



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**EXTRACTO DE ROMERO COMO
ANTIOXIDANTE EN PRODUCTOS
CARNICOS**

**AMPLIACION Y PROFUNDIZACION DEL
CONOCIMIENTO**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA
DANIELA VEGA RIVAS**



Ciudad Universitaria 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

Introducción	3
Objetivos	4
General	4
Particulares.....	5
Capítulo 1. Consumo de carne y productos cárnicos en México	5
1.1 Productos cárnicos y su clasificación	6
1.2 Oxidación de lípidos en carne y productos cárnicos	8
1.2.1 <i>Autooxidación</i>	9
1.2.2 <i>Fotooxidación</i>	11
1.2.3 <i>Oxidación enzimática</i>	12
1.3 Oxidación de proteínas en productos cárnicos	13
1.4 Antioxidantes naturales en la industria cárnica.....	15
Capítulo 2. Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	18
2.1 Cultivo	18
2.2 Composición química del romero.....	18
Capítulo 3. Uso de extractos de romero para prevenir reacciones de oxidación en productos cárnicos	21

3.1	<i>Paté de hígado de cerdo</i>	21
3.2	<i>Mortadela</i>	22
3.3	<i>Jamón cocido</i>	23
3.4	<i>Hamburguesas de cordero</i>	23
3.5	<i>Salchichas Frankfurt</i>	24
	Capítulo 4. Legislación	26
	Capítulo 5. Ventajas y desventajas de los antioxidantes naturales	28
	Capítulo 6. Productos cárnicos como alimento funcional	30
6.1	Definición de alimento funcional	31
6.2	Adición de antioxidantes naturales para productos cárnicos funcionales ..	31
6.2.1	<i>Hierbas y especias</i>	31
6.2.2	<i>Frutas</i>	32
	Conclusiones	33
	Bibliografía	34



INTRODUCCION

Introducción

El consumo de carne y productos cárnicos, en particular de carne roja, se remonta a la antigüedad y sigue siendo un estilo de vida dominante, por lo general una forma de vida nutricionalmente indispensable en la sociedad moderna debido al valor biológico de las proteínas que contiene (Jiang & Xiong, 2016). Sin embargo, el consumo de carne roja también se ha visto relacionado con un incremento en la incidencia de enfermedades coronarias y algunos tipos de cáncer, esto debido a un mecanismo de una posible generación de compuestos tóxicos durante los procesos involucrados en la elaboración de productos cárnicos (Jiang & Xiong, 2016).

La oxidación de lípidos y proteínas inducida por radicales libres, promovida por una cocción a alta temperatura contribuye a la formación de diversos compuestos que pueden tener un efecto tóxico y ser potencialmente dañinos (Jiang & Xiong, 2016). Se cree que muchas de las reacciones de formación de compuestos tóxicos involucran radicales libres en los que las especies reactivas del oxígeno (ROS) están particularmente implicadas.

Los radicales libres suelen ser los iniciadores de las reacciones de oxidación, siendo los lípidos, pigmentos, proteínas y vitaminas los principales objetivos de la oxidación durante los procesamientos a los que se somete la carne. (Souza, *et.al.*,2018)

La oxidación es un factor limitante en la calidad y aceptabilidad de los productos cárnicos, debido a que afecta atributos como color, aroma, sabor, textura y su valor nutrimental (Souza, *et.al.*,2018), y como consecuencia originar una decoloración, el desarrollo de aromas desagradables, mal sabor, acidificación, una textura no característica, menor vida

útil, pérdida de nutrientes y finalmente la formación de compuestos tóxicos, los cuales pueden ser nocivos para la salud. (Hadidi, *et.al.*, 2022)

Los antioxidantes son cualquier compuesto que, cuando está presente en una concentración menor en comparación con la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o prevenir la oxidación del sustrato. Los antioxidantes, como moléculas donantes de hidrógeno, tienen como objetivo retrasar, controlar y prevenir los procesos oxidativos que conducen al deterioro de la calidad de los alimentos o al inicio y propagación de enfermedades degenerativas en el organismo, (Hadidi, *et.al.*, 2022). La gran mayoría de los antioxidantes utilizados en los productos cárnicos son de origen sintético, sin embargo, debido a la tendencia actual de minimizar el uso de aditivos alimentarios sintéticos, los compuestos naturales se han vuelto cada vez más populares y las industrias cárnicas han optado por usar aditivos de origen natural, derivados de varias partes de plantas, incluidas semillas, cáscaras, hojas, tallos y raíces. (Hadidi, *et.al.*, 2022)

El interés en los sustitutos naturales de los antioxidantes sintéticos ha llevado a una investigación exhaustiva y considerable sobre la composición y posible aplicación de extractos y concentrados de plantas en productos cárnicos, avícolas y pesqueros que no solo son viables como antioxidantes, sino que pueden tener otros efectos positivos en la calidad sensorial, durabilidad e inocuidad de las carnes procesadas (Oswell, *et.al.*, 2018). Así mismo estos aumentan el potencial antioxidante existente incluso si la carne no se somete a un extenso proceso. Este beneficio adicional para la salud y la nutrición es una ventaja de los antioxidantes naturales aplicados al procesamiento de la carne. (Jiang & Xiong, 2016)

Objetivos

General

- Realizar una investigación bibliográfica sobre el extracto de romero para mostrar sus usos y beneficios en los productos cárnicos.

Particulares

- Conocer sobre el extracto de romero como un antioxidante para ser utilizado como una alternativa natural en la conservación de productos cárnicos
- Analizar las aplicaciones del extracto de romero como antioxidante en paté de hígado de cerdo, mortadela, jamón cocido, hamburguesas de cordero y salchichas Frankfurt, para analizar su funcionalidad en dichos productos y su acción ante la oxidación
- Estudiar la adición de antioxidantes naturales para generar productos cárnicos funcionales



CAPITULO 1:

**Consumo de carne
y productos
carnicos en México**

Capítulo 1. Consumo de carne y productos cárnicos en México

De acuerdo con datos obtenidos de Comecarne (2023), al finalizar el 2022 el consumo de productos cárnicos cuantificó 1'100,390 toneladas, el cual excedió en 2.2% al observado en el año previo. En promedio un mexicano consume al mes 719 gramos de productos cárnicos. (Comecarne, 2023) (Ver Figura 1.1)

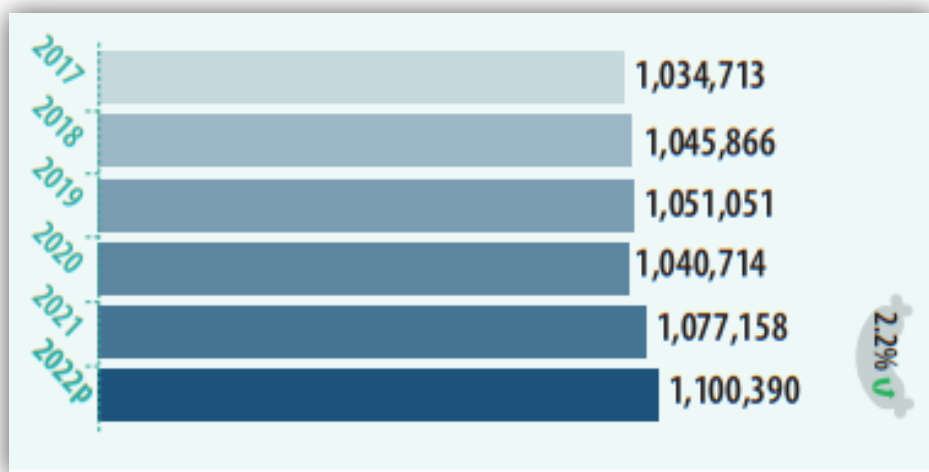


Figura 1.1 Consumo de productos cárnicos en el año 2022. (toneladas) (Comecarne 2023)

En la Figura 1. 2 se muestra el consumo per cápita nacional en el año 2022 alcanzó 76.9 kg en carne de corte y 8.6 kilos en productos cárnicos. Por tipo de proteína, la ingesta de pollo

presentó el mayor volumen con 36.5 kg, le prosiguieron la de cerdo y res con 22.8 y 15.7 kg respectivamente y la de pavo, ovino y caprino conjuntaron otras 1.9 kg. (Comecarne, 2023)

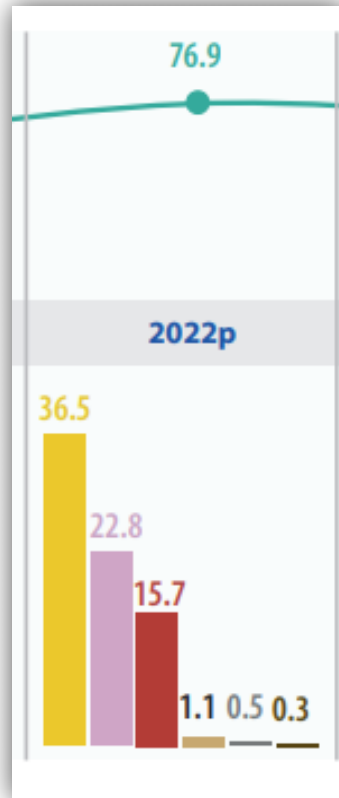


Figura1.2 Volumen del consumo de carne de corte del año 2022 (Kg) (Comecarne, 2023)

1.1 Productos cárnicos y su clasificación

Los productos cárnicos forman parte de nuestra dieta desde hace más de 3,500 años. Su consumo ha formado parte de la cultura y la tradición culinaria de muchos pueblos. En nuestro país, el consumo de los productos cárnicos se ha popularizado en la mesa de los mexicanos debido a que son alimentos prácticos para cocinar, accesibles para la gran mayoría de las familias, con gran variedad de sabores, combinaciones y presentaciones que se adaptan a cualquier estilo de vida y bolsillo. (Suárez, 2020)

Están elaborados principalmente con carne de una o varias especies de animales. A dichos alimento se le agregan grasas y condimentos. Además, estos productos pasan por un tratamiento de cocción, salazón, embutido o algún otro proceso de transformación. (Comecarne,2023)

Existe una clasificación para los diferentes tipos de productos cárnicos:

- Productos cárnicos crudos: para consumir este tipo de producto, es necesario que pasen por un proceso de cocción. (Comecarne, 2023)
- Productos cárnicos crudos listos para consumo: Procesados crudos que son sometidos a un proceso de maduración o secado que garanticen la inocuidad del producto, los característicos de este grupo son el jamón serrano, la carne seca o pepperoni. (NOM-213-SSA1-2018)
- Productos cárnicos crudos no listos para su consumo: Procesados crudos que requieren un tratamiento térmico previo a su consumo. En esta categoría se encuentran, las arracheras marinadas, hamburguesas crudas, chorizos y longanizas. (NOM-213-SSA1-2018)
- Productos cárnicos curados: Son lo que pasan por un proceso de curación. Se les agrega sal, nitritos, nitratos o ambos para su conservación, ya sea por vía húmeda o seca, desarrollan características organolépticas particulares. Generalmente se consumen crudos, son productos como el jamón serrano. (NOM-213-SSA1-2018)
- Productos cárnicos cocidos: Están hechos con carne, viseras, sangre o sus mezclas. Son curados y sometidos a un tratamiento térmico para alcanzar una temperatura de 70° C en su centro térmico. Tienen distintas presentaciones, como troceados, emulsionados, enteros o en cortes. En esta categoría se encuentran las mortadelas, el jamón cocido y las salchichas. (NOM-213-SSA1-2018)

- Productos cárnicos precocidos: Están elaborados con una variedad más amplia de carnes. Algunos ejemplos son los patés de hígado y las morcillas. (Comecarne, 2023)
- Productos cárnicos desecados, secos o salados: Son el resultado de la deshidratación de la carne magra, sin que el valor nutricional sea alterado. Un ejemplo muy conocido es la carne tipo jerky. (Comecarne, 2023).
- Productos cárnicos madurados: Son sometidos crudos a deshidratación parcial y a un conjunto de procesos microbiológicos, químicos, físicos y enzimáticos, pudiendo ser ahumados o no. (NOM-213-SSA1-2018)
- Productos cárnicos empanados o rebozados: son los productos que han sido cubiertos con pan rallado para posteriormente ser fritos. (Comecarne, 2023).

No todos los productos pasan por el mismo proceso, depende de la categoría en la que se encuentre. (Comecarne, 2023)

1.2 Oxidación de lípidos en la carne y productos cárnicos

Los lípidos son compuestos de vital importancia para la nutrición humana. Además de aportar energía a los procesos biológicos del organismo, contienen una gran cantidad de sustancias como ácidos grasos esenciales o vitaminas liposolubles que solo puede aportar la dieta. Los lípidos son responsables de muchas características deseables de la carne y productos cárnicos, influyen en el sabor y contribuyen a mejorar la jugosidad de las mismas. Por lo tanto, el contenido y la composición de grasa son de gran importancia para los consumidores debido al papel que juegan en la calidad de la carne y su valor nutrimental. (Domínguez, *et.al.*, 2019). La carne y los productos cárnicos se someten a una serie de procesos que pueden perjudicar la calidad de los productos terminados. Estos productos son ricos en proteínas y

según el tipo de músculo, contienen cantidades y proporciones variables de lípidos de almacenamiento (triacilgliceroles) y lípidos estructurales (fosfolípidos) (Guyon, *et.al.*, 2016). Los lípidos son susceptibles a la degradación. La oxidación es la principal causa no microbiana del deterioro de la calidad de la carne (Min & Ahn 2005). Por lo tanto, todos los procesos intermedios (manipulación, procesamiento, almacenamiento y distribución) deben controlarse cuidadosamente para evitar estas reacciones. (Hui, 2005)

La oxidación de lípidos es un proceso muy complejo, que incluye múltiples mecanismos que interactúan entre sí. Se sabe que los ácidos grasos insaturados y el oxígeno son los componentes que reaccionan durante el proceso de oxidación de los lípidos. Es un proceso espontáneo e inevitable que afecta directamente el valor comercial de los productos cárnicos. Es inducido por varios factores a través de mecanismo complejos. Los principales implicados en estas reacciones son: la estructura lipídica y su entorno, el grado de insaturación de los ácidos grasos, la luz, el calor y la presencia de oxígeno (Amaral, *et.al.*, 2018).

Los componentes naturales que se encuentran en el tejido muscular como el hierro, la mioglobina (Mb) y el peróxido de hidrógeno, pueden causar la oxidación de lípidos, actuando como catalizadores o promoviendo la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Amaral, *et.al.*, 2018).

Los lípidos pueden oxidarse por tres vías principales que incluyen reacciones complejas; autooxidación, fotooxidación y oxidación catalizada por enzimas (Amaral, *et.al.*, 2018)

1.2.1 Autooxidación

La autooxidación es un fenómeno químico que involucra reacciones de radicales libres y depende de la acción catalítica del pH, la temperatura, y iones metálicos.

En la figura 1.3 se muestra el mecanismo general de oxidación el cual incluye tres etapas:

1. **Iniciación:** Se extrae hidrógeno de un ácido graso insaturado, dando como resultado un radical libre que a su vez reacciona con el oxígeno molecular para formar un radical peroxi lipídico. (Banerjee, *et.al.*, 2017)
2. **Propagación:** Esta fase ocurre por interacciones lípido-lípido. El radical peroxi extrae hidrógeno de una molécula adyacente, lo que da como resultado un hidroperóxido lipídico y un nuevo radical libre. El radical lipídico reacciona muy rápidamente con el oxígeno atmosférico formando un radical peroxi que nuevamente puede extraer hidrogeno de otra cadena, lo que resulta en la formación de un hidroperóxido y un nuevo radical. Esto continúa hasta que uno de los radicales se elimina por la reacción con otro radical o con un antioxidante (Banerjee, *et.al.*, 2017)
3. **Terminación:** consiste en la reacción entre radicales o con otros compuestos (antioxidantes) para dar lugar a productos no radicales. En ambos casos, los productos estables o de baja reactividad se forman a partir de radicales, mediante un proceso de transferencia de átomos o grupos. Sin embargo, las reacciones de terminación no siempre son eficientes y pueden dar lugar a nuevos compuestos reactivos. El mecanismo que asegura la terminación de manera eficiente es la descomposición de los radicales peroxi y alcoxi para dar lugar a productos secundarios como alcanos, alcoholes, aldehídos, grupos cetónicos y compuestos carbonílicos. (Domínguez, *et.al.*, 2019)

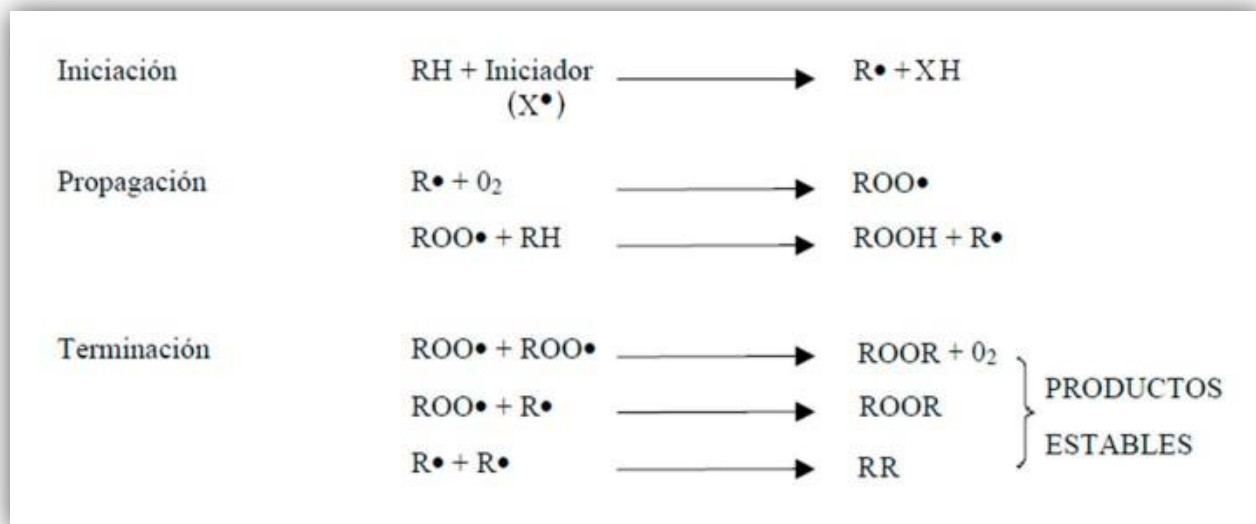


Figura 1.3 Mecanismo de autooxidación de los lípidos (Isaza *et. al.* 2013)

1.2.2 Fotooxidación

El mecanismo de fotooxidación de lípidos se muestra en la Figura 1.4. La fotooxidación es facilitada por la energía radiante, principalmente radiación ultravioleta. Durante este proceso, se forman hidroperóxidos en presencia de sensibilizadores como la mioglobina o la hemoglobina.

El primer paso de la fotooxidación es la excitación del sensibilizador singulete mediante la absorción de energía luminosa, lo que da lugar a los sensibilizadores tripletes excitados. El sensibilizador triplete excitado también puede extraer hidrógeno de un ácido graso insaturado, lo que da como resultado la producción de un radical alquilo. Luego, este radical alquilo reacciona con el oxígeno molecular dando lugar a un radical peroxi que puede extraer hidrógeno de un ácido graso adyacente iniciando el mecanismo de reacciones en cadena de radicales libres. (Domínguez, *et.al.*, 2019)

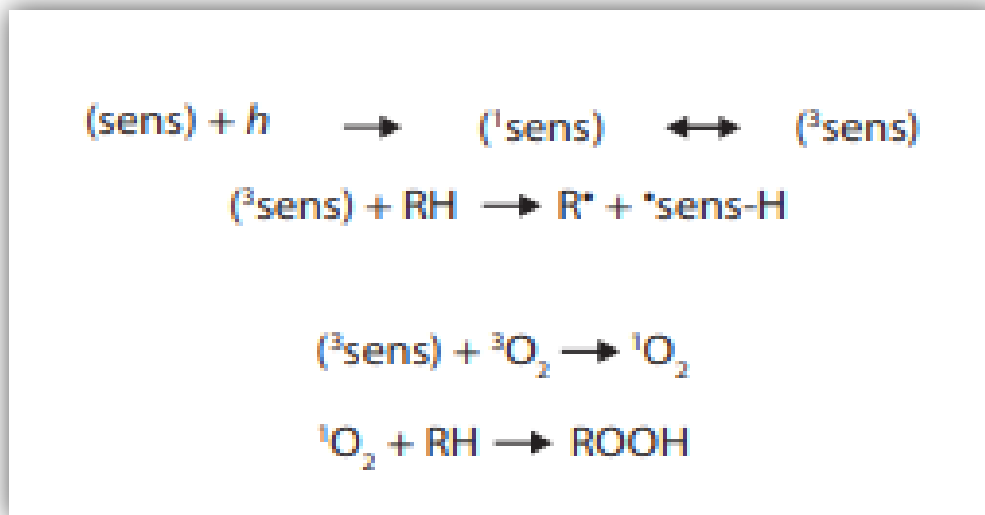


Figura 1.4 Mecanismo de fotooxidación de lípidos (Block & Barrera 2013)

1.2.3 Oxidación enzimática

En la oxidación enzimática, la principal enzima implicada es la lipoxigenasa. La concentración de enzima determina la velocidad a la que se desarrolla la oxidación de lípidos, por lo que una concentración elevada favorece los procesos oxidativos.

Esta enzima tiene un sitio activo que contiene hierro que debe estar en forma ferrosa para que la enzima muestre actividad. El sitio activo extrae un átomo de hidrógeno del ácido graso poliinsaturado para formar un sistema dieno conjugado que reacciona con el oxígeno molecular. El radical peroxi elimina el hidrógeno de otra molécula de ácido graso insaturado y finalmente se genera un hidroperóxido conjugado y un radical alquilo. (Domínguez, *et.al.*, 2019)

Entre los tres mecanismos, la autooxidación, que es una reacción en cadena continua de radicales libres, es el proceso más importante de oxidación de lípidos en la carne.

A diferencia de otros productos derivados de la oxidación de lípidos, los hidroperóxidos no aportan ningún aroma. Sin embargo, estos compuestos son altamente inestables, por lo que se descomponen rápidamente dando como resultado una gran cantidad de compuestos secundarios que incluyen hidrocarburos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres y ácidos,

que provocan la aparición de aromas desagradables y malos sabores en los productos cárnicos. (Banerjee, *et.al.*, 2017)

La principal respuesta utilizada por la industria cárnica para inhibir la oxidación de lípidos es la adición de antioxidantes sintéticos. Sin embargo, hoy en día los consumidores exigen más productos naturales, lo que limita a la industria en el uso de los antioxidantes sintéticos actualmente permitidos en los alimentos. (Domínguez, *et.al.*, 2019)

1.3 Oxidación de proteínas en productos cárnicos

Se ha descubierto que muchas proteínas intracelulares y de membrana en el músculo pueden modificarse fácilmente mediante especies reactivas de oxígeno, generadas a través de la oxidación de lípidos, reacciones oxidativas catalizadas por enzimas o metales y otros procesos químicos y biológicos (Decker, *et.al.*, 2000)

Los mismos oxidantes que inician la oxidación de lípidos causan y propagan la oxidación de proteínas. La formación del grupo carbonilo es una vía de reacción común que se encuentra en el proceso de oxidación. (Jiang & Xiong, 2016)

Las proteínas reaccionan con productos secundarios de la peroxidación lipídica, por ejemplo, aldehídos y cetonas, para producir derivados carbonílicos y complejos proteína- proteína y proteína-lípidos que se traducen en la modificación del aroma y sabor característico del alimento. (Jiang & Xiong, 2016)

En los sistemas alimentarios musculares el radical hidroxilo se genera fácilmente mediante la reacción de H_2O_2 con hierro o cobre y provoca la modificación específica del sitio activo de los aminoácidos. (Jiang & Xiong, 2016)

Las ROS pueden causar oxidación en las cadenas laterales de aminoácidos, así como en el esqueleto de las proteínas, lo que se muestra en la Figura 1.5 esto da como resultado la fragmentación de proteínas o los enlaces cruzados proteína-proteína. (Zhang, et.al., 2013)

Muchas cadenas laterales de residuos de aminoácidos son fácilmente modificadas. Los aminoácidos con cadenas laterales reactivas (sulfhidriilo, tioeter, grupo amino, anillo de imidazol y anillo de indol) son más susceptibles a la oxidación iniciada por los lípidos oxidantes y sus productos. Por lo tanto, los residuos de cisteína, metionina, lisina, arginina, histidina y triptófano son objetivos comunes de las ROS generadas a través de la peroxidación lipídica. (Jiang & Xiong, 2016)

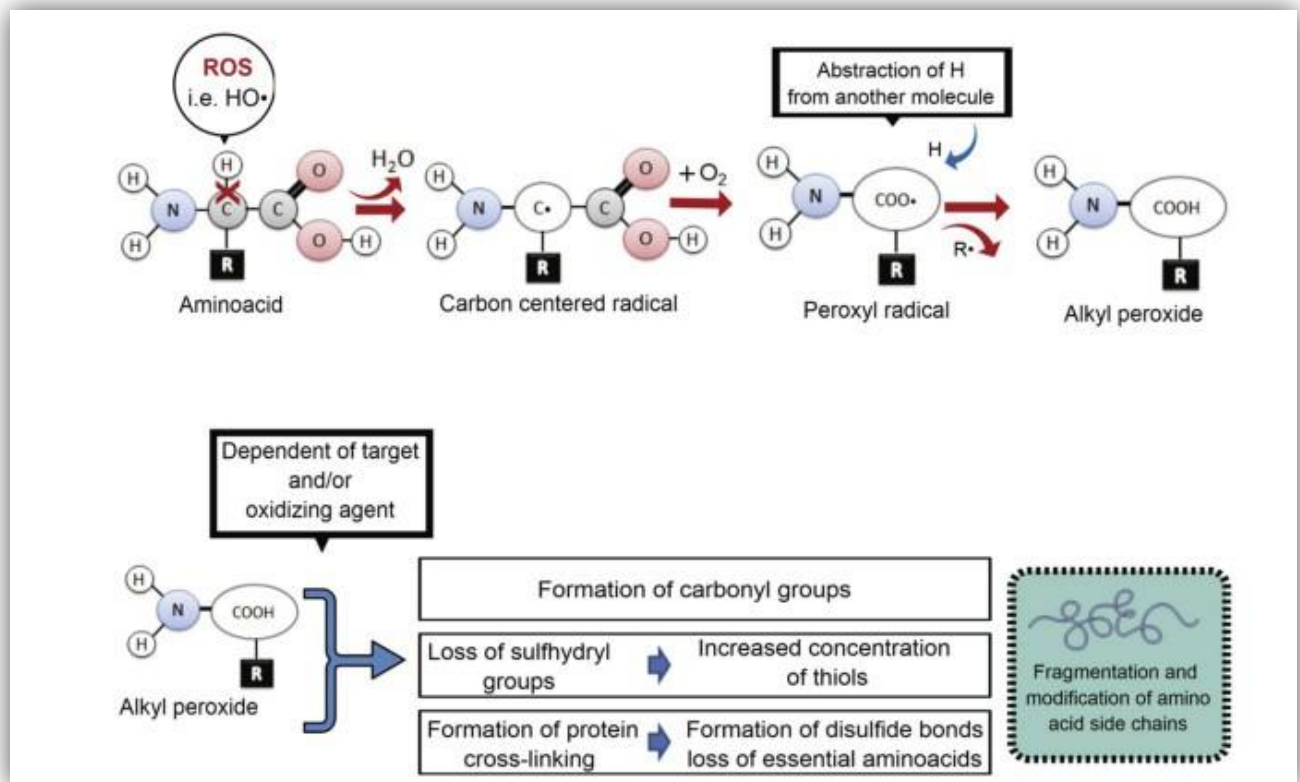


Figura 1.5 Proceso de oxidación de proteínas y principales compuestos formados (Cunha, et.al., 2018)

Las modificaciones oxidativas de las proteínas pueden cambiar sus propiedades físicas y químicas, incluyendo conformación, estructura, solubilidad, susceptibilidad a la proteólisis y

actividades enzimáticas. Estas modificaciones pueden estar involucradas en la regulación de la calidad de la carne fresca e influir en las propiedades de procesamiento de los productos cárnicos (Zhang, *et.al.*, 2013)

La carne está en riesgo de oxidación debido a la reducción del pH producido después del rigor, lo que intensifica la autooxidación de las hemoproteínas. La oxidación de proteínas reduce la digestibilidad y puede producir compuestos genotóxicos y derivados citotóxicos de aminoácidos (Oswell, *et.al.*, 2018).

En general, la oxidación suave no influye en la degradación proteolítica de las proteínas musculares, pero la oxidación extensa puede disminuir la digestión proteolítica

1.4 Antioxidantes naturales en la industria cárnica

El empleo de antioxidantes en la industria cárnica es de gran importancia, ya que durante el procesamiento suceden una serie de fenómenos oxidativos que dan lugar a cambios en el color, sabor, aroma y textura del producto, alterando la calidad organoléptica del mismo. (Armenteros, *et.al.* 2012)

El deterioro de la carne por oxidación se debe a que la estabilidad de sus lípidos y proteínas dependen del balance entre los antioxidantes musculares y los componentes prooxidantes. La exposición al oxígeno y a la luz durante su vida de anaquel son de los principales factores que originan su oxidación. Los componentes prooxidantes pueden llevar a los tejidos a sufrir una disminución de los sistemas antioxidantes, llevando a la formación de especies reactivas de oxígeno que pueden interactuar con los lípidos y proteínas, causando su oxidación.

Algunos procedimientos como el picado, rebanado, manipulación y la cocción antes de la conservación de la carne o sus derivados, rompen la membrana de la célula muscular

facilitando la interacción de los lípidos insaturados con las sustancias oxidantes acelerando la oxidación. (Valenzuela & Pérez 2016)

Los antioxidantes ayudan a retrasar la alteración oxidativa pero no la evitan de una forma definitiva. Incluso, el uso de antioxidantes en cantidades o en condiciones inadecuadas puede provocar un efecto adverso y hasta acelerar la oxidación de algunos componentes dentro del tejido muscular. (Ibáñez, *et.al.* 2003)

La gran mayoría de los antioxidantes utilizados en los productos cárnicos son de origen sintético, sin embargo, debido a la tendencia actual de minimizar el uso y la aplicación de aditivos alimentarios sintéticos y dado que los compuestos naturales se han vuelto cada vez más populares, las industrias cárnicas han optado por hacer primordialmente uso de aditivos de origen natural. (Hadidi, *et. al.* 2022)

Varias fuentes naturales han sido estudiadas en las últimas décadas, debido a su alto contenido de antioxidantes, fuentes naturales de frutas, té, hierbas aromáticas, especias, hortalizas, algas y semillas. (Cunha, *et. al.* 2018)

Las especias en particular son una categoría de ingredientes altamente utilizados en una gran diversidad de alimentos y bebidas que contienen muchos antioxidantes con estructuras diversas y que presentan propiedades únicas.

Algunas de las especias más comunes en las que se ha determinado que contienen compuestos antioxidantes son: anís, canela, cilantro, clavo, comino, cúrcuma, jengibre, maca, mejorana, orégano, paprika, pimienta negra, romero, salvia, tomillo y vainilla. Y de todos éstos, el sustituto de antioxidantes artificiales más utilizado en la industria cárnica es el extracto de romero. En la Figura 1.6 se muestran los compuestos bioactivos de algunas de las especias utilizadas como antioxidantes naturales. (Oswell, *et.al.* 2018)

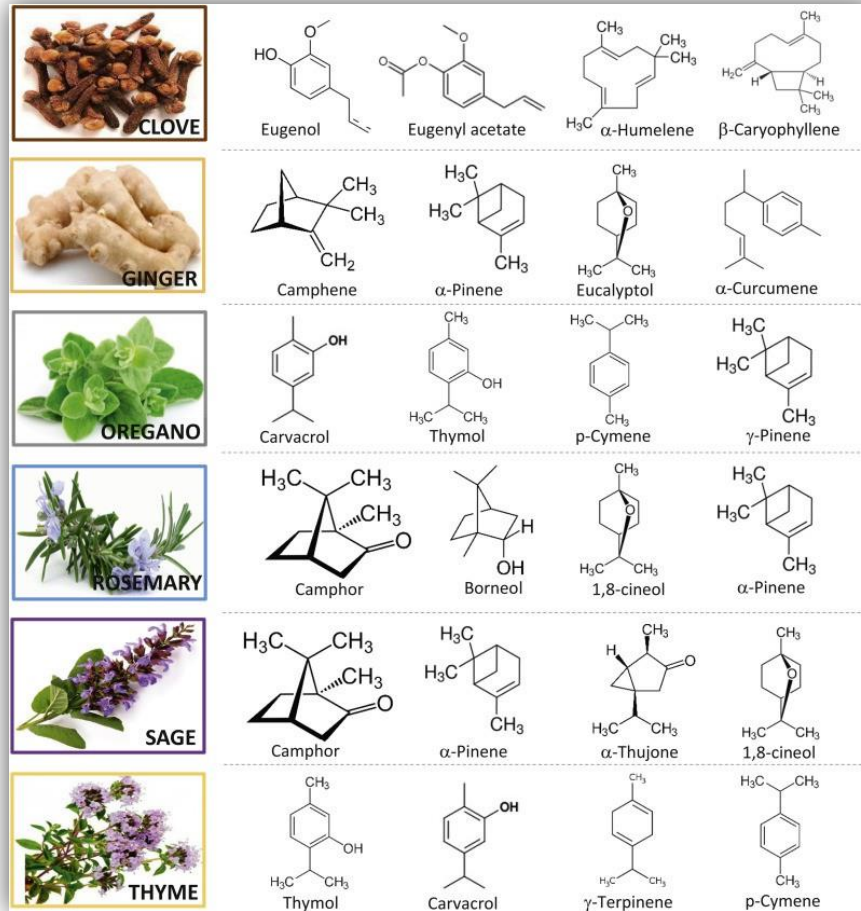


Figura 1.6 Principales compuestos bioactivos antioxidantes que se encuentran en las especias (Pateiro, *et. al.* 2018)

La capacidad antioxidante de estos extractos se debe en gran parte a la presencia de compuestos fenólicos, los cuales funcionan predominantemente como antioxidantes primarios a través de la donación de átomos de hidrógeno, y como antioxidantes secundarios o también denominados secuestrantes de metales, quelando iones metálicos. Así mismo los compuestos que contribuyen a la protección antioxidante de los productos cárnicos incluyen algunos carotenoides, ácidos hidroxicinámicos, flavonoides, terpenos y vitaminas liposolubles como lo son los tocoferoles. (Oswell, *et.al.* 2018)



CAPITULO 2:

Romero
Rosmarinus
officinalis

Capítulo 2. Romero (*Rosmarinus officinalis*)

2.1 Cultivo del romero

El romero (*Rosmarinus officinalis*), pertenece a la familia *Lamiaceae*, es originario de la región mediterránea, desde donde se extendió gradualmente a otras regiones del mundo. Con el tiempo, llegó a las Indias Occidentales y se consideró invasor en Cuba. Generalmente se encuentra en forma silvestre en zonas rocosas y arenosas cercanas al mar, sin embargo, debido a su adaptabilidad y poca exigencia para cultivarse se reproduce con facilidad en otras zonas y latitudes (Ávila, *et.al.* 2011). Tiene la capacidad de resistir tanto sequía como los climas cálidos. El romero se ha adaptado a diversas condiciones de cultivo en Europa. También sobrevive en varios tipos de terrenos, como en montañas bajas y/o bosques húmedos en Colombia, valles secos en Bolivia y colinas rocosas en las Bermudas. Hoy en día, estas especies de plantas se cultivan en todo el mundo en muchos lugares agrícolas en forma de plantas ornamentales y aromáticas. (Aziz, *et.al.* 2021)

Existen tres subespecies *R. officinalis subsp. officinalis*, *R. officinalis subsp. palaui malag* and *R. officinalis subsp. valentinus ferrer* (Aziz, *et.al.* 2021)

R. officinalis es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas y pequeñas, tienen forma de espigas de color verde brillante con márgenes y tallos leñosos y ramificados. El tamaño varía de 0.5 a 1 metro de altura. Florece dos veces al año, en primavera y otoño, las flores se caracterizan por un color azul claro con pequeñas manchas violetas. (Ávila, *et.al.* 2011)

2.2 Composición química del romero

Rosmarinus officinalis está compuesto de muchos fitoquímicos bioactivos, especialmente polifenoles, que ayudan a la implementación de mecanismos que tienen efectos

antiinflamatorios, antioxidantes, antimicrobianos, anti proliferativos, antitumorales, protectores e inhibidores. (Aziz, *et.al.* 2021)

En la planta se han reportado diversos compuestos químicos, los cuales han sido agrupados de manera general en ácidos fenólicos, flavonoides, ácidos y alcoholes triterpénicos y aceites esenciales (Ávila, *et.al.* 2011).

Para obtener los compuestos biológicamente activos del romero, es necesario obtener extractos y/o aceites esenciales de la planta y realizar una caracterización fitoquímica. En cuanto a los extractos, los fitoquímicos principales presentes en *R. officinalis* son: ácido rosmarínico, ácido cafeico, ácido ursólico, ácido betulínico, ácido oleanólico, ácido carnósico y carnosol (Fernández, *et.al.* 2005), siendo el último el principio activo principal, representando más del 90% de las propiedades antioxidantes del extracto de romero. (Grady, *et.al.* 2006)

El romero posee alrededor de un 0.5-2.5% de aceite esencial, conformado en su mayor parte por 1,8-cineol (15-50%), alcanfor (15-25%), α -pineno (10-25%), canfeno (5.2-8.6%) y borneol (3.2-7.7%) (Flores, *et.al.* 2020), β -pineno (2,0–9,0 %) y limoneno (1,5–5,0 %), en proporciones que varían según el estado vegetativo y las condiciones bioclimáticas. (Fernández, *et.al.* 2005)

En *R. officinalis* los polifenoles más comunes son apigenina, diosmina, luteolina, genkwanina (Fernández, *et.al.* 2005) diosmetina, hispidulina, sinensetina, ácido cafeico, ácido clorogénico y ácido Rosmarínico. (Flores, *et.al.* 2020)

El ácido carnósico es uno de los fito constituyentes más importantes del romero que a su vez se oxida a carnosol.

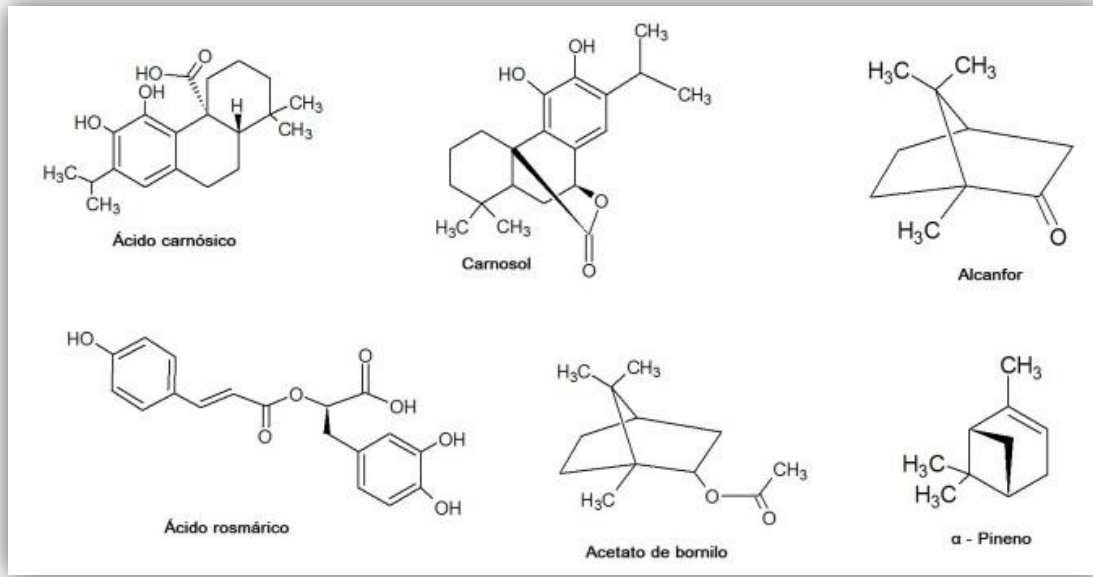


Figura 2.1. Estructura química de algunos metabolitos secundarios presentes en el Romero (*R. officinalis*) (Flores, *et.al.* 2020)

La forma epimérica del rosmaridifenol (resultante de la oxidación del ácido carnósico) tiene una diferencia en la estereoquímica en la posición del C-7 que conduce a la formación de epirosmanol (Aziz, *et.al.* 2021)

Los diterpenoides del romero, especialmente el ácido carnósico y el carnosol, tienen muy interesantes propiedades antioxidantes. La rosmaricina es un fitoquímico crucial del romero. (Aziz, *et.al.* 2021)

Otros compuestos presentes en la planta son el ácido vanílico, ácido butulinico, α y β aminina, acetato de bornilo, isorosmanol, rosmariquinona, rosmaridifenol, verbinol, linalol, terpineol, entre otros. (Fernández, *et.al.* 2005)



CAPITULO 3:

**Uso de extractos de
romero para
prevenir la
oxidación en
productos cárnicos**

Capítulo 3. Uso de extractos de romero para prevenir reacciones de oxidación en productos cárnicos

Los extractos de romero actúan como agentes antioxidantes en los productos cárnicos, ayudando a la neutralización de los radicales libres, inhibiendo la oxidación de los ácidos grasos insaturados. Con esto se aumenta el tiempo de almacenamiento del producto y mejora la calidad del mismo. (Aziz *et.al.* 2021)

El mecanismo de acción para reducir la oxidación tiene varias explicaciones, entre ellas: el secuestro de radicales libres, la donación de hidrógeno, la quelación de iones metálicos, la interferencia con las reacciones de propagación, e incluso actuar como sustrato de radicales como el superóxido o el hidroxilo. (Viuda *et.al.* 2010)

3.1 Paté de hígado de cerdo

Estevez *et.al.* 2007 investigaron el efecto antioxidante de los aceites esenciales de romero y salvia versus BHT (butilhidroxitolueno) un antioxidante sintético en pate de hígado de cerdo almacenados y refrigerados. Los objetivos fueron investigar la estabilidad oxidativa de los pates y comparar el efecto con el de un antioxidante sintético (BHT). Los pates fueron fabricados con la misma formulación básica, por 100 g de producto, los ingredientes eran los siguientes: 28g de hígado, 40g de grasa subcutánea, 5g de carne, 23 ml de agua destilada, 2g de caseinato de sodio y 2g de cloruro de sodio, también se agregaron di y trifosfatos de sodio, ascorbato de sodio y nitrito de sodio.

Dependiendo el lote experimental a la fórmula se le añadieron diferentes antioxidantes: aceite esencial de romero (0.1%), aceite esencial de salvia (0.1%) y BHT (0.02%), al igual se preparó una mezcla control sin ningún tipo de antioxidante.

Se almacenaron en la oscuridad a 4°C durante 90 días siendo el día de fabricación el día 0. Los patés de hígado se analizaron los días 0, 30, 60 y 90 para determinar el contenido de PUFA (ácidos grasos polinsaturados) y TBARS (sustancias reactivas al ácido 2-

tiobarbitúrico). Los resultados mostraron con respecto al contenido de PUFA que disminuyó gradualmente durante el almacenamiento como una consecuencia del desarrollo de reacciones oxidativas. La degradación oxidativa de los PUFA ocurrió principalmente después del día 30, la tasa de pérdida de PUFA fue mayor en los pates de la mezcla control y con el antioxidante BHT (butilhidroxitolueno) perdiendo un 38% del contenido inicial de PUFA, mientras que los pates con aceite esencial de salvia y aceite esencial de romero perdieron un contenido menor siendo de 34.85% y 31.55% respectivamente. A los 30 y 60 días los pates con antioxidantes agregados presentaron una cantidad significativamente mayor de PUFA que los pates control. Finalmente, los valores TBARS aumentaron después de 90 días, siendo este aumento significativamente mayor en los pates control. En comparación con aquellos con aceites esenciales de salvia y romero, los pates BHT tenían número de TBARS más altos en los días 60 y 90. Considerando el % de inhibición contra la oxidación de lípidos (BHT: 27.95%, aceite esencial de salvia 48.22% y aceite esencial de romero 52.50%) los antioxidantes naturales fueron protectores más efectivos ya que inhibieron la generación de MDA (malondialdehído) mejor que el BHT.

3.2 Mortadela

Viuda et.al 2010 estudiaron el efecto de la adición de aceite esencial de romero (200 mg/kg) sobre las características químicas, físico-químicas y sensoriales de una mortadela.

Las mortadelas se elaboraron según una fórmula tradicional: 500 g/kg de carne magra y 500 g/kg de grada dorsal de cerdo; 150 g/kg de agua (en forma de hielo), 30 g/kg de fécula de papa, 25 g/kg cloruro de sodio, 300 mg/kg de tripolifosfato de sodio, 500 mg/kg de ascorbato de sodio, 150 mg/kg nitrito de sodio, la mezcla original se utilizó como muestra control, a otra se agregaron 200 mg/kg de aceite esencial de romero. La mortadela se almacenó a 4° C hasta su análisis (24 horas después). El procesamiento se repitió 3 veces.

La oxidación de lípidos se evaluó determinando los niveles de TBARS Y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). En cuanto a los valores de TBARS la adición de aceite esencial de romero provocó una reducción en todas las muestras analizadas con respecto al control.

A los valores de DPPH, la adición de aceite esencial de romero aumentó el porcentaje de inhibición de la formación de radicales en todas las muestras con respecto al control.

3.3 Jamón cocido

Armenteros et.al 2016 Compararon el efecto antioxidante de una mezcla de aceites esenciales de ajo, canela, clavo y romero con un antioxidante comercial y un extracto de rosa mosqueta por su capacidad de controlar la oxidación de proteínas y lípidos en jamones cocidos después de un periodo de almacenamiento refrigerado de 150 días.

Los jamones se dividieron en tres grupos, a cada grupo se agregaba un antioxidante diferente, T1= mezcla de aceites esenciales de especias, T2= Artinox, T3=Extracto de rosa mosqueta y T4= Control.

Se sometieron a análisis de oxidación de lípidos (TBARS) y proteínas. Los valores TBARS aumentaron en las muestras control, T2 y T3 al término de los 150 días, mientras que para la muestra tratada con la mezcla de especias los valores TBARS fueron significativamente más bajos. En el caso de la oxidación de proteínas, los tratamientos T2 y T3 aparecieron como los más efectivos contra la oxidación de proteínas.

3.4 Hamburguesas de cordero

Franco et.al 2021 Evaluaron dos extractos comerciales de romero y té verde por su eficacia antioxidante en hamburguesas de cordero conservadas a 2° C durante 9 días. Se utilizó un total de 9 kg de carne picada, procediendo a la elaboración de las hamburguesas. Se dividió en 3 muestras diferentes. Cada una contenía 3 kg de carne. Se diferenciaban por el antioxidante añadido. 1) Control, 2) 400 ppm de extracto de té verde, 3) 800 ppm de

extracto de romero. Fueron almacenadas durante 9 días en una vitrina refrigerada (2°C). Se realizaron pruebas para la determinación de oxidación de lípidos con la prueba TBARS y sensoriales.

Los resultados mostraron que los valores de MDA en la muestra control aumentaron significativamente hasta el día 6. Mientras que para los días 3,6,9 los tratamientos con extracto de té verde y romero mantuvieron niveles más bajos respecto a los controles. En los resultados obtenidos para el análisis sensorial, las notas del panel manifestaban una tendencia creciente en olor y sabor rancio. Sin embargo, los panelistas fueron capaces de identificar más fácilmente el uso de extracto de romero. Los resultados indican que el té verde y el extracto de romero fueron efectivos en la inhibición de la oxidación de lípidos.

3.5 Salchichas Frankfurt

Estevez et.al 2006 Estudiaron el efecto de niveles crecientes (150, 300, 600 mg/kg) de aceite esencial de romero sobre la oxidación de lípidos y proteínas y el aumento del contenido de hierro no hemo (NHI) durante la refrigeración por 60 días de salchichas Frankfurt producidas con tejidos de cerdos ibéricos y cerdos blancos. Se utilizaron carne y tejido adiposos de 7 animales de cada raza porcina. Se usó la misma formulación para todas las salchichas excepto por la adición de un aceite esencial de romero, las cantidades para cada formulación fueron 150 mg/kg, 300 mg/kg y 600 mg/kg, también se consideró un grupo control sin aceite esencial añadido. Las salchichas se almacenaron a 4° C durante 60 días en la oscuridad. Se analizaron en los días 0 y 60 para el número de TBARS, hexanal, carbonilos de proteínas y concentraciones de hierro no hemo (NHI).

En los resultados de TBARS de las salchichas de cerdo ibéricos mostraron que la adición de 150 mg/kg de aceite esencial de romero no tuvo efecto en los números, mientras que 300 y 600 mg/kg redujeron significativamente la generación de TBARS. El efecto inhibitorio del aceite esencial de romero contra la generación de hexanal fue más intenso a niveles

más altos de aceite esencial, con el efecto antioxidante más alto detectado a 600 mg/kg. En el caso de la oxidación de proteínas, la adición de romero inhibió significativamente la oxidación ya que las salchichas con 300 y 600 mg/kg tenían una cantidad menor de carbonilos que los grupos control en los días 0 y 60 de almacenamiento. El efecto antioxidante fue más intenso cuando se agregaron niveles más altos de antioxidante.

La cantidad de (NHI) aumentó gradualmente durante el almacenamiento de las salchichas, lo que sugiere una liberación de dicho metal de la molécula hemo como una probable consecuencia del daño oxidativo de la mioglobina. La adición de aceite esencial de romero inhibió la liberación de hierro de la molécula hemo, en el día 60, este efecto dependía de la concentración de aceite esencial ya que las concentraciones más altas mostraron un efecto más intenso

En los resultados de las salchichas de cerdo blanco, los resultados TBARS mostraron que a 150 mg/kg se inhibió con éxito el desarrollo del deterioro oxidativo reduciendo significativamente la generación de TBARS y hexanal, las concentraciones de 300 y 600 mg/kg no tuvieron efecto sobre la estabilidad oxidativa de los lípidos y hexanal. En el caso de la oxidación de proteínas en el día 0, 150 mg/kg redujo significativamente dicha oxidación, aunque no mostró ningún efecto durante los días restantes. La adición de 300 mg/kg y 600 mg/kg mejoró la degradación oxidativa de las proteínas.

La adición de 150 mg/kg de aceite esencial de romero no tuvo efecto sobre la liberación de hierro de la molécula hemo, las concentraciones de 300 y 600 mg/kg contenían cantidades significativamente más altas de NHI que los grupos control.



CAPITULO 4:

**Legislación de los
antioxidantes
naturales**

Capítulo 4. Legislación de los antioxidantes naturales

Hay un extenso éxito documentado en la prevención de la oxidación en productos cárnicos de bovino, porcino y avícolas mediante la adición de materiales vegetales que contienen fuentes naturales de antioxidantes. Los beneficios de utilizar ingredientes que encajan dentro de esta categoría, sus extractos o concentrados que contienen compuestos antioxidantes en la formulación de productos incluyen un mayor atractivo para el consumidor, etiquetado limpio y facilidad de aprobación regulatoria. (Oswell. *et.al.* 2018)

Los productos e ingredientes alimentarios están regulados de una forma u otra por múltiples organizaciones y legislaciones, siendo las principales la Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU. (FDA), el Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA), y la FAO. (Oswell. *et.al.* 2018)

En Estados Unidos, el uso de hierbas y especias en productos cárnicos está regulado por la FDA. Esta organización las clasifica como GRAS por sus siglas en inglés (Generalmente Reconocidas Como Seguras) lo que significa que son seguras para su uso en alimentos. Sin embargo, las industrias deben asegurarse de que el uso de estas especias incluido el romero, cumpla con los requisitos del etiquetado y otros requisitos de seguridad alimentaria (Oswell *et. al.* 2018)

En la Unión Europea, el uso de hierbas y especias está regulado por el reglamento (CE) n° 1333/2008 sobre aditivos alimentarios. El romero se clasifica como un “aroma natural” y puede utilizarse en productos cárnicos siempre que se cumplan ciertos criterios, como el uso de cantidades seguras y la declaración de la presencia del ingrediente en la etiqueta del producto

Otra organización que regula el uso de antioxidantes es el Codex Alimentarius, que es una colección de estándares adoptados internacionalmente. El Codex Alimentarius permite únicamente el uso de aquellos antioxidantes que hayan sido evaluados por el Comité Mixto

FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (ECFA) y estos pueden utilizarse únicamente en alimentos estandarizados por el Codex. (Echeverría 2020)

El sustituto de antioxidantes más utilizado en la industria cárnica es el extracto de romero y esto se refleja en la Directiva FSIS 7120.1, *Ingredientes seguros y adecuados utilizados en la producción de productos cárnicos, avícolas y de huevo*, que permite explícitamente el uso de extracto de romero como componente de una mezcla antioxidante. (Oswell. *et.al.* 2018)

Este ingrediente debe ser identificado como “extracto de romero”, saborizante o saborizante natural en la declaración de los ingredientes. La legislación alimentaria de la UE proporciona el número E392 a los extractos de romero y los define como “Antioxidantes seminaturales”. Se obtienen por extracción de disolventes de hojas de *Rosmarinus officinalis*” y después se desodorizan y decoloran los extractos. (Aditivos alimentarios, 2023) Los actuales niveles máximos de uso de los extractos de romero autorizados en productos cárnicos están establecidos según el contenido de materia grasa en las respectivas categorías de alimentos. Esto no garantiza una protección suficiente de los alimentos con bajo contenido de grasa, ya que se precisa una dosis mínima crítica de este antioxidante para lograr el efecto deseado. En la actualidad, los extractos de romero podrían utilizarse en dosis efectivas en productos con un mayor contenido de materia grasa. Por lo tanto, el nivel máximo de uso es de 15 mg/kg para los productos con un contenido de grasa no superior al 10% y mantener el nivel máximo autorizado de 150 mg/kg para los productos con un contenido de grasa superior al 10%. (Reglamento UE N° 723/2013)

La EFSA evaluó la información sobre la seguridad en el uso de extractos de romero en los alimentos como antioxidante. Los extractos de romero, que se derivan de *Rosmarinus officinalis* L., poseen diversos compuestos con funciones antioxidantes (ácidos fenólicos, flavonoides, diterpenoides y triterpenos). La EFSA consideró los datos toxicológicos sobre los extractos de romero insuficientes para fijar una IDA concreta, la Agencia señaló en su

dictamen de 7 de marzo de 2008 que el margen de seguridad era suficientemente elevado para concluir que la exposición a través de la alimentación respecto a los usos propuestos y los niveles de utilización no plantea problemas de seguridad. Por tanto, puede autorizarse la utilización de los extractos de romero cuando haya una justificación tecnológica para su uso. (EUR-Lex, 2010)



CAPITULO 5:

**Ventajas y
desventajas del uso
de los
antioxidantes
naturales**

Capítulo 5. Ventajas y desventajas del uso de los antioxidantes naturales

En general, la oxidación de los alimentos se puede prevenir con antioxidantes sintéticos, incluidos el hidroxianisol butilado (BHA), el hidroxitolueno butilado (BHT), la bultihidroquinona terciaria (TBHQ) y el galato de propilo (PG) (Bera *et. al.* 2006) pero estudios toxicológicos han demostrado la posibilidad de que éstos antioxidantes presentan efectos tóxicos y son promotores de algunos tipos de cáncer. Por lo tanto, existe la necesidad de identificar nuevos antioxidantes naturales para la prevención de la oxidación (Bera *et. al.* 2006). Los antioxidantes naturales aplicados y sus mezclas exhiben con frecuencia una actividad antioxidante similar o superior a la de los antioxidantes sintéticos. (Kmiecik *et. al.* 2015)

En comparación con los antioxidantes sintéticos, los antioxidantes naturales presentan las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas

- Son fácilmente aceptables por los consumidores al ser reconocidos como naturales y no “sintéticos” (Bera *et. al.* 2006)
- Pruebas de seguridad no requeridas por legislación de acuerdo con su estado “generalmente aceptado como seguro” (GRAS) (Urbancic *et. al.* 2014)
- No existe una legislación restrictiva en caso de que el aditivo sea un extracto y no un compuesto puro. (Iglesias, 2009)

- No solo estabilizan los ácidos grasos, sino también aumenta el valor nutraceútico del alimento. (Bera *et. al.* 2006)
- Concentraciones más altas permitidas en comparación con los antioxidantes sintéticos. (Urbancic *et. al.* 2014)

Desventajas

- Imparten un sabor, aroma o color no deseados al producto terminado (Pokorny 2005)
- Costos más elevados (Pokorny 2005)
- En comparación con los antioxidantes sintéticos se requieren dosis más elevadas para su actividad antioxidante
- Menos disponibilidad.
- Posibles trazas de disolventes por los métodos de extracción
- Escasa resistencia frente al oxígeno cuando están expuestos a la luz, temperaturas elevadas o secado. (Pokorny 2005)

En cuanto al extracto de romero, en varias pruebas de comparación ha demostrado ser tan efectivo como otros antioxidantes que se utilizan comúnmente en la industria alimentaria. Los extractos de romero son particularmente activos como antioxidantes a altas temperaturas, debido a que su volatilidad es mucho menor que la de los antioxidantes sintéticos. (Urbancic *et. al.* 2014)

Su capacidad antioxidante es aportada principalmente por la presencia de diterpenos fenólicos no polares como el ácido carnósico, carnosol y rosmanol. (Urbancic *et. al.* 2014)



CAPITULO 6:

**Productos cárnicos
como alimentos
funcionales con la
adición de
antioxidantes
naturales**

Capítulo 6. Productos cárnicos como alimentos funcionales con la adición de antioxidantes naturales.

La carne de res, cerdo, pollo y pescado son considerados una excelente fuente de aminoácidos esenciales debido a la abundancia de proteínas de alto valor biológico que contienen, Así mismo brindan a la dieta vitaminas del complejo B, hierro, zinc y selenio. Sin embargo, el consumo de estos alimentos se ha relacionado con enfermedades coronarias, trastornos cardiovasculares y varios tipos de cáncer, debido principalmente a su contenido en grasas saturadas, colesterol y sodio (Camou *et. al.* 2014). Los productos cárnicos a menudo se perciben como menos saludables que muchos otros tipos de alimentos, esto por un supuesto mecanismo subyacente de generación de compuestos tóxicos durante las operaciones de procesamiento, como el curado, el ahumado, la fermentación y el tratamiento térmico. (Jiang, J. & Xiong, Y. 2016)

Por esta razón el perfil nutricional de los productos cárnicos podría mejorarse mediante la adición de nutrientes que promueven potencialmente la salud. La tendencia industrial actual se ha desplazado hacia los antioxidantes naturales derivados de diversos materiales vegetales, que son ricos en polifenoles, captadores de radicales, esto debido a que la oxidación se considera un factor principal en el desarrollo de los compuestos tóxicos. (Jiang, J. & Xiong, Y. 2016)

Los antioxidantes naturales no solo son capaces de neutralizar las ROS, cuando se utilizan en la formulación del producto, también podrían aumentar el potencial antioxidante existente incluso si la carne no se somete a un proceso extensivo (Jiang, J. & Xiong, Y. 2016). 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. (Camou *et. al.* 2014)

Este beneficio adicional para la salud y la nutrición podría ser una ventaja distintiva de los antioxidantes naturales aplicados al procesamiento de la carne. (Jiang, J. & Xiong, Y. 2016)

6.1 Definición de alimento funcional

Un alimento funcional es todo aquel que además de sus funciones nutricionales básicas, es capaz de producir efectos metabólicos o fisiológicos beneficios, útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental. (Ospina *et. al.* 2011)

Los alimentos funcionales son considerados así, debido a que tienen funciones terciarias. Éstas son las funciones de los componentes de los alimentos en la prevención de enfermedades mediante la modulación de los sistemas fisiológicos. Algunos ejemplos son la anticancerígena, la antimutagénica, la actividad antioxidante y la actividad antienvjecimientos. (Zhang *et. al.* 2010)

6.2 Adición de antioxidantes naturales para generar productos cárnicos funcionales

Los aditivos no cárnicos se han utilizado ampliamente en productos cárnicos para reducir los costos de los productos y mejorar la funcionalidad de los mismos (Zhang *et. al.* 2010). Un grupo importante para aumentar la funcionalidad son los antioxidantes naturales. Muchos de estos antioxidantes evaluados para productos cárnicos han sido materiales alimentarios procedentes de plantas incluyendo hierbas culinarias, frutas, vegetales, especias, entre otros (Ospina *et. al.* 2011). Así se aumenta el valor funcional proporcionando beneficios para la salud

6.2.1 Hierbas y especias

Los compuestos de hierbas y especias contienen muchos fitoquímicos que son fuentes potenciales de antioxidantes naturales, incluidos diterpenos fenólicos, flavonoides, taninos y

ácidos fenólicos. Estos compuestos tienen actividades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. Entre las especias, se informa que el clavo tiene la mayor capacidad antioxidante, seguido de los pétalos de rosa, la canela, la nuez moscada y otras especias. Además, las especias tienen capacidad antimicrobiana principalmente debido a los compuestos fenólicos (Zhang *et. al.* 2010).

6.2.2 Frutas

Las frutas en general son buenas fuentes de antioxidantes. Las manzanas, los arándanos, las ciruelas, las uvas y las granadas contienen concentraciones relativamente altas de flavonoides. A partir de estos frutos se han preparado purés y extractos para usos industriales, y su actividad antioxidante ha sido bien documentada (Jiang, J. & Xiong, Y. 2016).

Dentro de los principales compuestos con potencial antioxidante presentes en los subproductos de frutas exóticas se encuentran el ácido ascórbico y dehidroascórbico, compuestos fenólicos como ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos y estilbenos, carotenoides como carotenos y xantofilas, tocoferoles como α , β , δ tocoferol (Camou *et. al.* 2014)

La carne y los productos cárnicos no solo se utilizan para proporcionar los nutrientes necesarios, sino que también se espera que tengan funciones adicionales para prevenir enfermedades y mejorar la salud mental y el bienestar de los consumidores. Estas demandas brindan grandes oportunidades para la industria cárnica. La mayoría de las conclusiones provienen del hecho de que los ingredientes funcionales en sí mismos pueden ser beneficiosos para los humanos (Zhang *et. al.* 2010). Por lo tanto, se requieren más estudios para demostrar los claros beneficios de la carne y los productos cárnicos funcionales para la salud humana. (Arihara 2006)



CONCLUSIONES

Conclusiones

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el extracto de romero mostrando los beneficios en la industria cárnica, siendo una buena alternativa para la sustitución a los antioxidantes sintéticos.

Se demostró que el extracto de romero no representa ningún riesgo a la salud, adicionalmente se observan los beneficios que llega a tener el consumo de antioxidantes naturales, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Se analizaron estudios sobre el uso de extracto de romero en productos cárnicos, en los cuales se redujo de forma significativa la oxidación de los lípidos y proteínas del producto cárnico evaluado, sin embargo, se debe tomar en cuenta la cantidad de antioxidante utilizado, ya que el mayor efecto se observa en cantidades altas de extracto de romero, así mismo en combinación con otros antioxidantes naturales se llega a un sinergismo y se tiene mayor efecto antioxidante para los productos cárnicos.

Por último, la demanda de ingredientes naturales seguros en la industria de alimentos está en aumento, y el extracto de romero se presenta como una alternativa atractiva a los antioxidantes sintéticos. Además de los beneficios antes mencionados, el uso de este extracto puede ser visto como una estrategia de marketing positiva para los productores que desean resaltar el aspecto natural, saludable y funcional de los productos cárnicos.



REFERENCIAS

Bibliografía

1. Aditivos alimentarios 2023. *Extracto de Romero*. Disponible en: <https://www.aditivos-alimentarios.com/2016/01/E392.html>
2. Arihara, K. 2006. Strategies for designing novel functional meat. *Meat Science*. 74(1). 2019-229
3. Amaral, A., Viana da Silva, M. & Lannes, S. 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors- a review. *Food science and technology*. 38(1). 1-15
4. Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, J. & Estévez, M. 2016. The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat science*. 116. 253-259.
5. Armenteros, M., Ventanas, S., Marcuende, D., Estevez, M. & Ventanas, J. 2012. Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Eurocarne*. 207. 63-73.
6. Ávila, R., Navarro, A., Vera, O., Dávila, R., Melgoza, N. & Meza, R. 2011. Romero (*Rosmarinus officinalis L.*): Una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y Mar*. 15 (43). 23-36.
7. Aziz, E., Batool, R., Akhtar, W., Shahzad, T., Malik, A., Ajmal, M., Iqbal, S., Rauf, A., Zengin, G., Bouyahya, A., Rebezov, M., Dutta, N., Usman, M., Khayrullin, M., Babaeva, M., Goncharov, A., Ali, M. & Thiruvengadara, M. 2021. Rosmary species: a review of phytochemicals bioactivities and industrial applications. *South Africa Journal of Botany*. 6(39). 1-16.
8. Banerjee, R. Kerma, A. & Wasim, M. 2017. Natural antioxidants applications in food of animal origin. Canada. Taylor & Francis

9. Bera, D., Lahiri, D. & Nag, A. 2006. Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. *Journal of Engineering*. 74. 542-545.
10. Camou, J., González, H. & Valenzuela, M. 2014. Alimentos funcionales cárnicos. *Research gate*. 12 (1). 326-357.
11. Consejo Mexicano de la carne, A.C. Compendio Estadístico 2023
12. Cunha, L., Monteiro, M., Lorenzo, J.M., Munekata, P., Muchenje, V., de Carvalho, F. & Conte-Junior, C. 2018. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. *Food research international*. 111(1). 379-390.
13. Decker, E., Faustman, C. & López-Bote, C. 2000. Antioxidants in muscle foods. Canada. Wiley-interscience.
14. Doolaee, E., Vossen, E., Raes, K., De Meulenaer, B., Verhé, R., Paelinck, H. & De Smet, S. 2012. Effect of Rosemary extract doce on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations in reduces nitrite liver pates. *Meat science*. 90. 925-931.
15. Dominguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., J. Barba, F., Zhang, W. & Lorenzo, J. M. 2019. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*. 429(8). 2-31.
16. EUR-Lex, 2010. Directiva de la Comisión 2010/69/UE del 22 de Octubre de 2010
17. Estevez, M. & Cava, R. 2006. Effectiveness of Rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different tipes of frankfurters. *Meat science*. 72. 348-355.

18. Estevéz, M., Ramírez, R., Ventanas, S. & Cava, R. 2007- Sage and Rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. LWT. 40. 58-65.
19. Fernández, J., Zhib, N., Carbonell, A., Pérez, JA. & Kurib, V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. Meat Science. 69 (3). 371-380.
20. Flores, E., Saenz, A., Castañeda, A. & Narro, R. 2020. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): Su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. Revista especializada en Ciencias Químico- Biológicas. 23 1-17.
21. Franco, J., Realini, C., Goyeneche, A., De Los Santos, C., Horta, C & Delplazzo, R. 2021. Effect of green tea and Rosemary extracts on shelf-life of salted lamb patties. SMVU. 57 (215). 1-7.
22. Grady, M., Maher, M., Troy, D., Moloney, A. & Kerry, J. 2006. An assessment of dietary supplementation with tea catechins and rosmar y extracto n the quality of fresh beef. Meat Science. 73. 132-143.
23. Guyon, C., Meynier, A. & Lamballerie, M. 2016. Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high- pressure treatments. Trends in food science & technology. 50 (1). 131-143.
24. Hadidi, M., Orellana, J., Aghababaei, F., Gonzalez, D., Moreno, A. & Lorenzo, J. 2022. Plant by products antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. LWT. 169. 114003
25. Hui, Y. H., 2005. Handbook of food science technology and engineering. 4^{ta} edición. USA. Taylor& Francis.

26. Ibañez, F., Torre, P. & Irigoyen, A., 2003. Aditivos alimentarios. Universitas navarrensis. 1-10.
27. Jiang, J. & Xiong, Y. 2016. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. Meat Science. 120(1). 107-117.
28. Kmiecik, D., Korczak, J., Rudzinska, M., Gramza, A., Hes, M. & Kobus, J. 2015. Stabilisation of phytosterols by natural and synthetic antioxidants in high temperature conditions. Food chemistry. 173. 966-971.
29. Li, P., Yang, X., JunLee, W., Huang, F., Wang, Y. & Li, Y. 2021. Comparison between synthetic and Rosemary- based antioxidants for the Deep frying of french fries in refined soybean oils evaluated by chemical and non-destructive rapid methods. 335. 172-638.
30. Min, B. & Ahn, D. U. 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products. A review. Food science and biotechnology. 14(1). 152-163
31. Naveena, B., Vaithyanathan, S., Muthukumar M., Sen A., Kumar, P., Kiran, M., Shaju, V. & Chandran, R. 2013. Relationship between the solubility, dosage and antioxidant capacity of carnosic acid in raw and cooked ground buffalo meat patties and chicken patties. Meat Science. 95. 195-202.
32. Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
33. Ospina, S., Restrepo, D. & López, J. 2011. Derivados cárnicos como alimentos funcionales. Lasallista de investigación. 8(2). 163-172.

34. Oswell, N., Thippareddi, H. & B. Pegg, R. 2018. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. *Meat science*. 145(1). 469-479.
35. Palanca, V. Rodríguez, E., Señorans, J. & Reglero, G. 2006. Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales con actividad biológica combinada. *Nutrición hospitalaria*. 21(2). 199-202.
36. Pateiro, M., Barba, F., Dominguez, R., San't Ana, A., Mousavi, A., Gavahian, M., Gomez, B. & Lorenzo, J. 2018. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food research international*. 113. 156-166.
37. Pokorny, J., Yanishlieva, N. & Gordon, M. (2005) Antioxidantes de los Alimentos. Aplicaciones prácticas. Editorial Acribia S.A., Zaragoza España. 141-235
38. Reglamento (UE) N° 723/2013 De la Comisión de 26 de julio de 2013.
39. Sant'Ana, A., 2019. Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. *Food research international*. 115. 377-378.
40. Souza, J., Missao, M. J., Rosa, L., Lavinsky, L., Alves, I., Caetano da Silva, S. & Viana da Silva, M. 2018. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Science*. 148 (1). 181-188.
41. Suarez, C. 2020. *La industria de las carnes frías en México*. Disponible en: <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>

42. Tiekko, R., Guaraldo, L., Azevedo, M. & Becerra, F. 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat science* .63. 43-49.
43. Urbancic, S., Hadolin, M., Dimitrijevic, D., Demsar, L. & Vidrih, R. 2014. Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrilamida formation of potato with Rosemary extract during Deep-fat frying. *Food science and Technology*. 57. 671-678.
44. Valenzuela, C. & Pérez, P., 2016- Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. Departamento de Fomento de la producción animal. 43(2). 189-195.
45. Viuda, M., Ruiz, Y., Fernández, J. & Pérez, J. 2010. Effect of adding citrus fibre washing water and Rosemary essential oil on the quality characteristics of a bologna sausage. *Food science and technology*. 43. 958-963.
46. Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Joo, E. & Ahn, D. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Science*. 86(1). 15-31.
47. Zhang, W., Xiao, S. & Uahn, D. 2013. Protein oxidation: Basic principles and implications for meat quality. *Food science and nutrition*. 53(11). 1191-1201.