para reducir el contenido calórico y aumentar la sensación de saciedad de productos bajos en grasa.

Por otro lado, Piñero *et al.*, 2008 realizaron una investigación en la cual adicionaron 13.5 % de fibra soluble de avena en hamburguesas de res bajas en grasa (<10 %) y para estudiar el efecto sobre las características físicas, químicas y sensoriales con respecto a hamburguesas testigo que contenían 20 % de grasa. La adición de fibra de avena, mejoró el rendimiento de cocción, y la retención tanto de grasa como de agua fue atribuida a la capacidad de retención de agua que tienen los β -glucanos de la fibra de avena. Con respecto al contenido de colesterol, en ambos tratamientos se presentaron comportamientos similares, así como también en la calidad microbiológica, la cual se mantuvo estable durante 60 días en almacenamiento por congelación. En la evaluación sensorial, el sabor y la jugosidad de las hamburguesas con fibra de avena tuvieron mayor aceptación que en el producto control. Con respecto a los otros parámetros evaluados, apariencia, textura y color, no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

En otro estudio Choi *et al.*, 2012 se evaluó el efecto de la adición de diferentes concentraciones de *Laminaria japonica*, alga del mar de Asia, sobre las características físicas,

químicas y sensoriales de hamburguesas de cerdo reducidas en grasa. La adición de *L. japioca* permitió reducir el contenido de grasa en un 32 %, y aumentar el contenido de fibra entre 1.23 y 3.14 %, en comparación con el testigo. Además, los tratamientos con *L. japioca* fueron los que presentaron menor pérdida del diámetro después del cocinado. En la evaluación sensorial se encontró que las formulaciones con *L. japioca* en una concentración de 1 y 3 % fueron las que presentaron una mejor aceptación por parte de los panelistas.

Fernández-Ginés *et al.*, 2004 incorporaron de 2.5 a 10 % de albedo de limón como una fuente de fibra dietaria en bolonias. La adición de albedo de limón permitió reducir los niveles de nitrito residual debido a la presencia de compuestos bioactivos en la fibra. Esta reducción se puede visualizar como saludable ya que disminuye la posibilidad de formación de nitrosaminas. Con respecto a la evaluación sensorial, se encontró que los tratamientos adicionados con 2.5, 5 y 7 % presentaron un comportamiento similar al tratamiento testigo.

Sayas-Barberá *et al.*, 2012 estudiaron el uso combinado de un cultivo probiótico y fibra de cítricos en una longaniza tradicional española y su efecto sobre la calidad fisicoquímica y sensorial del producto durante su almacenamiento por 8 días en refrigeración. Estudiaron cuatro diferentes tratamientos: testigo (formulación convencional), 1 % de fibra de naranja, adición de cultivo microbiano de *Lactobacillus casei*, y por último combinación de 1 % de fibra de naranja más el cultivo de *L. casei*. Se encontró que la incorporación de 1 % de fibra de naranja favoreció el crecimiento de las bacterias ácido lácticas, así como también que la adición de fibra de naranja más *L. casei* aceleró la disminución en el pH y la liberación de ácidos orgánicos. El tratamiento con fibra de naranja y *L. casei* fue mejor evaluado por los panelistas, además este tratamiento tuvo valores más bajos de pH, a_w , concentración de nitrito residual y menor crecimiento de enterobacterias durante el almacenamiento.

Yilmaz, 2004 utilizó salvado de centeno como sustituto de grasa en la producción de albóndigas. El consumo de centeno ha sido reportado para inhibir el crecimiento de tumores en mama y en colon en animales de laboratorio, o para disminuir la respuesta de

glucosa en diabéticos. La adición de salvado de centeno a las albóndigas en los niveles probados (5% a 20%) mejoró su valor nutricional y los beneficios en la salud. Los autores concluyeron que este tipo de fibra puede ser usado como fuente de fibra dietaria.

Los estudios anteriores muestran que la fibra dietaria puede ser utilizada en diferentes productos cárnicos tanto por su implicación en la salud como por sus propiedades tecnológicas. Se ha logrado con éxito reducir niveles importantes de grasa en diferentes productos cárnicos. Pero esta reducción de grasa y el uso de las fibras han traído como consecuencia la aparición de otros problemas que son la afectación tanto de la textura como la retención de agua que repercuten en la percepción sensorial de los productos por parte de los consumidores. Se ha logrado proveer una cantidad de 2 a 3 g de fibra por porción individual en producto cárnico sin tener problemas de aceptación. Sin embargo, de acuerdo con lo recomendado por las guías dietarias de Estados Unidos, la población norteamericana debería consumir diariamente 25 y 38 g, para mujeres y hombres, respectivamente. Pero el consumo de fibra es bajo, es de 15 g/día en promedio.

4.2 PRODUCTOS CÁRNICOS ENRIQUECIDOS CON ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

4.2.1 BENEFICIOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

Diversos estudios epidemiológicos, clínicos y bioquímicos han evidenciado que los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 presentes en los alimentos de manera natural o suplementados, tienen una función protectora contra el cáncer de colon, artritis reumatoide, y ECV. Por tanto, el aumento de ácidos grasos omega-3 y otros ácidos grasos insaturados en los alimentos, permiten en parte equilibrar los efectos negativos de las grasas saturadas que tienden a aumentar los niveles de colesterol LDL en sangre (Mozaffarian y Wu, 2011).

Los AGPI omega-3 presentan efectos antitrombóticos y antiarrítmicos, aumentan el flujo sanguíneo evitando la adherencia de plaquetas en las arterias, previenen la arterosclerosis

al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea, reducen la concentración de triglicéridos en plasma, disminuyen el colesterol total y las lipoproteínas de muy baja densidad (Givens *et al.*, 2006). Una evidencia reciente sugiere que la suplementación con 850 mg/día de ácidos grasos omega-3, ácido eicosapentaenoico (AEP; C20:5 ω -3) y ácido docosahexaenoico (ADH; C22:6 ω -3), pueden reducir el riesgo de muerte por ECV en un 25 % y por muerte cardíaca súbita en un 45 % (Harris y Von Schacky, 2004).

4.2.2. ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Una de las estrategias para el desarrollo de los productos cárnicos funcionales es la adición de nuevos ingredientes que por sí solo tienen una imagen saludable ante el consumidor y de los cuales se tiene suficiente evidencia científica sobre su impacto en la salud, tal es el caso de los ácidos grasos omega-3.

Lee *et al.*, 2006 adicionaron una emulsión de aceite de alga a carne de pavo molida y salchichas de cerdo, ambos productos frescos, para lograr una concentración final de 500 mg de ADH/110 g de carne. El nivel de recuperación de ácido docosahexanoico (ADH) en producto terminado fue mayor de 87 %.

En otro trabajo Lee y *et al.* 2006, estudiaron el efecto del procesamiento y cocción sobre la estabilidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 así como también la eficiencia de antioxidantes para minimizar la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 en productos cárnicos cocidos y fortificados. Encontraron que un coctel de antioxidantes de ácido cítrico, eritorbato y extracto de romero fue capaz de controlar la oxidación de lípidos y al mismo tiempo no alterar las propiedades sensoriales en carne de pavo molida, salchicha de puerco y jamón reestructurado. La recuperación de ADH después de la cocción, varió entre 80 y 90 % para el jamón reestructurado, entre 87 y 90 % para la carne molida de pavo y entre 65 y 75 % para la salchicha de puerco.

La adición de aceites de pescado y aceites vegetales a los productos cárnicos han sido también utilizado como una manera de aumentar los niveles de ácidos grasos omega-3 y como sustitución de grasas saturadas. (Muguerza *et al.*, 2004) adicionaron aceite de pescado a un embutido seco y fermentado tipo chorizo de Pamplona para obtener un producto funcional. El embutido final tuvo un contenido de ADH y AEP de 260 y 330 mg/100 g de producto, respectivamente.

Cáceres *et al.*, 2008 estudiaron el efecto de incorporar una pre emulsión de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 de aceite de pescado en mortadela para dar una concentración final en producto terminado entre 1 y 6 %. Los contenidos finales de ADH y AEP en mortadela con 6 % de adición de aceite de pescado fueron de 460 y 660 mg/100 g de producto. Así mismo, (Delgado-Pando *et al.*, 2010) reemplazaron grasa de puerco por una emulsión de aceites saludables (oliva, linaza y aceite de pescado) en salchichas bajas en grasa. El producto final, añadido con la combinación de aceites, presentó tres veces más ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que el control. La cantidad total de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en la salchicha fue de 2.5 g/100 g de producto, donde 2 g/100 g fueron de ácido alfa linolénico y 500 mg/100 g fueron de ADH, ADP (ácido docosapentaenoico) y AEP.

Ansorena y Astiasarán, 2004 utilizaron semillas de linaza como fuente de ácido alfa linolénico (ácido graso omega-3) y sustituyeron una cuarta parte de la grasa en salchichas fermentadas. De la misma manera, otros investigadores han utilizado la adición de algunas frutas, semillas y aceites como es el caso de la adición de nuez, aceite de uva, aceite de canola, aceite de linaza y aceite de oliva para reducir hasta un 20 % el contenido graso de productos cárnicos emulsionados (Jiménez *et al.*, 2010).

Estudios de Pappa *et al.*, 2000 con respecto al uso de aceite de oliva para reemplazar grasa dorsal de 0% a 100% para la producción de salchicha tipo Frankfurt demostraron que los

altos niveles de aceite de oliva obtuvieron los más bajos niveles de aceptación, aunque no se afectaron los atributos de color del producto.

Ansorena y Astiasarán (2004) reportaron que la adición de aceite de oliva a los embutidos fue más efectiva que usar métodos de almacenamiento a vacío para evitar la oxidación lipídica durante el almacenamiento y también incrementó la fracción de ácidos grasos monoinsaturados (por sus siglas en inglés MUFA).

Vural *et al.*, (2004) produjo salchichas tipo Frankfurt con aceite de palma, semilla de algodón y aceites de oliva, y encontraron que reemplazar la grasa de bovino (10%) con esta combinación (60% a 100%) condujo a un incremento importante en el contenido de ácido oleico y linoleico y la relación PUFA: sin cambios en apariencia, color, textura, flavor, u otras características sensoriales.

4.3 PRODUCTOS CÁRNICOS CON ANTIOXIDANTES DE ORIGEN NATURAL

4.3.1 BENEFICIOS DE LA ADICIÓN DE ANTIOXIDANTES NATURALES

Los antioxidantes son sustancias que previenen o retardan los procesos de deterioro ocasionados por el oxígeno. Desde el punto de vista biológico, son sustancias que disminuyen significativamente los efectos adversos de las especies reactivas al oxígeno (ERO) durante las funciones fisiológicas normales del organismo (Huang *et al.*, 2005). Algunas de las sustancias antioxidantes naturales más conocidas son el β -caroteno (pro-vitamina A), el licopeno, la vitamina C (ácido ascórbico), la vitamina E (α -tocoferol), el selenio, etc. (Trueba, 2003).

El oxígeno es un componente esencial de todos los organismos vivos y durante el metabolismo aerobio, la generación de especies reactivas al oxígeno (ERO) es inevitable. Una de las consecuencias de las especies reactivas al oxígeno (ERO) dentro de la célula es que pueden causar la oxidación de lípidos, proteínas y ADN. El daño oxidativo al ADN puede

modificar y modular la expresión de genes implicadas en las etapas de iniciación del cáncer. Los antioxidantes ingeridos en la dieta protegen a la célula evitando la oxidación de lípidos, proteínas y el ADN (Wertz *et al.*, 2004).

Los sistemas antioxidantes en el organismo actúan como antioxidantes primarios, secundarios y terciarios (Martínez-Flórez *et al.*, 2002). Los antioxidantes primarios previenen la formación de nuevos radicales libres, esto lo consiguen convirtiéndolos en moléculas menos perjudiciales antes de que puedan reaccionar o evitando su formación a partir de la activación de enzimas antioxidantes. Los antioxidantes secundarios, capturan los radicales libres evitando las reacciones en cadena, por ejemplo, vitamina E, vitamina C, β -caroteno, compuestos fenólicos, ácido úrico, bilirrubina y albumina. Los antioxidantes terciarios reparan las biomoléculas dañadas por los radicales libres, incluyendo enzimas reparadoras de ADN y la metionina sulfóxido reductasa.

Los compuestos antioxidantes en los vegetales se dividen según solubilidad en hidrofílicos (compuestos fenólicos y vitamina C) y lipofílicos (carotenoides y vitamina E) (Guerra, 2001).

Las razones principales por las cuales se ha incrementado el consumo de vegetales, se deben a un amplio espectro de propiedades que los vegetales poseen en la prevención de ciertas enfermedades; un ejemplo de éstos son los polifenoles, los cuales disminuyen la incidencia de ECV, cerebrovasculares, trombóticas, cáncer, e insuficiencia renal aguda (Guerra, 2001).

4.3.2 ANTIOXIDANTES EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Se han realizado un gran número de investigaciones donde se respalda que los extractos naturales contribuyen en la estabilización del color y reducción de los procesos de oxidación aumentando así la vida de anaquel y las preferencias sensoriales hacia estos productos cárnicos denominados como alimentos cárnicos funcionales (Velasco y Williams, 2011); sin

embargo, existe muy poca información sobre el efecto del consumo de estos productos en la salud de los consumidores. Debido a que los constituyentes de los ingredientes naturales utilizados durante el procesado de los productos cárnicos presentan un posible efecto funcional, también se hace factible la hipótesis de que la adición de extractos provenientes de frutas pueda presentar algún efecto funcional. Dentro de los principales compuestos con potencial antioxidante presentes en los subproductos de frutas exóticas se encuentran el ácido ascórbico y compuestos fenólicos como ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos y estilbenos; carotenoides como carotenos y xantofilas; tocoferoles como α , β , δ , tocoferol (Ayala-Zavala *et al.*, 2011).

Naveena *et al.*, 2008 compararon la eficiencia de adicionar jugo de granada, extracto en polvo de cáscara de granada y butilhidroxitolueno (BHT) como antioxidante en hamburguesas de pollo cocidas. Además, evaluaron el porcentaje de inhibición de radicales libres, el contenido de fenoles totales y oxidación de lípidos durante el almacenamiento de los productos por 15 días en refrigeración. Encontraron que la hamburguesa adicionada con BHT presentó el mayor porcentaje de inhibición de radicales libres con 88 %, seguidos por las hamburguesas adicionadas con extracto en polvo y jugo de granada con 86 y 78 %, respectivamente. Con respecto al contenido de fenoles totales se observó que la adición de extracto en polvo de granada presentó el mayor contenido, con 224 equivalentes de ácido tánico/100 g de hamburguesa, seguidos por los tratamientos adicionados con jugo de granada y BHT con 195 y 161 equivalentes de ácido tánico, respectivamente. Estos resultados demuestran que la granada es una fuente importante de antioxidantes para ser utilizados en productos cárnicos.

En otra investigación, Calvo *et al.*, 2008 estudiaron el efecto de adicionar cáscara seca de tomate 0.6, 0.9 y 1.2 %, como fuente de licopeno, sobre la textura y propiedades sensoriales de un embutido seco y fermentado, salchichón español. La adición de cáscara de tomate no tuvo efecto en el pH del embutido fermentado. La concentración de licopeno en el producto fermentado fue de 0.26, 0.39 y 0.58 mg/100 g de producto para los tratamientos

adicionados con 0.6, 0.9 y 1.2 % con cáscara de tomate respectivamente. La adición de cáscara de tomate afectó significativamente todos los parámetros de control en el producto final. Sin embargo, después de 21 días de maduración el color rojo tendió al anaranjado para el producto con 1.2 % de cáscara de tomate. Este cambio de coloración afectó negativamente las preferencias de los panelistas. Sin embargo, todas las muestras tuvieron una aceptabilidad en general buena. Por otro lado, los valores de textura con respecto al testigo se incrementaron por la adición de cascara de tomate y esto se pudo deber a la presencia de fibra en la cáscara de tomate. Estos resultados indican que la adición de cáscara de tomate pudiera ser utilizada para enriquecer el producto con licopeno.

Devatkal *et al.*, 2010 evaluaron el efecto antioxidante de extractos de cáscara de mandarina (CM), cáscara de granada (CG) y semilla de granada (SG) sobre hamburguesas cocidas de carne de cabra. Se determinaron compuestos fenólicos totales, DPPH. Se encontró que la formulación con extracto de CG presentó mayor contenido de compuestos fenólicos con 1,200 µg/g de producto, seguida de las formulaciones con CM y SG, 900 y 600 µg/g de producto, respectivamente. Con respecto al porcentaje de inhibición del radical DPPH se encontró que la formulación con SG presentó el mayor porcentaje de inhibición (50 %), seguidas por las formulaciones con extracto de CM y CG con 44 y 30 %, respectivamente.

Los porcentajes de reducción de la formación de TBARS (productos de la peroxidación de lípidos), por los diferentes extractos utilizados, indicaron una mayor reducción para el extracto de CG con 67 %, seguidos por SG y CM con 40 y 36 %, respectivamente. Por otro lado, el aumento del porcentaje de TBARS durante los 12 días de almacenamiento de las hamburguesas en refrigeración fue de 200, 125, 44 y 2 % para el testigo, SG, CM y CG, respectivamente. Estos resultados mostraron que los compuestos fenólicos que se encuentran en los extractos de subproductos de frutas pueden ser utilizados para proveer protección contra la oxidación de lípidos en productos cárnicos con alto contenido de grasa.

Na *et al.*, 2012 investigaron el efecto de la adición de pasta de tomate en polvo (PT) como fuente de antioxidantes en un embutido de puerco. El propósito de este estudio fue determinar mediante el uso de la metodología de superficie de respuesta las condiciones óptimas de mezclado, tanto de PT como de fécula de papa, para preparar un embutido con actividad antioxidante. Además, evaluaron el contenido de fenoles totales, el porcentaje de inhibición de radicales libres y análisis sensorial. Las cantidades óptimas de PT y fécula fueron de 4.26 y 7.51 g, respectivamente. En el análisis de porcentaje de inhibición de radicales libres se encontró que para la fórmula óptima con PT y para el control fue de 70.4 y 6.4 %, respectivamente. En el estudio sensorial, para la calidad total, los panelistas dieron una mejor calificación al embutido óptimo sobre el control con una calificación de 5.6 y 3.76, respectivamente. En base a estos resultados los autores proponen que el embutido óptimo tiene suficientes aspectos de funcionalidad, calidad y preferencia para satisfacer las necesidades de los consumidores.

Ahn *et al.*, 2002 investigó la actividad antioxidante de un extracto de semilla de uva y un extracto de corteza de pino, los cuales contienen numerosos compuestos fenólicos, como los ácidos fenólicos, ácido cafeico, quercetina, proantocianidinas, catequina, epicatequina, y el resveratrol, como una alternativa de antioxidantes naturales en los productos cárnicos, medida por TBARS (metodología utilizada para la medición de sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico que indica el grado de oxidación de la grasa), hexanal, y análisis sensorial. En este estudio se encontró que, al utilizar los extractos, los valores de TBARS y hexanal fueron más bajos que los obtenidos en el control (sin adición de antioxidantes), por lo cual se concluyó que ambos extractos proveían buena protección de los productos cárnicos frente a las reacciones oxidativas.

McCarthy (2001) encontró que catequinas de té, romero y salvia presentaron buena actividad antioxidante en paté de cerdo, en el siguiente orden de efectividad: catequinas de té > romero > salvia; además de este estudio se sugirieron dosis de adición de estos

ingredientes de 0.25, 0.10, 0.05% para catequinas de té, romero y salvia, respectivamente, a este producto.

Núñez, 2008 estudió las propiedades antioxidantes de concentrados de ciruela en carne asada precocida para reducir la oxidación de lípidos, donde se encontró que todos los concentrados de ciruela redujeron los valores de TBARS y, además, había efectos mínimos sobre las características sensoriales, color y apariencia de la carne.

La adición de 2,5 % de proteína hidrolizada de papa (HPP) en emulsiones cárnicas presentó un efecto significativo en contrarrestar la oxidación lipídica de salchichas Frankfurt cocidas, aunque afectó un poco el color de las mismas, ya que se presentaron un poco más oscuras que el control; sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que puede utilizarse proteína hidrolizada de papa como antioxidante y además como emulsificante en la elaboración de emulsiones cárnicas (Nieto, 2009).

Un extracto comercial de romero fue evaluado por su efectividad antioxidante (evaluada por medio de TBARS, análisis sensorial y análisis de color) en salchichas de cerdo precocidas congeladas, refrigeradas y frescas (Sebranek, 2005). En este estudio se encontró que, para las salchichas refrigeradas, el extracto de romero a concentraciones de 2500 ppm presentó igual efectividad que el BHA/BHT. Similarmente, el extracto de romero fue igualmente efectivo que BHA/BHT en mantener bajos los valores de TBARS de las salchichas precocidas congeladas. Además, el extracto de romero fue más efectivo que BHA/ BHT para prevenir el incremento de los valores de TBARS en la salchicha cruda congelada.

4.4 PRODUCTOS CÁRNICOS CON PROBIÓTICOS

4.4.1 BENEFICIOS DE ADICIONAR PROBIÓTICOS

Los alimentos probióticos son un grupo de alimentos que promocionan la salud del individuo, por lo que tienen un gran interés comercial y un crecimiento dinámico

(Arvanitoyannis y Van Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005). En general sus beneficios para la salud se basan en la presencia de una colección de cepas viables de bacterias ácido-lácticas. Se administran principalmente a través del consumo de leches fermentadas o yogures (Makras *et al.*, 2004). Además de su utilización común en la industria láctea, las cepas probióticas también pueden ser utilizadas en otros productos alimenticios, incluidas las carnes fermentadas.

Los productos cárnicos fermentados son productos que por lo general no se tratan térmicamente durante su elaboración, o bien, se les aplica un tratamiento térmico ligero para detener la producción de ácido láctico, razón por la cual son adecuados para el transporte de bacterias probióticas (Arihara, 2006; Ammor y Mayo, 2007).

Una posibilidad obvia es el uso de bacterias que se asocian comúnmente con el medio ambiente de la carne. Tales bacterias pueden obtenerse mediante aislamientos naturales a partir de embutidos (Pennacchia *et al.*, 2004; Klingberg y Budde, 2006). También existen varias cepas comerciales que pueden ser utilizadas como son el caso de *Lactobacillus sakei* LB3 y *Pediococcus acidilactici* PA-2; estas pueden ser de interés debido a sus propiedades de sobrevivencia en condiciones gastrointestinales simuladas (Erkkilä y Petäjä, 2000). Sin embargo, la demostración de estas propiedades no necesariamente conduce a la consolidación de promoción de la salud.

4.4.2 MICROORGANISMOS EN PRODUCTOS CÁRNICOS

El concepto de productos cárnicos fermentados no es nuevo, sin embargo, son muy pocos los procesadores que utilizan la fermentación de embutidos como fuente de bacterias ácido-lácticas (Arihara, 2006). Puesto que los productos cárnicos rara vez se perciben como alimentos que promuevan la salud, debido a la mala imagen que le han dado los medios informativos y su controvertida utilización de ingredientes tales como nitritos, sal y grasa, su comercialización puede verse comprometida (Lücke, 2000). Es por esto que se requiere una mayor investigación científica relacionada con el uso de probióticos en carnes

fermentadas. La industria procesadora de cárnicos ha prestado mayor atención al uso de cepas lácticas como cultivos iniciadores con el fin de mejorar la inocuidad de los alimentos y de proveer un producto tradicional, que a su posible utilización para proveer un producto fermentado con efectos benéficos a la salud (Leroy *et al.*, 2006).

Muthukumarasamy y Holley, 2006 adicionaron *Lactobacillus reuteri* encapsulado en salami en donde se observó que hubo un incremento de bacterias en los primeros tres días de almacenamiento y a partir del cuarto día fueron decreciendo. En otro estudio realizado por (Ruiz-Moyano *et al.*, 2008) encontraron que las bacterias *Lactobacillus*, *Bifidobacteria*, *Lactococcus* y *Enterococcus* fueron capaces de adaptarse a las condiciones de los productos cárnicos fermentados.

Ruiz-Moyano *et al.*, 2011 adicionaron *Lactobacillus fermentum* HL57 y *Pediococcus acidilactici* SP979 para procesar salami ibérico y observaron un incremento de las bacterias conforme transcurría el tiempo de fermentación, por otra parte, observaron que el pH del producto se mantenía constante a través del tiempo.

Klingberg *et al.*, 2005 adicionaron cepas de *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus farciminis*, *Lactobacillus plantarum/pentosus*, *Lactobacillus alimentarius*, *Lactobacillus brevis* y *Lactobacillus versmoldensis*. Observaron que el número de bacterias viables al final del proceso se incrementó, así como también hubo un descenso de pH, pero esto sin afectar las características del producto. Por otro lado, Erkkilä *et al.*, 2001 adicionaron cepas de *Lactobacillus rhamnosus* variedades GG, E-97800 y LC-705 y la cepa comercial *Pediococcus pentosaceus* a salami en donde observaron que, al igual que en los demás estudios realizados, el número de microorganismos incrementó conforme transcurría el tiempo de fermentación, disminuyendo el pH del producto.

En un estudio realizado por Stadnik y Dolatowski, 2012 encontraron que al adicionar *Lactobacillus casei* como cultivo iniciador en un producto cárnico fermentado disminuía las

concentraciones de cadaverina y triptamina. Lo cual indica que es un buen cultivo para la fermentación de los productos cárnicos puesto que al disminuir estas aminas aumenta la calidad del producto previniendo la putrefacción del mismo. Papamanoli *et al.*, 2003 en un estudio realizado en salchichas griegas encontraron que las bacterias predominantes eran *Lactobacillus* (90 %), *Enterococci* (4 %) y *Pediococcus sp.* (3 %).

4.5 MINERALES EN PRODUCTOS CÁRNICOS

4.5.1 BENEFICIOS DE ADICIONAR MINERALES

Los minerales son compuestos inorgánicos y son indispensables en la dieta humana. Los minerales mayoritarios son calcio, fósforo, magnesio, sodio, azufre y potasio. Es necesario también el consumo de minerales traza en pequeñas cantidades como el zinc, flúor, selenio, cobre, cromo y magnesio. Los minerales ayudan a diversas funciones en el organismo. Forman parte de la estructura del tejido como huesos y dientes, ayudan a mantener el pH del cuerpo en equilibrio, regulan los procesos corporales, funciones musculares y transmisión del impulso nervioso (Whitney y Rolfes, 2010). El calcio, potasio y magnesio son los minerales de menor consumo en la dieta. Actualmente la fortificación de los productos cárnicos está siendo evaluada con la adición de calcio, potasio y magnesio sin que se vean afectados los parámetros sensoriales, buscando al mismo tiempo minimizar el contenido de sal tradicionalmente usada en la elaboración de estos productos (Schoene *et al.*, 2009). Una ventaja de adicionar compuestos minerales como lactato de calcio y lactato de potasio (Selgas *et al.*, 2009) es mejorar la imagen y el valor nutricional de los productos cárnicos, además de resultar ventajoso, ya que inhibe la oxidación de lípidos y disminuye el crecimiento microbiano (Moon *et al.*, 2008).

4.5.2 MINERALES EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

El consumo alto de sodio constituye un riesgo importante para ciertos sectores de la población a tener presión arterial elevada y algunas ECV, por ello, una de las acciones que ha implementado la industria cárnica es la reducción de cloruro de sodio de los productos

procesados. La estrategia más simple es la sustitución de cloruro de sodio por cloruro de potasio, aunque por encima de ciertas concentraciones de adición, se observan efectos sensoriales indeseables como amargura y gusto metálico. Un problema similar se presenta con la sustitución con cloruro de magnesio ya que el sabor que deja es metálico (Toldrá y Reig, 2011).

Se ha estudiado la reducción de sal hasta un 50 % en lomo de cerdo curado, mediante la sustitución con mezclas de cloruro de magnesio y cloruro de calcio, sin que estos afecten la calidad sensorial del producto (Armenteros *et al.*, 2009a; Armenteros *et al.*, 2009b).

Un efecto equivalente se ha observado en el proceso de curado en jamón con mezclas de cloruro de potasio y cloruro de calcio en altas concentraciones (Aliño *et al.*, 2010).

Debido a que varios consumidores han restringido de su dieta los jamones curados, se ha implementado el uso de salazón en bajos porcentajes de cloruro de sodio y sustituyendo por iones de potasio, calcio y magnesio (Blesa *et al.*, 2008; Ripollés *et al.*, 2011). Otra estrategia es el uso de potasio, calcio o magnesio basados en sales de lactato, citrato, ascorbato o sulfato como sustituto del cloruro de sodio (Ruusunen y Puolanne, 2005), promoviendo de esta manera productos cárnicos que sean más saludables para los consumidores.

También ha aumentado el interés de suplementar la dieta de animales de abasto con selenio. Las concentraciones de este mineral pueden aumentar en la carne de res, cerdo y pollo con la suplementación de selenio en la dieta (Pan *et al.*, 2007; Juniper *et al.*, 2008; Morel *et al.*, 2008). El aumento de las concentraciones de selenio en el músculo que reduce el estrés oxidativo, también se ha evidenciado que el selenio reduce riesgo de cáncer de próstata y a mejorar la función tiroidea (Juniper *et al.*, 2008).

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA

En el trabajo presentado se mencionó a la carne y los productos cárnicos como alimentos reconocidos por tener valores altamente nutritivos ya que son una fuente importante de proteínas y con ellos de aminoácidos esenciales, ácidos grasos, vitaminas y minerales. Incluso se señala que la carne podría ser considerada como un alimento funcional sin ningún tratamiento adicional debido a la abundancia de proteínas de alto valor biológico que contiene. Así mismo, brinda a nuestra dieta vitaminas del complejo B, hierro, zinc y selenio, es por eso que los productos cárnicos se consideran alimentos excepcionales para utilizarse como vehículos para poder incluir la presencia de compuestos bioactivos sin modificar los hábitos de consumo, ya que la carne y los productos cárnicos presentan una alta aceptación en la población en general y su elevada palatabilidad la convierte en un alimento estrella que se consume en grandes cantidades.

Esto lo corroboramos con los datos obtenidos del compendio del Consejo Mexicano de la Carne del año 2018 en el cual encontramos que el consumo per cápita mayor a nivel internacional fue en Hong Kong con 186 kg de Carne y por otro lado México se encontraba en la posición 13 con 65 kg. En ese mismo año, se observó que Estados Unidos, Brasil y Argentina eran los principales países consumidores per cápita de carne de pollo y bovino, la Unión Europea y los países orientales de la carne de cerdo, mientras que en México se consumía en mayor cantidad la carne de pollo, seguida de la carne de cerdo y con menor consumo la carne de bovino.

A nivel internacional se observa que el tipo de carne que se consumía en mayor cantidad es la de cerdo seguido de la carne de pollo y finalmente la carne de bovino que menor consumo tenía. Del porcentaje total del consumo a nivel internacional China era el mayor consumidor de carne con un 28.4% que representa alrededor de 75 836 toneladas mientras que México consumía el 3.2% de ese total siendo aproximadamente 8 545 toneladas.

Haciendo un análisis más exhaustivo del consumo de los tres principales tipos de carne encontramos que Estados Unidos era el principal país consumidor de carne de bovino y pollo, mientras que China era el principal país consumidor de carne de cerdo. También

observamos que Estados Unidos es el principal productor de carne de bovino y de pollo mientras que China que está por debajo de Estados Unidos al producir estos dos tipos de carne es el principal productor de la carne de cerdo, pero en general es un importante productor de los tres tipos de carne.

Con respecto al consumo nacional el consumo per cápita fue de 65 kg, en donde se consumían alrededor de 8.8 millones de toneladas de carne y se producían 6.9 millones de toneladas.

Una relación más concreta entre el consumo y la producción que se encontró fue, carne de bovino con una producción de 1.98 millones de toneladas y un consumo de 1.94 millones de toneladas, la carne de cerdo con una producción de 1.5 millones de toneladas y un consumo de 2.4 millones de toneladas, finalmente la carne de pollo con una producción de 3.3 millones de toneladas y un consumo de 4.1 millones de toneladas, lo que indica que se importa mucha carne de cerdo y pollo lo que tiene mucha congruencia ya que son las carnes más consumidas a nivel nacional, también deja en claro que los Estados que más producen los tres tipos de carne eran Jalisco y Veracruz.

Con respecto a las carnes frías hubo una producción de 964 mil toneladas y se consumieron 973 mil toneladas, la carne de ave fue la que mayor consumo tuvo en particular las salchichas de pavo.

Por lo mencionado anteriormente, la industria cárnica continúa realizando innovaciones tecnológicas y cambios en las demandas de los consumidores, al igual que otros sectores de la alimentación que están experimentando importantes transformaciones como consecuencia de las demandas de los consumidores centradas en conseguir una alimentación más “saludable”, cabe destacar que las mujeres parecen estar más interesadas en alimentos que favorezcan su estado de salud y que la población más joven de entre 18 y 24 años está más familiarizada y dispuesta al consumo de nuevos alimentos.

El diseño de estos nuevos productos tiene que ser bajo un perfil riguroso y con bases científicas necesarias para poder demostrar que el alimento puede contribuir a mantener o mejorar la salud de los consumidores. Los alimentos funcionales (que es la base central de

este trabajo) han surgido como una respuesta a esta demanda de mejora de la salud. Este tipo de alimentos son un enfoque nuevo con los cuales se busca alcanzar un mejor estado de salud, reduciendo el riesgo de contraer enfermedades, pero en el momento que el nuevo alimento funcional no aporte los beneficios deseados generará un estado de desconfianza. Por ellos decimos que un *alimento funcional* puede ser natural o transformado mediante tecnología o biotecnología, pero siempre deben existir evidencias científicas que avalen su efecto funcional sobre personas con unas determinadas características patológicas o previas a padecer una enfermedad.

En resumen, un alimento funcional debe de cumplir tres condiciones. 1) debe ser un ingrediente de origen natural; 2) debe ser consumido como parte de la dieta habitual y 3) su ingesta debe implicar una mejora para prevenir o controlar una enfermedad específica, sin dejar de lado que el alimento funcional debe ser similar en apariencia al alimento convencional.

Por otro lado, se ha explicado el riesgo o los posibles efectos adversos en la salud que puede producir la ingesta de la carne, por lo que para llevar un buen proceso de optimización de ingredientes funcionales se pueden utilizar dos tipos de estrategias para llegar a conseguir carne y productos cárnicos más saludables: a) las basadas en prácticas de producción animal (genéticas y nutricionales) y b) procesos de reformulación.

Se sabe que a nivel de prácticas de producción animal los cambios más relevantes se han centrado en la reducción del contenido en grasa y en la mejora del perfil lipídico de los tejidos animales, con lo cual se ha llegado a obtener grandes resultados generando productos con mayor contenido en ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos polinsaturados, mientras que se han dado dietas ya establecidas en animales que han permitido incrementar la concentración en sus tejidos de vitamina E y minerales como selenio, magnesio o hierro.

Sin embargo, la reformulación de productos cárnicos, es la estrategia más utilizada por las ventajas que aporta al lograr el cambio de composición directamente en el desarrollo del producto final. Esta estrategia se emplea para reducir, eliminar, incrementar y/o

reemplazar una amplia variedad de ingredientes bioactivos hacemos referencia a que en la reformulación de productos cárnicos se puede alterar la composición de un producto cárnico optimizando los componentes que son benéficos para la salud del consumidor y/o limitando aquellos aspectos que puedan tener una influencia negativa en la salud.

Este trabajo se centra más en los procesos de reformulación, en los cuales encontramos varios factores que se pueden modificar para poder obtener productos cárnicos que sean más saludables para la población. Como ya se mencionó, la carne es relativamente pobre en sodio, y se sabe que el NaCl se emplea como potenciador del sabor y con fines microbiológicos, sin embargo, una elevada ingesta de sodio se relaciona con una posible presión sanguínea elevada, diabetes, obesidad, cáncer gástrico o enfermedades del riñón, por lo que una de las opciones es la sustitución parcial del NaCl por otras sales (KCl, MgCl₂ o CaCl₂), pero su presencia puede dar lugar a sabores poco deseables en el producto.

Otro ingrediente como los son los fosfatos se emplean porque contribuyen en los productos cárnicos con el desarrollo del color, además, la actividad antimicrobiana y antioxidante, pero dificultan la absorción del hierro, calcio o magnesio pudiendo derivar en problemas con el desarrollo y mantenimiento de un buen estado óseo, además son potencialmente precursores de ciertos tipos de cáncer, la mejor alternativa que se tiene es sustituirlos y emplear de oligofruetosacáridos.

Un ingrediente más y considerado más importante y peligroso son los nitratos particularmente el de sodio que se utiliza como aditivo en la elaboración de productos cárnicos con diferentes fines: inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, conferir y estabilizar el color en productos curados, ejercer una acción antioxidante y contribuir al desarrollo de su flavor típico, sin embargo, su presencia en alimentos se ha relacionado con la formación de nitrosaminas que como se menciona anteriormente están implicadas en actividades carcinogénicas. Una buena opción es reducir o eliminar la adición de nitrito, lo cual afectaría las propiedades organolépticas del producto y la otra más viable es usar inhibidores de la N-nitrosamina entre los que destacan extractos vegetales como el apio, vitaminas C y E por su acción antioxidante, así como por su capacidad para bloquear

la formación de nitrosamina, también los compuestos como el ascorbato y el eritorbato ayudan a inhibir la formación de N-nitrosaminas.

Otras propuestas alternativas a los efectos de coloración de los nitritos van desde el uso de colorantes como la eritrosina hasta la formación del mismo pigmento, también el ácido sórbico y el sorbato de potasio, el hipofosfito de sodio, los ésteres de ácido fumárico, los parabenos e incluso las bacterias productoras de ácido láctico se han utilizado para reproducir la acción microbiana de los nitritos.

Otro tema importante que se toca es el colesterol ya que se relaciona directamente con enfermedades cardiovasculares, hemos mencionado que se pueden obtener productos con menos colesterol reemplazando las materias primas de grasa y carne magra con otros materiales vegetales que no contienen colesterol. Se han reformulado varios productos cárnicos reduciendo o reemplazando parcialmente la grasa animal con aceites vegetales (maní, canola, girasol, oliva, etc.) y agregando proteínas vegetales (soya, maíz, avena, etc.); de la mano viene el tema de las calorías ya que estas se limitan con mayor frecuencia al reducir la proporción de grasa.

Finalmente, otro ingrediente que se maneja durante la reformulación es la grasa muy importante en la elaboración de productos cárnicos ya que contribuye a impartir sus propiedades organolépticas, reológicas y estructurales. Su presencia tiene un impacto decisivo en la sensación gusto-olfativa del alimento dado que la mayoría de los componentes volátiles responsables del sabor y aroma son liposoluble. Para poder reducir la cantidad de grasa se puede realizar la combinación de materias primas de carne preseleccionadas (más magras y de composición conocida) con cantidades apropiadas de agua, grasa (animal o vegetal según la nueva composición) y aromatizantes.

Profundizando más en el tema de la reformulación encontramos productos que han sido adicionados con fibra como ingrediente funcional, de la cual sabemos que la mayor parte de sus acciones afectan al intestino grueso. Los efectos mecánicos sobre el bolo fecal y el tránsito intestinal están dados por la fibra insoluble, la cual incrementa el tamaño del bolo fecal, por retención de agua y bacterias, a lo largo del tracto intestinal. Como consecuencia,

este tipo de fibra facilita la evacuación, previene y ayuda a eliminar el estreñimiento. Se ha demostrado que dietas con bajo contenido de fibra causan estancamiento de la materia fecal. Esto lleva a aumentar el tiempo de exposición de varias sustancias como son los ácidos biliares y bacterias colónicas que a su vez pueden producir compuestos carcinogénicos.

El mecanismo de acción se debe a la propiedad que tiene la fibra de ligar los ácidos biliares y disminuir la absorción del colesterol, incrementando la desviación del mismo hacia la síntesis de ácidos biliares. Se ha observado la interacción de la fibra en la dieta y algunos procesos fisiopatológicos; por ejemplo, el síndrome de colon irritable se evita con una dieta rica en fibra.

Existen varios experimentos que han sido adicionados con fibra, de los cuales observamos que se adicionó avena con una concentración máximo del 1.5%, con la cual se obtiene como resultado una reducción del porcentaje de grasa y productos con menor contenido calórico, sin embargo, una mayor cantidad de fibra provoca una menor aceptación por el consumidor (García *et al.*, 2002).

La adición de fibra de avena, mejoró el rendimiento de cocción, y la retención tanto de grasa como de agua fue atribuida a la capacidad de retención de agua que tienen los β -glucanos de la fibra de avena (Piñero *et al.*, 2008).

Otra adición que se realizó fue con *L. japioca* (un alga) que también redujo la cantidad de grasa (Choi *et al.*, 2012). También se añadió fibra de altramuz e inulina para observar el efecto de saciedad dando como eficientes resultados (Archer *et al.*, 2004). Y una adición de albedo de limón permitió reducir los niveles de nitrito residual debido a la presencia de compuestos bioactivos en la fibra (Fernández-Ginés *et al.*, 2004).

Los estudios anteriores muestran que la fibra dietaria puede ser utilizada en diferentes productos cárnicos tanto por su implicación en la salud como por sus propiedades tecnológicas. Los cuales demuestran que se ha logrado con éxito reducir niveles importantes de grasa en diferentes productos cárnicos. Pero esta reducción de grasa y el uso de las fibras han traído como consecuencia la aparición de otros problemas que son la

afectación tanto de la textura como la retención de agua que repercuten en la percepción sensorial de los productos por parte de los consumidores.

Otro ingrediente funcional que se ha añadido a productos cárnicos son los ácidos grasos omega-3 que se han utilizado en general como sustitutos de grasa en estos derivados, ya que tienen una función protectora contra el cáncer de colon, artritis reumatoide, y ECV; presentan efectos antitrombóticos y antiarrítmicos, previenen la arterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea, reducen la concentración de triglicéridos en plasma, disminuyen el colesterol total.

Se utilizó una mezcla de ácido cítrico, eritorbato y extracto de romero que lograron controlar la oxidación de lípidos (Lee y *et al.* 2006). Se añadieron aceites de pescado y aceites vegetales a los productos cárnicos con el fin de aumentar los niveles de ácidos grasos omega-3 (Muguerza *et al.*, 2004).

Y se reemplazó la grasa de cerdo por una emulsión de aceites saludables (oliva, linaza y aceite de pescado). El producto final, añadido con la combinación de aceites, presentó tres veces más ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que el control (Delgado-Pando *et al.*, 2010).

También se ha utilizado la adición de algunas frutas, semillas y aceites como es el caso de la adición de nuez, aceite de uva, aceite de canola, aceite de linaza y aceite de oliva para reducir hasta un 20 % el contenido graso de productos cárnicos emulsionados (Jiménez *et al.*, 2010), sin embargo altos niveles de algunos aceites en particular el de oliva obtuvieron bajos niveles de aceptación, aunque no se afectaron los atributos de color del producto, sin embargo, es un buen aceite que al ser añadido a otros derivados ha ayudado a evitar la oxidación lipídica durante su almacenamiento (Ansorena y Astiasarán, 2004; Vural *et al.*, 2004).

Los estudios realizados con este ingrediente funcional demuestran en general que los aceites y alimentos ricos en omega-3 son muy recomendables a utilizar como sustitutos de grasa además de que ayudan a evitar la oxidación durante el almacenamiento de los productos cárnicos.

Con respecto a los antioxidantes son otro elemento utilizado debido a que el daño oxidativo al ADN puede modificar y modular la expresión de genes implicadas en las etapas de iniciación del cáncer.

Dentro de los principales compuestos con potencial antioxidante que están presentes en frutas mayormente se encuentran el ácido ascórbico y compuestos fenólicos como ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides como carotenos y xantofilas; tocoferoles como α , β , δ , tocoferol.

Se utilizó la granada como una fuente importante de antioxidantes para ser utilizados en productos cárnicos (Naveena *et al.*, 2008), se recomienda también en otros estudios para proveer protección contra la oxidación de lípidos en productos cárnicos con alto contenido de grasa (Devatkal *et al.*, 2010).

Un extracto de otra fruta como la uva rica en fenoles junto con un extracto de corteza de pino brindaron buena protección de los productos cárnicos frente a las reacciones oxidativas (Ahn *et al.*, 2002), también los extractos de romero y salvia presentaron buena actividad antioxidante (McCarthy, 2001).

Por último, los concentrados de ciruela reducen la oxidación de lípidos, donde había efectos mínimos sobre las características sensoriales, color y apariencia de la carne (Núñez, 2008).

Se han realizado un gran número de investigaciones donde se respalda que los extractos naturales contribuyen en la estabilización del color y reducción de los procesos de oxidación aumentando así la vida de anaquel y las preferencias sensoriales hacia estos productos cárnicos funcionales, ya que previenen o retardan los procesos de deterioro es decir disminuyen especies reactivas con el oxígeno.

Otro ingrediente funcional son los probióticos utilizados en los productos cárnicos fermentados que sabemos son productos que por lo general no se tratan térmicamente durante su elaboración o bien se les aplica un tratamiento térmico ligero por lo cual son considerados alimentos adecuados para el transporte de bacterias probióticas, interés debido a sus propiedades de sobrevivencia en condiciones gastrointestinales, las cuales

tienen una función muy importante como lo es ayudar a digerir la fibra que nuestro organismo no puede degradar como la fibra insoluble, con los estudios realizados se ha demostrado exitosamente que incrementan las bacterias ácido lácticas con el almacenamiento sin afectar el pH del producto (Ruiz-Moyano *et al.*, 2011), algunos estudios demuestran que las bacterias ácido lácticas disminuyen las concentraciones de cadaverina previniendo la putrefacción (Stadnik y Dolatowski, 2012).

Finalmente, consideramos a los minerales (calcio, fósforo, magnesio, sodio, azufre y potasio) indispensables en la dieta humana y son muy importantes ya que forman parte de la estructura del tejido como huesos y dientes, ayudan a mantener el pH del cuerpo en equilibrio, regulan los procesos corporales, funciones musculares y transmisión del impulso nervioso. El principal propósito de adicionarlos es reducir la cantidad de cloruro de sodio contenido en los productos cárnicos

Se ha utilizado este tipo de minerales ya que pueden ayudar a sustituir el sodio por otra sal como sustituto del cloruro de sodio como los puede ser el potasio y el calcio también se han utilizado sales de lactato, citrato, ascorbato o sulfato como sustituto del cloruro de sodio (Armenteros *et al.*, 2009a; Armenteros *et al.*, 2009b; Blesa *et al.*, 2008; Ripollés *et al.*, 2011), ya que ayudan a mejorar la imagen y el valor nutricional de los productos cárnicos, además de resultar ventajoso, ya que inhibe la oxidación de lípidos y disminuye el crecimiento microbiano (Moon *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

La tendencia en el consumo saludable de diferentes productos alimenticios presenta grandes posibilidades a la industria de alimentos de generar propuestas que permitan, con un consumo constante, mantener e incluso mejorar la calidad de vida.

Actualmente existe una gran variedad de productos cárnicos potencialmente funcionales obtenidos mediante diversas estrategias de optimización de compuestos bioactivos. No obstante, aún se pueden identificar amplias posibilidades de desarrollo a nivel de productos y compuestos bioactivos. Por diversas razones (aceptación, variedad, frecuencia de consumo, nivel de ingesta, etc.), por lo que la carne constituye una matriz adecuada que puede ser usada como vehículo de ingredientes funcionales a través de la dieta sin modificaciones de los hábitos alimenticios de los consumidores.

Los derivados con inclusión de diferentes ingredientes funcionales como fibras, aceites vegetales, antioxidantes y minerales ofrecen una alternativa más, en la variedad de productos que podrían denominarse como derivados cárnicos funcionales.

Es posible mejorar la composición química de los productos cárnicos para mejorar la salud del consumidor, lo cual abre un nuevo campo para la industria cárnica y para el mercado de este tipo de productos.

Lo anterior no solamente presenta un reto para la industria cárnica sino para la academia ya que además de desarrollar nuevos productos, tomando en cuenta el ingrediente activo, debe validar que los productos tengan efectos reales en la problemática de las enfermedades crónico degenerativas. Esto último se complica cuando hablamos de enfermedades en forma general y como éstas se ven impactadas de un modo desigual por el consumo de alimentos en distintas poblaciones a nivel mundial. Por otro lado, es importante la participación de las instancias gubernamentales para financiar estudios relacionados a esta área; también deben sumar sus esfuerzos instancias de salud, empresariales y académicas para normar la identidad de estos nuevos productos y efectuar campañas de información a la población en general. El desarrollo comercial de estos

productos es difícil por el riesgo que implica la aceptación por parte de los consumidores. Sin embargo, el trabajo debe continuar uniendo esfuerzos entre las instancias antes mencionadas y la población en general.

Hasta ahora los estudios de intervención en humanos realizados sobre productos cárnicos diseñados como potencialmente funcionales, son muy escasos y muestran una gran variabilidad en cuanto a definición de objetivos, caracterización de sujetos y selección de marcadores. Tales estudios se han centrado en la valoración de marcadores de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (varios son comunes a otras enfermedades crónicas), algunos de los cuales son de relevancia clínica, aunque otros necesitan todavía validación metodológica y biológica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abete, I., Romaguera, D., Vieira, A., López de Munain, A., Norat, T. (2014). Association between total, processed, red and white meat consumption and all-cause, CVD and IHD mortality: A meta-analysis of cohort studies. *Br J Nutr*; 112, 762.
2. Ahn, J.; Grün, I. y Fernando, N. (2002). Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Journal of Food Science*. Vol. 67. p. 1364–1369.
3. Aliño, M., R. Grau, Toldrá, F. y Barat, J. M. (2010). Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Meat Science*, 86(2), 331-336.
4. Ammor, M. S. y Mayo, B. (2007). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*, 76(1), 138-146.
5. Ando, S., Sakuma, M., Morimoto, Y., y Arai, H. (2015). The effect of various boiling conditions on reduction of phosphorus and protein in meat. *Journal of Renal Nutrition*, 25, 504-509.
6. Ansorena, D. y Astiasarán, I. (2004). The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 87(1), 69-74.
7. Ansorena, D. y Astiasarán, I. (2004). Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*. Vol. 67. p. 237-244.

8. Archer, B., Johnson, S., Devereux, H. y Baxter, A. (2004). Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, post-meal perceptions of satiety and food intake in men. *British journal of nutrition*, 91(04), 591-599.
9. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74 (1), 219-229.
10. Armenteros, M., Aristoy, M., Barat, J. M. y Toldrá, F. (2009a). Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117(4), 627-633.
11. Armenteros, M., Aristoy, M., Barat, J.M. y Toldrá, F. (2009b). Biochemical and sensory properties of dry-cured loins as affected by partial replacement of sodium by potassium, calcium, and magnesium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(20), 9699-9705.
12. Arvanitoyannis, I. S. y Van Houwelingen-Koukaliaroglou, M. (2005). Functional foods: A survey of health claims, pros and cons, and current legislation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(5), 385-404.
13. Ashaye, A., Gaziano, J., Djousse, L. (2011). Red meat consumption and risk of heart failure in male physicians. *Nutr Metabol Cardiovasc Dis*; 21(12), 941-946.
14. Ashwell M. (2002) ILSI Europe Concise monograph series Concepts of functional foods. *ILSI Europe Concise monograph series Volume 40 S*, 7894-7810.
15. Biesalski, H. (2005). Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. *Meat Science*, 70(3), 509-524.
16. Bigliardi, B. y Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31, 118-129.

17. Blesa, E., Aliño, M., Barat, J. M., Grau, R., Toldrá, F. y Pagán, M. J. (2008). Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*, 78(1-2), 135-142.
18. Brennan, C., Tudorica, C. y Kuri, V. (2002). Soluble and insoluble dietary fibres (non-starch polysaccharides) and their effects on food structure and nutrition. *Food Industry Journal*, 5, 261– 272.
19. Cáceres, E., Garcia, M. L. y Selgas, M. D. (2008). Effect of pre-emulsified fish oil - as source of PUFA n-3 - on microstructure and sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage. *Meat Science*, 80(2), 183-193.
20. Calvo, M., García, M. y Selgas, M. (2008). Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science*, 80(2), 167-172.
21. Carrillo, E., Prado-Gasco, V., Fiszman, S., y Varela, P. (2013). Why buying functional foods? Understanding spending behavior through structural equation modelling. *Food Research International*, 50, 361-368.
22. Carbajal, A. (2005). Evolución del consumo de carne y derivados. Factores que condicionan su ingesta y papel nutricional en la dieta española. En: *Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas*. Sánchez-Muniz FJ, Jiménez Colmenero F, Olmedilla-Alonso B. (Eds.) Fundación Española de Nutrición. Madrid, pp. 22-28.

23. Cheng, J. H., Wang, S. T., y Ockerman, H. W. (2009). Quality of low-fat and low sodium salted pork patties with whey protein concentrate. *Milchwissenschaft Milk Science International*, 64, 74-77.
24. Choi, Y., Choi, J., Han, D., kim, H., Kim, H., Lee, M., Chung, H. y Kim, C. (2012). Effects of Laminaria japonica on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties. *Meat Science*, 91(1), 1-7.
25. Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Kim, H., Lee, J., Chung, H. y Kim, C. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science*, 84(1), 212-218.
26. Chung, C., Degner, B., y McClements, D. J. (2014). Reduced calorie emulsion-based foods: Protein microparticles and dietary fiber as fat replacers. *Food Research International*, 64, 664-676.
27. Cocores, J. A., y Gold, M. S. (2009). The Salted Food Addiction Hypothesis may explain overeating and the obesity epidemic. *Medical Hypotheses*, 73, 892-899.
28. Comisión Europea. (2006). Reglamento (CE) No 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
29. Compendio Estadístico del Consejo Mexicano de la Carne 2018.
30. Corino, C., Rossi, R., Cannata, S., y Ratti, S. (2014). Effect of dietary linseed on the nutritional value and quality of pork and pork products: Systematic review and meta-analysis. *Meat Science*, 98, 679-688.

31. Decker, E. A. y Park, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. *Meat Science*, 86(1), 49-55.
32. Delgado-Pando, G., Cofrades, S. Ruiz-Capillas, C. y Jiménez-Colmenero, F. (2010). Healthier lipid combination as functional ingredient influencing sensory and technological properties of lowfat frankfurters. *European Journal of Lipid Science Technology*, 112(8), 859-870.
33. Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 188-196.
34. Devatkal, S., Narsaiah, K. y Borah, A. (2010). Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science*, 85(1), 155-159.
35. Domnariu, C. D., Cucu, A., y Furtunescu, F.L. (2013). World health Organization guidelines on salt intake in adults and children. *Acta Medica Transilvanica*, 2, 166-168.
36. Drakos, A., Doxastakis, G., y Kiosseoglou, V. (2007). Functional effects of lupin proteins in comminuted meat and emulsion gels. *Food Chemistry*, 100, 650-655.
37. Erkkilä, S., Suihko, M. L., Eerola, S., Petäjä, E. y Mattila-Sandholm, M. (2001). Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1-2), 205- 210.
38. Erkkilä, S. y Petäjä, E. (2000). Screening of commercial meat starter cultures at low pH and in the presence of bile salts for potential probiotic use. *Meat Science*, 55, 297-300.

39. Estevez, M., Ventanas, S., y Cava, R. (2005). Physicochemical properties and oxidative stability of liver pate as affected by fat content. *Food Chemistry*, 92, 449-457.
40. FEN (2012). Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. Fundación Española de la Nutrición (FEN).
41. Ferguson, L.R. (2010). Meat and cancer. *Meat Sci*; 84: 308-13.
42. Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E. y Pérez-Álvarez, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science*, 67(1), 7-13.
43. Fouladkhah, A., Berlin, D., y Bruntz, D. (2015). High-sodium processed foods: public health burden and sodium reduction strategies for industry practitioners. *Food Reviews International*, 31, 341-354.
44. García-Quismondo, A. (2016). Proteína C reactiva, índice de conicidad y factores de riesgo cardiovascular en pacientes con diabetes tipo 2. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. España.
45. García, M., Domínguez, R., Gálvez, M., Casas, C. y Selgas, M. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60(3), 227-236.
46. García, B. M. C., Carballo, B., de Torre, G. L., y Vicente, A. M. (2001). Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. AMV Ediciones, Mundi-Prensa.

47. Giraldo, S. y Serna, A. (2007). Hierro, calcio y los antioxidantes como parte funcional de los productos lácteos. *Alimentos Funcionales*. Medellín. Capítulo I. Trabajo de grado para optar al título de Especialistas en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
48. Givens, D., Kliem, K. y Gibbs, R. (2006). The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science*, 74(1), 209-218.
49. Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Lalor, F., y Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products - Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 39, 4-17.
50. Guerra, E. J. I. (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Analisis de Medicina Interna*, 18(6), 326-335.
51. Ha, M., Jarvis, M. y Mann, J. I. (2000). A definition for dietary fibre. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(12), 861-864.
52. Habeanu, M., Thomas, A., Bispo, E., Gobert, M., Gruffat, D., Durand, D., y Bauchart, D. (2014). Extruded linseed and rapeseed both influenced fatty acid composition of total lipids and their polar and neutral fractions in longissimus thoracis and semitendinosus muscles of finishing Normand cows. *Meat Science*, 96, 99-107.
53. Hargrave-Barnes, K. M., Azain, M. J., y Miner, J. L. (2008). Conjugated linoleic acid-induced fat loss dependence Delta 6-desaturase or cyclooxygenase. *Obesity*, 16, 2245-2252.
54. Harris, W. y Von Schacky, C. (2004). The omega-3 index: a new risk factor for death from coronary heart disease. *Preventive Medicine*, 39, 212-220.

55. Harthwar, S., Rai, A., Modi, V., Narayan, B. (2012). Characteristics and consumer acceptance of healthier meat and meat products - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 653 - 664.
56. Howlett, J. (2008) Functional foods from science to health and claims. ILSI Europe Concise monograph series. *ILSI Press*, Washington, DC.
57. Huang, D., Ou, B. y Prior, R.L. (2005). The Chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 53(6),1841-1856.
58. Jaturasitha, S., Chaiwang, N., Kayan, A., y Kreuzer, M. (2016). Nutritional strategies to improve the lipid composition of meat, with emphasis on Thailand and Asia. *Meat Science*, 120, 157-166.
59. Jaworska, D., Czauderna, M., Przybylski, W., & Rozbicka-Wieczorek, A. J. (2016). Sensory quality and chemical composition of meat from lambs fed diets enriched with fish and rapeseed oils, carnosic acid and seleno-compounds. *Meat Science*, 119, 185-192.
60. JECFA. (2002). Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. WHO technical reports series (pp. 20-32).
61. Jiang, J. y Xiong, Y. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107–117.

62. Jiménez-Colmenero, F. (2013). Multiple emulsions; bioactive compounds and functional foods. *Nutrición Hospitalaria*, 28, 1413-1421.
63. Jiménez- Colmenero, F., Herrero, A., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C. (2012) Meat and functional foods. En *Y H Hui* (Ed.). *Handbook of meat and meat processing*. (2nd ed.). (pp. 225-248). Boca Raton: CRC Press. Taylor & Francis Group.
64. Jiménez-Colmenero, F., Sánchez-Muniz, F. y Olmedilla-Alonso, B. (2010). Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. *Food Chemistry*, 123(4), 959-967.
65. Jiménez-Colmenero, F., Pintado, T., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., & Bastida, S. (2010b). Production variations of nutritional composition of commercial meat products. *Food Research International*, 43, 2378-2384.
66. Jiménez-Colmenero F. (2007) Meat based functional foods. In Y. H. Hui et al. (Eds.). *Handbook of Food Products Manufacturing* (pp. 989-1015). New Jersey: John Wiley & Son, Inc.
67. Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by nonmeat fats. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 567-578.
68. 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.

69. Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. y Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5-13.
70. Jiménez Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56-66.
71. Jin, H., Xu, C.-X., Lim, H.-T., Park, S.-J., Shin, J.-Y., Chung, Y.-S., Park, S.-C., Chang, S.-H., Youn, H.-J., Lee, K.-H., Lee, Y.-S., Ha, Y.-C., Chae, C.-H., Beck, G. R., Jr., y Cho, M.-H. (2009). High Dietary Inorganic Phosphate Increases Lung Tumorigenesis and Alters Akt Signaling. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179, 59-68.
72. Juniper, D. T., Phipps, R. H., Ramos-Morales, E. y Bertin, G. (2008). Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 86(11),3100-3109.
73. Kanauchi, O., Mitsuyama, K., Araki, Y. y Andoh, A. (2003). Modification of intestinal flora in the treatment of inflammatory bowel disease. *Current pharmaceutical design*, 9(4), 333-346.
74. Khan M. [y otros] Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages [Publicación periódica] // *Food Research International*, 44. - 2011. - págs. 3125-3133.
75. Khattak, M. y Ali, K. (2002). Physiological effects of dietary complex carbohydrates and its metabolites role in certain diseases. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(4), 161-168.

76. Klingberg, T. D. y Budde, B. B. (2006). The survival and persistence in the human gastrointestinal tract of five potential probiotic lactobacilli consumed as freeze-dried cultures or as probiotic sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 109(1-2),157-159.
77. Klingberg, T. D., Axelsson, L., Naterstad, K., Elsser, D. y Budde, B. B. (2005). Identification of potential probiotic starter cultures for Scandinavian-type fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 105(3), 419-431.
78. Layman, D., Clifton, P., Gannon, M., Krauss, R., Nuttall, F. (2008). Protein in optimal health: heart disease and type 2 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 1571S-1575S.
79. Lebret, B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2, 1548-1558.
80. Lee, S., Faustman, C. Djordjevic, D., Faraji, H. y Decker, E. (2006a). Effect of antioxidants on stabilization of meat products fortified with omega-3 fatty acids. *Meat Science*, 72(1), 18-24.
81. Lee, S., Hernandez, P., Djordjevic, D., Faraji, H., Hollender, R., Faustman, C. y Decker, E. A. (2006b). Effect of antioxidants and cooking on stability of n-3 fatty acids in fortified meat products. *Journal of Food Science*, 71(3), C233-C238.
82. Leroy, F., Verluyten, J. y De Vuyst, L. (2006). Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106(3), 270-285.

83. Lock, A. L., Horne, C. A. M., Bauman, D. E., y Salter, A. M. (2005). Butter naturally enriched in conjugated linoleic acid and vaccenic acid alters tissue fatty acids and improves the plasma lipoprotein profile in cholesterol-fed hamsters. *Journal of Nutrition*, 135, 1934-1939.
84. López-López, I., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., y Jiménez-Colmenero, F. (2009c). Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. *Meat Science*, 83, 255- 262.
85. López, A. (2002). La investigación y el diseño de los alimentos funcionales. La colaboración de las Universidades y los centros de investigación con las empresas. En: *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Vol. 21, No. 172. p. 11-12.
86. Lücke, F. K. (2000). Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*, 56(2), 105- 115.
87. Makras, L., Avonts, L. y De Vuyst, I. (2004). Probiotics, prebiotics, and gut health. In Remacle, C. y Reusen, B. (Eds). *Functional foods: Ageing and degenerative disease*. (Pp. 416-482).
88. Martí, A. (2005) Avances en nutrición molecular: nutrigenómica y/o nutrigenética. En: *Nutr Hosp*. 2005. p.157-164.
89. Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M. y Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 6, 271-278.

90. McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M. W., Bonham, M. P., y Fearon, A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84, 1-13.
91. McCarthy, T. (2001) Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Science*. Vol. 57. p. 177–184.
92. McNeill, S., Van Elswyk, M.E. (2013) Red meat in global nutrition. *Meat Sci*; 92: 166-73.
93. Montagne, L., Pluske, J. y Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1-4), 95-117.
94. Moon, S. S., Kim, Y. T., Jin, S. K. y Kim, I. S. (2008). Effects of sodium chloride, potassium chloride, potassium lactate and calcium ascorbate on the physico-chemical properties and sensory characteristics of sodium-reduced pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 28(5), 567-573.
95. Mora-Gallego, H., Dolors Guardia, M., Serra, X., Gou, P., y Arnau, J. (2016). Sensory characterisation and consumer acceptability of potassium chloride and sunflower oil addition in small-caliber non-acid fermented sausages with a reduced content of sodium chloride and fat. *Meat Science*, 112, 9-15.
96. Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., y Cuadrado, C. (2013). Tablas de composición de alimentos. *Guía de prácticas* (16 ed.). Pirámide, 460-476.

97. Morel, P. C., Janz, J. A., Zou, M., Purchas, R. W., Hendriks, W. H. y Wilkinson, B. H. (2008). The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the composition of pork from female pigs. *Journal of Animal Science*, 86(5), 1145-1155.
98. Mozaffarian, D. y Wu, J. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–2056.
99. Muguerza, E., Ansorena, D. y Astiasarán, I. (2004). Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9), 1061-1068.
100. Muthukumarasamy, P. y Holley, R. A. (2006). Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*. *International Journal of Food Microbiology*, 111(2),164-169.
101. Na, Y., Kim, S., Jung, E., K. y Joo, N. (2012). Processing Optimization and Antioxidant Activity of Sausage Prepared with Tomato Powder. *International Conference on Clean and Green Energy*, pp. 129-133.
102. Naveena, B., Sen, A., Vaithyanathan, S., Babji, Y. y Kondaiah, N. (2008). Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80(4), 1304-1308.
103. Nieto, G. (2009). Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. *Meat Science*. Vol. 83, p. 24-30.

104. Nuñez, M. (2008) Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. *Meat Science*. Vol. 80. p. 997–1004.
105. Ojha, K. S., Keenan, D. F., Bright, A., Kerry, J. P., y Tiwari, B. K. (2016). Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 37-45.
106. Olmedilla-Alonso, B., y Jiménez-Colmenero, F. (2014). Functional meat products; development and evaluation of their health-promoting properties. *Nutrición Hospitalaria*, 29, 1197-1209.
107. Olmedilla - Alonso B., Jiménez - Colmenero F. y Sánchez- Muniz F. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods [Publicación periódica] // *Meat Science*, 95. - 2013. - págs. 919 - 930.
108. Ospina, M., Silvia, M., Restrepo, M., Diego, A.; López Vargas, Jairo, H. (2011). Derivados cárnicos como alimentos funcionales *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 8, núm. 2, pp. 163-172.
109. Paddon-Jones, D., Westman, E., Mattes, R. D., Wolfe, R. R., Astrup, A., y Westerterp, M. (2008). Protein, weight management, and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 1558S-1561S.

110. Palanca, V., Rodríguez, E., Señoráns, J. y Reglero, G. (2006). Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales con actividad biológica combinada. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 199-202.
111. Pan, C., Huang, K. Zhao, Y., Qin, S., Chen, F. y Hu, Q. (2007). Effect of selenium source and level in hen's diet on tissue selenium deposition and egg selenium concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 1027-1032.
112. Pappa, I., Bloukas, J. and Arvanitoyannis, I. (2000) Optimization OF salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. En: *Meat Science*. 2000. Vol. 56. p. 81-88.
113. Papamanoli, E., Tzanetakis, N. Litopoulou-Tzanetaki, E. y Kotzekidou, P. (2003). Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Science*, 65(2), 859-867.
114. Pennacchia, C., Ercolini, D. Blaiotta, G., Pepe, O., Mauriello, G. y Villani, F. (2004). Selection of Lactobacillus strains from fermented sausages for their potential use as probiotics. *Meat Science*, 67(2), 309-317.
115. Piñero, M., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., Arenas de Moreno, L., Ferrer, M., Araujo, S. y Barboza, Y. (2008). Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Science*, 80(3), 675-680.
116. Realini, C. E., Bianchi, G., Bentancur, O., y Garibotto, G. (2017). Effect of supplementation with linseed or a blend of aromatic spices and time on feed on

fatty acid composition, meat quality and consumer liking of meat from lambs fed dehydrated alfalfa or corn. *Meat Science*, 127, 21-29.

117. Resconi, V. C., Keenan, D. F., Barahona, M., Guerrero, L., Kerry, J. P., y Hamill, R. M. (2016). Rice starch and fructo-oligosaccharides as substitutes for phosphate and dextrose in whole muscle cooked hams: Sensory analysis and consumer preferences. *Lwt-Food Science and Technology*, 66, 284-292.
118. Ripollés, S., Campagnol, P. C., Armenteros, M., Aristoy, M. C. y Toldrá, F. (2011). Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on lipolysis and lipid oxidation in dry-cured ham. *Meat Science*, 89(1), 58-64.
119. Rivera Ruiz, I. N. (2012). Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. *Nacameh*, 6, 1-14.
120. Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Tahmouzi, S., Razavi, S. H., Triki, M., Rodríguez Salas, L., Samcova, K., & Jiménez-Colmenero, F. (2016). Properties of reformulated hot dog sausage without added nitrites during chilled storage. *Food Science and Technology International*, 22, 21-30.
121. Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Benito, M. J., Hernández, A., Casquete, R., de Guía-Córdoba M. (2011). Application of *Lactobacillus fermentum* HL57 and *Pediococcus acidilactici* SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages. *Food Microbiology*, 28(5), 839-847.
122. Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Benito, M. J., Nevado, F. P. y de Guía-Córdoba, M. (2008). Screening of lactic acid bacteria and bifidobacteria for potential probiotic use in Iberian dry fermented sausages. *Meat Science*, 80(3), 715-721.

123. Ruusunen, M., y Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531-541.
124. Sánchez-Muniz, F. (2016). Obesity: a very serious public health problem. *A Real Acad Farm; Special Issue*, 82, 6-26.
125. Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Carballo, J., y Jiménez Colmenero, F. (2015a). Konjac-based oil bulking system for development of improved-lipid pork patties: Technological, microbiological and sensory assessment. *Meat Science*, 101, 95-102.
126. Sánchez-Muniz, F.J. (2004) Alimentos funcionales: Carne y derivados cárnicos. Presente y perspectivas. En: *La Carne y productos cárnicos como alimentos funcionales*. Jiménez Colmenero F, Sánchez-Muniz FJ, Olmedilla B. (Eds.). Fundación Española de la Nutrición. Editec@RED, S.L. Madrid, pp. 39-58.
127. Sáyago-Ayerdi, S., Brenes, A. y Goni, I. (2009). Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 971-976.
128. Sayas-Barberá, E., Viuda-Martos, M., Fernández-López, F., Pérez-Alvarez, J. A. y Sendra, E. (2012). Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage 'Longaniza de Pascua'. *Food Control*, 27(2), 343-350.
129. Schoene, F., Mnich, K., Jahreis, G., Kinast, C., Greiling, A., Kirmse, R., Hartung, H. y Leiterer, M. (2009). Analysis of meat products, produced with mineral salt constituents and sensory assessment of meat articles produced with a mineral salt compared with common salt. *Fleischwirtschaft*, 89(2), 149-152.

130. Sebranek, J. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*. Vol. 69. p. 289–296.
131. Selgas, M., Salazar, P. y García, M. L. (2009). Usefulness of calcium lactate, citrate and gluconate for calcium enrichment of dry fermented sausages. *Meat Science*, 82(4), 478-480.
132. Shon, J., y Chin, K. B. (2008). Effect of whey protein coating on quality attributes of low-fat, aerobically packaged sausage during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 73, C469-C475.
133. Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H. (2008). Consumers' willingness to buy functional foods. The influence of carrier, benefit and trust. *Appetite*, 51, 526 - 529. 39.
134. Sinha, R., Cross, A., Graubard, B., Leitzmann, M., Schatzkin, A. (2009) Meat Intake and Mortality A Prospective Study of Over Half a Million People. *Arch Int Med*; 169(6),562-571.
135. Siró, I., Kápolna, E., Lugasi, A. (2008). Functional Food. Product development, marketing and consumer acceptance - a review: *Appetite*, 51 (3), 456-467.
136. Stadnik, J. y Dolatowski, Z. J. (2012). Biogenic amines content during extended ageing of dry-cured pork loins inoculated with probiotics. *Meat Science*, 91(3), 374-377.
137. Toldrá, F. y Reig, M. (2011). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science and Technology*, 22(9), 517-522.

138. Toldrá, F. (2002). Dry-cured meat products. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 160 - 179.
139. Triki, M., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2013a). Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat Science*, 93, 351-360.
140. Trueba P. G. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 22 (1), 48-57.
141. Urala, N., y Lahteenmaki, L. (2007). Consumers' changing attitudes towards functional foods. *Food Quality and Preference*, 18, 1-12.
142. Valencia, F. E. y Román, M. O. (2009). La fibra dietaria como alimento funcional. *Vitae*, 11(2), 12-17.
143. Velasco, V. y Williams, P. (2011). Improving meat quality through natural antioxidants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(2), 313-322.
144. Verma, A., Sharma, B. Banerje, R. (2010). Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physicochemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. *Food Science and Technology*, 43(4), 715-719.
145. Vural, H.; Javidipour, I. and Ozbas, O. (2004). Effects of inesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science*. Vol. 67. p. 65-72.
146. Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., y Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86, 196-213.

147. Wertz, K., Siler, U. y Goralczyk, R. (2004). Lycopene: modes of action to promote prostate health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 430(1), 127–134.
148. Whitney, E. N. y Rolfes, S. R. (2010). Water and the major minerals. (12) Pp. 386.
149. WHO (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children En World Health Organization (WHO) Technical Report Series. Geneve (Switzerland).
150. Williamson, C.S., Foster, R.K., Stanner, S.A.Y., Buttriss, J.L. (2005). Red meat in the diet. *Nutr Bull*; 30: 323-55.
151. Wojciak, K. M., Karwowska, M., y Dolatowski, Z. J. (2014). Use of acid whey and mustard seed to replace nitrites during cooked sausage production. *Meat Science*, 96, 750-756.
152. Wyness, L., Weichselbaum, E., O'Connor, A., Williams, E.B., Benelam, B., Riley, H., Stanner, S. (2011). Red meat in the diet: an update. *Nut Bull*; 36: 34-77.
153. Yilmaz, I. (2004). Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. *Meat Science*. Vol. 67. P. 245-249.
154. Young, J. F., Therkildsen, M., Ekstrand, B., Che, B. N., Larsen, M. K., Oksbjerg, N., y Stagsted, J. (2013). Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Science*, 95, 904-911.
155. Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J. y Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1), 15–31.

156. Zhou, Y., Lin, Y., Wu, X., Feng, C., Long, C., Xiong, F., Wang, N., Pan, D., y Chen, H. (2014). The high-level accumulation of n-3 polyunsaturated fatty acids in transgenic pigs harboring the n-3 fatty acid desaturase gene from *Caenorhabditis briggsae*. *Transgenic Research*, 23, 89-97.