



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



# Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

---



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



# Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

---

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN/ABSTRACT .....</b>	<b>Pág. 2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>Pág. 8</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>Pág. 9</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>Pág. 10</b>
5.1. Características generales de las tripas .....	Pág. 10
5.2. Tripa natural .....	Pág. 11
5.3. Tripa de colágeno .....	Pág. 14
5.4. Estrategias para mejorar la conservación de las salchichas .....	Pág. 22
5.5. Materiales en desarrollo .....	Pág. 27
5.6. Opinión del consumidor .....	Pág. 29
<b>6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS .....</b>	<b>Pág. 30</b>
<b>7. VALORACIÓN PERSONAL/AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>Pág. 32</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>Pág. 33</b>

## **1. RESUMEN**

A lo largo de este trabajo se tratará el tema de la utilización de distintos materiales a la hora de elaborar envolturas de salchichas, centrándose tanto en tripas naturales como artificiales de colágeno. Las envolturas o tripas permiten a los productos que se les den tratamientos de calor o de secado y maduración proporcionando así forma, protección y estabilidad en la elaboración y comercialización de los productos cárnicos

Las tripas naturales provienen de los intestinos de los animales como el cerdo, la oveja y la vaca, y ocasionalmente de la cabra y el caballo. En alguna ocasión también se puede utilizar el estómago o la vejiga de los animales.

Sin embargo, actualmente, los procesos realizados por las industrias cárnicas son automatizados progresivamente para elevar la producción final, por lo que se pueden utilizar tripas de origen artificial que pueden producirse a mayor escala y con unas características adecuadas para los procesos industriales que se van a llevar a cabo. Estas tripas pueden ser de colágeno o de materiales tan diferentes como celulosa y plástico.

En lo referente al colágeno, este proviene de los cueros (pieles) de las vacas y tras sucesivos tratamientos, se convierten en formas tubulares necesarias para embutir el alimento. La variedad de calibres, adaptaciones al producto y proceso, mejor maquinabilidad, y una de las más importantes, su conservación mucho más cómoda y la esterilidad, la hacen un competidor con muchas ventajas frente a la tripa natural.

Se valorarán todas aquellas ventajas y desventajas que suponga el uso de tripas de colágeno, valorando su calidad, su precio, su resistencia y sus características organolépticas entre otros parámetros y comparándolos con la tripa natural.

## ABSTRACT

Throughout this work, the subject of the use of different materials in the production of sausage wrappings will be treated, focusing on both natural and artificial collagen casings. Casings allow the products to be given heat treatments or drying and maturation, thus providing form, protection and stability in the elaboration and commercialization of meat products.

Natural casings come from the intestines of animals such as pig, sheep and cow, and occasionally goat and horse. Sometimes, it can be also used the stomach or the bladder of the animals.

Nowadays, however, processes carried out by the meat industries are progressively automated to increase the final production, so artificial casings can be produced on a larger scale with suitable characteristics for the actual and planned industrial processes. These casings can be collagen and different materials like cellulose or plastic.

Concerning collagen, this material comes from the hides (skins) of the cows and after many successive treatments, they're converted into the tube that is needed to stuff the food. Caliber's variety, the adaptations to the product and process, a better machinability, and one of the most important, its much more comfortable conservation and sterility, make collagen a competitor with many advantages compared to the natural gut.

All advantages and disadvantages of each of these types of casing will be evaluated, assessing their quality, price, resistance and their organoleptic characteristics among other parameters and comparing them with natural casings.

## 2. INTRODUCCIÓN

La salida al mercado de la tripa artificial fue modesta; en principio era un "producto de sustitución". De una fase experimental pasó a la aplicación rentable ; sin embargo, la dificultad estaba en su difícil industrialización. La industria tripera intentó desde el primer momento prestigiar, mediante un desarrollo intenso y continuado, a un producto que pretendía sustituir a la tripa natural. Tenía empeño por demostrar que, el nuevo material, poseía mejores características que el natural. La práctica diaria, demuestra hoy que, en ciertos aspectos, es insustituible y que está alcanzando su meta como receptor de alimentos y que su aplicación más interesante está unida a la fabricación de embutidos. Responde a las exigencias que la practica plantea, y, ello, por la variedad de tipos y por las diferentes características que de este hecho derivan. Así en su perfeccionamiento se han racionalizado las operaciones industriales en base a la automatización en la fabricación. Las tripas artificiales cumplen las exigencias de un estándar higiénico alto. Los calibres y largos de tripa pueden reproducirse una y otra vez, sin mayores modificaciones. Por su capacidad para recibir el estampado se adapta a las actuales formas de comercialización. No es de extrañar pues, que sea aceptada; cada vez son menores las reservas con que es recibida. <sup>1</sup>

La envoltura es una parte integral de la salchicha, separándola del ambiente circundante y haciéndola una unidad independiente. Pero su papel no puede reducirse a simplemente proporcionar la forma, el tamaño y la integridad de las salchichas. La función de la tripa de salchicha comienza en el momento de la embutición y termina en la mesa del consumidor. La envoltura desempeña papeles directos e indirectos en los cambios volumétricos, estructurales y químicos que se producen en la salchicha durante las etapas de procesado. Por lo tanto, no es sorprendente que no exista una tripa universal, adecuada para la producción de todos los tipos de salchichas. La selección de la envoltura es un paso importante para la producción de salchichas con características predefinidas<sup>19, 29</sup>.

En el mundo de las tripas o envolturas, estas se utilizan para proporcionar o dar forma a distintas emulsiones de alimentos de una manera eficiente, pudiendo hacer distinción entre dos grandes grupos. El primero de ellos está conformado por las tripas naturales, las cuales se obtienen a partir de distintas especies de animales y ofrecen

numerosas ventajas a la hora de elaborar productos en la industria cárnica, así como a la hora de embutirlos, como por ejemplo dando un mejor aspecto, o una mordida característica <sup>2</sup>.

Por otra parte, teniendo en cuenta todos los factores que influyen a la hora de llevar a cabo la fabricación de este tipo de productos, es más cómodo, económico y eficiente, hacer uso de las conocidas como tripas artificiales, entendiendo como estas, aquellas tripas o envolturas elaboradas en un proceso industrial, usadas en la mayoría de los casos para sustituir a los intestinos o vejigas de los animales. Muchas veces, estas tienen forma tubular o de bolsa, aunque en otras ocasiones pueden tener forma de hoja o de un film <sup>2, 9, 18, 30</sup>.

Las envolturas artificiales tienen una ventaja desde el punto de vista higiénico, ya que la contaminación microbiológica es despreciable, el almacenamiento a bajas temperaturas no es necesario, y no hay ningún problema con el deterioro del producto durante el almacenamiento y el transporte. Hoy en día, las envolturas de salchichas artificiales son una mejor opción para la producción de salchichas de gran diámetro, mientras que son equivalentes a envolturas naturales en la producción de salchichas de pequeño diámetro. Según su estructura y composición, las envolturas artificiales se dividen en dos grupos: envoltura artificial de material natural y tripas artificiales de material sintético. En el primer grupo se encuentran envolturas de material de celulosa de origen vegetal y envolturas de colágeno (origen animal). Las envolturas sintéticas están hechas de material polimérico (plástico), son impermeables a los gases y vapor de agua y no pueden utilizarse en salchichas que necesiten pasar por una fase de secado, maduración o fermentación, como salchichas secas. Las envolturas artificiales que satisfacen los requisitos de la producción de salchichas fermentadas son envolturas fibrosas y de colágeno <sup>13, 19, 23, 29, 33</sup>.

Las aplicaciones o productos que se pueden elaborar usando las diferentes envolturas artificiales son muy variadas:

**Tripas de celulosa:** Son aquellas elaboradas a partir de una materia prima con alto contenido en celulosa. Las moléculas de celulosa se despolimerizan por un proceso de ruptura química y mecánica y posteriormente se vuelven a polimerizar en forma cilíndrica, tubular, o incluso de film <sup>2</sup>.

Se usan fundamentalmente para la fabricación de salchichas de manera industrial (tipo Frankfurt, Viena, hot-dogs). Este es un tipo de tripas que se han de retirar del producto o pelarse para el consumo de los mismos. También existen entre estas algunas con valor añadido: rayadas (detección del pelado), con color no transferible, color transferible, impresas, etc <sup>2</sup>.



**Tripas de Colágeno:** Son tripas que se elaboran usando como materia prima el colágeno. Este proviene de pieles de ganado vacuno, y mediante un complejo tratamiento se adecuan para su procesamiento posterior y formación de la tripa. Se pueden clasificar en tres tipos principales: colágeno de pequeño calibre (salchichas que generalmente se consumen con la tripa como por ejemplo las Salchichas Frescas, Cabbanossi, Frankfurt, Bratwurst, Salchichas Polacas, Landjaeger, Chistorra, etc.), colágeno de gran calibre (Salami, Salchichón, Bierwurst, etc.) y láminas (jamones, , salamis, etc.). El 80% de las salchichas embutidas con tripas artificiales se encuentran envueltas en tripas de colágeno, por lo que puede considerarse la más importante y la que se encuentra en auge. Los expertos esperan que para 2017, el 40% de la producción mundial de salchichas se rellene en tripas de colágeno - un aumento de más del 30% en comparación con 2013 <sup>2, 4, 9, 13, 28, 30</sup>.

La diferencia principal está en el espesor de la pared de la tripa y en el tratamiento que sufre el colágeno en el proceso, para poder resistir unas condiciones más o menos duras de embutición y de peso del embutido <sup>2</sup>.



**Tripas de Fibrosa:** Las tripas o envolturas Fibrosas están fabricadas a partir de viscosa con una matriz de celulosa, lo cual las hace muy resistentes a la hora de embutir.

Gracias a su gran resistencia y alta flexibilidad, las Tripas Fibrosas son ideales para la fabricación de embutidos curados tipo Salami o Pepperoni aunque también son recomendadas para productos cocidos y sobre todo para embutidos loncheados

Otra de las cualidades de las Tripas Fibrosas, es que tiene una gran permeabilidad a los agentes externos lo que la hace ideal para procesos de ahumado <sup>2</sup>.

**Tripas de Plástico:** Impermeables a los gases y vapor de agua.

Los productos embutidos en esas envolturas pueden ser: patés, mortadelas, jamones, gelatinas, etc <sup>2</sup>.



Actualmente, también se están investigando nuevos materiales para darles uso en la elaboración de envolturas artificiales como por ejemplo el quitosano. Los recubrimientos a base de este material y sus películas están siendo ampliamente estudiados con el objetivo de proteger carnes rojas, aves de corral y sus productos procesados, ya que los productos cárnicos son un sustrato ideal para la oxidación de lípidos, cambios de color y el crecimiento de bacterias patógenas y de deterioro. Específicamente, el quitosano en inmersión se ha utilizado ya para ampliar la calidad y la seguridad de las salchichas <sup>3</sup>.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

El presente tema, tiene como objetivo principal, profundizar en la investigación relativa a las tripas de colágeno, analizando la información más relevante que existe en la bibliografía. Un punto importante es la ausencia de estudios que recojan suficiente información sobre el tema. Uno de los objetivos sería proporcionar una información completa del tema a los industriales e investigadores para que se avance de forma más profunda en el uso de las tripas de colágeno para todo tipo de salchichas por las importantes ventajas que ofrecen.

Las salchichas, son posiblemente los productos cárnicos más célebres y consumidos en todo el mundo, cuya elaboración necesita de envolturas que le otorguen las propiedades adecuadas, siendo muy importante saber qué tipo de tripa elegir en cada caso, tanto en lo relativo a las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, así como en lo concerniente a otros aspectos como el diseño del procesado, la vida útil de las salchichas, marketing de los distintos productos y el impacto medioambiental.

## **4. METODOLOGÍA**

Tratándose de una revisión bibliográfica, ningún estudio experimental ha sido realizado por el alumno. Sin embargo, ha sido necesario el uso de diversas bases de datos, así como de la búsqueda física de otros artículos, revistas o libros.

Respecto al primer apartado, se han utilizado distintas bases de datos entre las que cabe destacar algunas como Alcorze o ScienceDirect, procediéndose a realizar las búsquedas tanto por palabras clave, como por título e incluso teniendo en cuenta la propia bibliografía relacionada con el tema de artículos o revistas previamente preseleccionados.

Una vez encontrados los documentos, se ha seleccionado la información más relevante y de utilidad para la realización del trabajo, de forma que se facilitase, a posteriori, la búsqueda de información clave.

Respecto al resto de materiales obtenidos, se ha realizado una búsqueda exhaustiva en distintas universidades (Facultad de Veterinaria de Zaragoza y Universidad de Navarra), así como en algunas empresas del sector cárnico dedicadas a la producción de envolturas o tripas como por ejemplo Viscofan (Navarra), obteniendo información adicional que ha permitido complementar la información antes citada.

Para realizar correctamente las citaciones bibliográficas, se ha decidido hacerlo con el estilo Vancouver, el cual sigue un orden oficial respecto a la citación bibliográfica, basándose en determinadas normas como por ejemplo nombrando en el caso de los artículos científicos primero al autor o grupos de autores, seguidos del título del artículo, el nombre de la revista abreviado (se ha buscado en la base de datos PubMed de manera oficial), el año de publicación y posteriormente el volumen y número de páginas.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS TRIPAS**

Las características básicas de la tripa incluyen: resistencia mecánica, permeabilidad al agua y gases, adherencia y elasticidad, inercia química, impermeabilidad a la grasa, diámetro uniforme, resistencia a las variaciones de temperatura, etc. Sin embargo, las más importantes, que afectan no solo a la forma y peso final de la salchicha, así como a la integridad física (la cual es necesaria para mantener todos las etapas tecnológicas en la producción del producto final), ciertamente son la resistencia mecánica y la permeabilidad al agua y gases. Las propiedades mecánicas de la tripa son importantes tanto para los consumidores (porque establecen la diferencia entre envolturas comestibles y no comestibles) como para los productores (la resistencia y la elasticidad de la tripa tienen gran importancia para el proceso de embutición)<sup>19, 23, 31</sup>.

El grado de permeabilidad de la tripa, como barrera entre las salchichas y el ambiente externo, depende del nivel de intercambio de sustancias del relleno con el medio ambiente, y por tanto de los procesos deseados que se dan durante la producción, durante los cuales se forman características estructurales, de composición y sensoriales específicas del producto. El grado de permeabilidad de la tripa al agua, gas y luz afecta a una serie de procesos tales como: pérdida de agua, cambios de composición, hidrólisis de grasa, pH,  $a_w$ , escisión de salchichas frescas, oxidación de grasas y características sensoriales. Las propiedades mecánicas de la tripa, como la resistencia a la tensión, la elasticidad, la resistencia a la temperatura, la transparencia y el brillo, son responsables de la integridad estructural, el tamaño, la forma, los cambios volumétricos, la textura y la apariencia del producto acabado<sup>19, 23</sup>.

El papel de revestimiento es especialmente importante en la producción de salchichas fermentadas crudas. En estas, la permeabilidad de la envoltura y la capacidad de adaptación a los cambios en el volumen de las salchichas, que se producen durante la producción, juegan un papel crucial en la maduración y afectan directamente a la calidad del producto final, siendo este el resultado de las interacciones entre la envoltura y el relleno durante el proceso de fabricación. Las salchichas se secan hasta alcanzar la

cantidad necesaria de humedad (valor  $a_w$ ). Los componentes ácidos del humo y, en particular, las bacterias productoras de ácido láctico reducen la permeabilidad de la envoltura. Si esta no puede ajustarse a los cambios de volumen de la salchicha, puede conducir a defectos estructurales del producto <sup>19</sup>.

Para las salchichas fermentadas, pueden utilizarse tripas naturales o artificiales, las cuales deben de, aparte de cumplir todo lo citado anteriormente, adherirse bien al relleno, y no sólo después de la embutición, sino también durante el período de secado, cuando el volumen de este disminuye <sup>18, 19, 23</sup>.

## 5.2. TRIPA NATURAL

En la fabricación de salchichas se usan tripas naturales de cordero, cerdo y vacuno, obteniéndose de los tractos gastrointestinales de las respectivas especies. El 60% proviene de las tripas de ovejas. La calidad este tipo de tripas vendrá determinada por diferentes factores como la limpieza, la resistencia, la longitud, los diámetros, el empaquetado o la alimentación, raza y demás características del animal del cual provengan <sup>2, 7</sup>.

Respecto a su preparación, se requiere de cierta suavidad a la hora de tratarla, sobre todo en el caso de las obtenidas del ganado porcino, lanar y caprino, ya que son más frágiles que las del vacuno, caracterizándose por su sensibilidad. Se seguirán una serie de pasos o etapas para su correcta limpieza y preparación para la elaboración posterior de productos embutidos: separación, tirado, maceración en agua fría, vaciado, descarnado o desengrasado, fermentación, volteado, raspado, inspección, calibrado, salazón y curado, envasado y resalazón <sup>2, 7, 19</sup>.

Cuando vayan a embutirse, los productos pertinentes deberán sacarse de la cámara (se guardan en refrigeración), lavarse en agua potable para eliminar la sal (se puede añadir ácido láctico en un 2% para reducir la microbiota y mejorar la elasticidad en la embutición) y ser sometidas a un pequeño baño de agua templada con el objetivo de facilitar su deslice y mejorar la embutición. El procesado del intestino para la producción de envolturas debe comenzar tan pronto como sea posible después del sacrificio, preferiblemente mientras el tejido esté todavía caliente y para evitar el deterioro bacteriano, que ocurre muy rápidamente, y para una eliminación más fácil del

mesenterio y la grasa. El período de almacenamiento puede verse afectado por cualquier grasa intestinal residual que, además de retardar el proceso de secado, oxida y acorta la vida útil. Las tripas naturales pueden ser clasificadas entre otros parámetros, por la especie animal de la cual provengan, creándose así tres grupos de gran importancia en la industria cárnica. Con respecto a este tema, hay muchas diferencias de uso, empleando cada país la misma parte del conducto intestinal de un modo diferente y prefiriendo un tipo determinado. Se pueden eliminar capas de los intestinos, aumentando así parámetros como la elasticidad o la permeabilidad <sup>2, 19</sup>.

La tripa de ovino suele utilizarse en salchichas "frankfurt" o "wiener", siendo más traslúcida y pudiéndose usar en emulsiones con picado menos grueso (en valor es la más importante); la de porcino es también transparente pero menos tierna que la de oveja, utilizándose más en chorizos por ejemplo (es la más importante en volumen); y la de vacuno es la más gruesa, lo cual deriva en una menor ternura y un uso idóneo para la embutición rápida (utilizada en mayores calibres para productos como morcillas, mortadelas, etc.). Dependiendo del grosor, pese a ser comestibles, algunas tripas como las de equino no se consideran comestibles por su difícil mascabilidad para el consumidor <sup>2, 19, 23</sup>.

Las envolturas naturales son lo suficientemente fuertes como para aguantar la presión durante la carga, permeables al vapor de agua, gases y humo, elásticas, se adhieren firmemente al relleno de las salchichas y se pueden atar o cortar al final de la pieza. Este tipo de envoltura se utiliza sobre todo en la producción de salchichas fermentadas tradicionales (salchichas de Sremska, Slavonski kulen, salchichas de Banijska etc.) y rara vez en la producción industrial, debido al diámetro desigual de la envoltura <sup>19, 32</sup>.

Pese a su pérdida de importancia en la actualidad, este tipo de tripas cuenta con una serie de ventajas como las enumeradas a continuación <sup>36</sup>:

- Su permeabilidad variable permite que el humo del ahumado penetre de forma uniforme hasta el centro de la salchicha o el embutido para crear un sabor rico y equilibrado de principio a fin.

*Estudio comparativo del uso de las tripas de colágeno y naturales para la fabricación de salchichas*

- Esa misma cualidad deja que el producto "respire", lo que contribuye a potenciar el agradable aroma o "bouquet" de las salchichas frescas, ya sea al exponerlas en el mostrador de una carnicería o al crepitar sobre la sartén o las brasas.

- Ayudan a proteger y conservar el refinado sabor de las salchichas.

- Gracias a su característica endotérmica, las salchichas y los embutidos elaborados con tripas naturales se mantienen tiernos y jugosos, con un aspecto más fresco, y presentan una mayor duración de almacenamiento.

- La cualidad osmótica de las tripas naturales contribuye a que se entremezclen los sabores dentro y fuera de la salchicha al dorarla sobre una sartén, la brasa o una parrilla, y también realza su aspecto visual durante el proceso de cocinado.

- Al morder una salchicha elaborada con tripa natural se produce el chasquido seco o mordida característica que solo se consigue con estas ("Knack" por ejemplo).

- Su superior resistencia a la tracción ofrece el máximo rendimiento a los fabricantes de salchichas y embutidos.

- Las salchichas y los embutidos elaborados con tripas naturales presentan un aspecto bien embuchado, sustancial y apetitoso, lo que los convierte en un valor seguro para el presupuesto de la cesta de la compra de cualquier consumidor.

- La variedad de formas y diámetros, unida a su atractiva apariencia, dan a las salchichas y los embutidos que emplean tripas naturales un aspecto muy sugerente.

- «Natural» sigue siendo hoy en día una de las palabras con más poder de influencia en las decisiones de compra de los clientes por lo que su aspecto tradicional y artesanal pueden hacerle decantarse por estas en determinadas ocasiones

- Buenos comportamientos de fritura, presentando un buen comportamiento en casi todas las situaciones.

Entre las desventajas, se pueden contar varias, las cuales suelen paliarse mediante el uso de tripas artificiales. Algunas de ellas son la inestabilidad de calibre; su precio a la hora de industrializar un producto; una maquinabilidad regular y peores rendimientos productivos; la imposibilidad de impresión; un mayor riesgo de contaminación; el uso de refrigeración para su manutención; y el requerimiento en muchos casos de un segundo embalaje que proteja el producto final <sup>2</sup>.

Aunque las tripas naturales han sido utilizadas siempre para la producción de embutidos, cada día se emplean más las tripas artificiales por una serie de ventajas tecnológicas que aportan. Por cada una de las diferentes tripas se ha desarrollado uno o varios tipos artificiales equivalentes <sup>2, 28</sup>.

### 5.3. TRIPAS DE COLÁGENO

La elaboración de las tripas de colágeno se basa primero en la perfecta selección de la materia prima. En el siguiente paso, se prepara una masa extraíble de colágeno por medio de diferentes procesos de rotura mecánica o físico-química y posteriores homogeneizaciones y mezclas. Tras esto, se procede a la realización de una extrusión con su pertinente fijado, seguida de otras etapas como son el secado, enrollado, la impresión (opcional), para así presentar las envolturas tras un último enrollado <sup>2</sup>.

Se llevan a cabo diferentes controles de calidad en las tripas fabricadas. Primero se realizan en el laboratorio aquellos que garantizan que las tripas cumplen con unos requerimientos o especificaciones de los fabricantes de productos cárnicos. De nuevo se harán otros controles en la planta piloto, para así seguir el comportamiento de la tripa en condiciones similares a las que se dan en el procesado del producto <sup>2, 23</sup>.

A parte de las ventajas antes citadas, como su mejor precio en muchos casos, mejor maquinabilidad, posibilidad de imprimir, neutralidad en cuanto a aromas, etc., las tripas de colágeno presentan una serie de propiedades ventajosas, como la presentación higiénica, el calibre homogéneo, las propiedades mecánicas, una fuerte termoestabilidad, así como propiedades barrera, interesando un grado de impermeabilidad diferente en cada caso según lo que busque el fabricante con respecto al producto que va a ser elaborado <sup>2, 9, 19, 23</sup>.

Desde la invención de envolturas de colágeno en los años 20, la mayoría de los esfuerzos se han centrado en el desarrollo o modificación de procesos de producción, aparatos y formulaciones de masa de colágeno junto con un intento de regular el espesor de la cubierta, el calibre, las propiedades mecánicas, las propiedades barrera o las propiedades sensoriales <sup>27, 28</sup>.

La preocupación por el riesgo en la salud humana provocada por el problema de la EEB (Encefalopatía Espongiforme Bovina) en el ganado, hizo proliferar la legislación en todo el mundo. El control establecido del riesgo ha sido extremadamente efectivo reduciendo su incidencia global. Actualmente, todas las empresas productoras de tripas de colágeno tienen sus instalaciones de acuerdo con la legislación Europea vigente. Concretamente las instalaciones y procesos de producción cumplen con las siguientes normativas: Reglamento (CE) N° 852/2004, Reglamento (CE) N° 853/2004 y Reglamento (CE) N° 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo <sup>28</sup>.

Según un estudio de comparación realizado por la ISI GmbH, el Instituto de Investigación de Mercado, Análisis Sensorial y Marketing Sensorial en Göttingen, las salchichas en envolturas de colágeno han recibido mejores calificaciones en los criterios de apariencia, mordedura y nitidez que las salchichas con tripas convencionales. Al mismo tiempo, el colágeno permite a los fabricantes de salchichas producir mucho más eficientemente con ahorros de hasta 0,50 € / kg. Sin embargo, esta ventaja de coste no disminuye la calidad. Por otro lado, las envolturas de colágeno son incluso mejores en términos de trazabilidad y seguridad del producto <sup>9</sup>.

La tripa de colágeno es permeable al humo y al vapor de agua. Las salchichas de mayor diámetro deben tener tripas más gruesas, en contraste con tripas de salchichas de menor diámetro que pueden ser más delgadas, más suaves, más fáciles de masticar y comestibles. Las envolturas de colágeno son una alternativa viable a las tripas de ovejas, cabras y cerdos. Si poseen diámetros iguales o superiores a 32 mm no se consumen normalmente como parte de la salchicha y deben ser eliminadas antes del consumo. Este tipo de tripa se puede utilizar para la mayoría de los tipos de embutidos crudos. Sus ventajas son su diámetro y resistencia uniformes, y que pueden utilizarse sin sumergirse en agua <sup>19</sup>.

Las ventajas que presenta la tripa de colágeno frente a las naturales se pueden ver en las siguientes tablas <sup>28, 30, 34</sup>.

<b>BENEFICIOS PARA EL CONSUMIDOR</b>
<b>Fácil cocinado</b>
<b>Mordisco tierno</b>
<b>Alimentos funcionales</b>
<b>Excelente marco regulador</b>
<b>Materia prima segura y limpia</b>
<b>Excelente relación calidad precio</b>
<b>Caracteres organolépticos intactos</b>
<b>Buena apariencia del producto acabado</b>
<b>Mejor presentación del producto acabado</b>

<b>BENEFICIOS PARA EL FABRICANTE</b>	
<b>Listo para usar</b>	Resultado uniforme
<b>Alto rendimiento</b>	Menores desperdicios
<b>Coste predecible</b>	Ahorro de mano de obra
<b>Diámetro estable</b>	Embalaje cómodo y limpio
<b>Suministro estable</b>	Largo periodo de conservación
<b>Manejo sencillo y seguro</b>	Tiempos de preparación cortos
<b>Embutición a alta velocidad</b>	Amplia gama de aplicaciones
<b>Gran longitud en un único stick</b>	Incremento de la productividad
<b>Bajos costes de mantenimiento</b>	Reducción considerable de los tiempos improductivos
<b>Seguridad y eficacia en el proceso de fabricación</b>	Alta calidad del producto mediante controles de calidad

Fuente: Fibraco. Tripas artificiales para embutidos. [Internet]. Barcelona; c2012. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [5 pantallas]. URL disponible en: <http://fibraco.net/tripas-de-colageno/> (34)

Aunque la tripa de colágeno comestible se utiliza comercialmente en la industria cárnica, la seguridad y la eficacia de la reticulación de colágeno con tratamientos mínimamente invasivos siguen siendo grandes preocupaciones para los fabricantes. La reticulación (reacción química presente en la química de los polímeros que implica la formación de una red tridimensional formada por la unión de las diferentes cadenas poliméricas homogéneas) es un procedimiento importante para la envoltura de colágeno, ya que está altamente asociada con sus propiedades mecánicas. Asimismo, es también un factor clave para obtener una resistencia satisfactoria para otras películas y materiales comestibles basados en colágeno. Se han desarrollado algunos reticulantes sintéticos tales como formaldehído, glutaraldehído y carbodiimida para la reticulación

del colágeno. Es bien sabido que estos tienen dos características: excelente eficacia y toxicidad potencial <sup>24</sup>.

Por el contrario, las reticulaciones físicas, tales como la irradiación ultravioleta (UV) y el tratamiento deshidrotérmico (DHT), son seguras y eficaces para la biopolimerización, por lo que podrían utilizarse potencialmente como alternativas seguras a las reticulaciones químicas para la producción de envoltura de colágeno, mejorando así sus propiedades físicas. La irradiación UV, se ha utilizado ampliamente en la mejora de diversos biomateriales o productos médicos y DHT se ha utilizado para mejorar las propiedades de diversos materiales a base de colágeno <sup>24</sup>.

La irradiación UV y el DHT se utilizaron para mejorar las propiedades de la tripa en una investigación (Wang y col., 2015). El uso de estos sistemas y su combinación aumentaron significativamente la resistencia a la tracción y disminuyeron la elongación necesaria para la rotura de la envoltura, en la que la DHT mostró el mejor rendimiento. La hinchazón de la tripa también pudo ser inhibida por estos tratamientos. Además, UV y DHT mejoraron ligeramente la estabilidad térmica de las tripas. Los patrones de difracción de rayos X también mostraron que los tratamientos provocaron diferentes extensiones de desnaturalización del colágeno. No se observaron efectos obvios en el espesor y la transparencia de la luz excepto en la rugosidad de la superficie en las tripas tratadas. Los tratamientos físicos podrían utilizarse potencialmente como alternativas seguras y eficaces a la reticulación química para la producción de envoltura de colágeno <sup>24</sup>.

Otro parámetro importante para la calidad de las salchichas es la adhesión de la carne a las envolturas de colágeno. Teniendo en cuenta el papel crucial de la morfología de la superficie en la adhesión del material (la modulación de velocidades de cono en el proceso de extrusión puede controlar la orientación de las fibras de colágeno y, por tanto, la morfología de la superficie interna), un estudio realizado por Yang y col. en 2016, examinó esta propiedad de la tripa mediante cuatro envolturas de colágeno. La orientación de fibras correspondiente se investigó utilizando microscopio electrónico de barrido y ensayos de tracción. Los resultados determinaron que una estructura isotrópica conduce a un encogimiento radial y axial equilibrado de las envolturas de colágeno, lo que puede mejorar la adherencia de tripa-carne. En general, el control de una

orientación uniforme de las fibras es una manera eficaz de mejorar la adherencia de la carne a las tripas de colágeno. Por otro lado, en el sistema tripa-carne, los exudados de la masa de carne actúan como un adhesivo para unir carne a la superficie interna de tripas de colágeno. Por consiguiente, las composiciones de la masa cárnica influyen en la adhesión de esta a las tripas de colágeno. Las envolturas de colágeno deseables deben ser capaces de eludir o evitar la contribución de la masa cárnica y demostrar una buena adhesión de la carne para una amplia gama de composiciones. Desafortunadamente, la adhesión depende demasiado de la composición<sup>27</sup>.

En el estudio realizado por [Pecanac y col. en 2015](#) con el objetivo de evaluar la evolución de la microbiota según el diámetro de las tripas de colágeno, se vio que el proceso de maduración de las salchichas fermentadas se ve afectado por este y por el tipo de tripas utilizado, y depende de los cambios en la microflora, importantes desde los aspectos higiénicos y tecnológicos. En salchichas de diámetro mayor, se encontró un recuento bacteriano total significativamente más alto, así como de enterobacterias y bacterias lácticas, frente a salchichas de diámetro menor<sup>18</sup>.

Los resultados del recuento total de aerobios viables, el recuento total de *Enterobacteriaceae* y el recuento de bacterias lácticas en salchichas fueron consistentes con los datos de la literatura sobre el reemplazo de microflora. El aumento del número de ácido lácticas y las bacterias mesófilas totales y la acidificación en las salchichas crearon condiciones ambientales que impidieron el crecimiento de *Enterobacteriaceae*, las cuales son contaminantes comunes de la carne y por lo tanto se pueden encontrar en el relleno en cantidades que dependen del número inicial, el tipo de salchichas y las fases de maduración. Los efectos combinados de pH bajo, baja temperatura y baja  $a_w$  hacen que estos microorganismos desaparezcan durante el proceso de fermentación y al final de la fase de maduración las salchichas fermentadas crudas se consideren estables incluso a temperaturas más altas<sup>18</sup>.

Con el objetivo de establecer una comparativa entre distintas clases de tripas y sus propiedades físicas, se realizó una investigación ([Harper y col., 2012](#)) microestructural y textural. La resistencia mecánica de cualquier envoltura influye en la percepción del consumidor de la dureza (o mordida/presión) de la salchicha. Las envolturas de colágeno generalmente tienen una mordida más tierna que las envolturas de tripa natural, mientras que estas se caracterizan por su "mordedura crepitante". La

resistencia y elasticidad de la tripa también son importantes durante el procesado de la salchicha ya que esta debe ser lo suficientemente fuerte para sostener la carne pero capaz de expandirse durante la embutición y la cocción. En este interesante estudio, se trabajó con cuatro tripas de colágeno comerciales de pequeño diámetro (23 mm), que se definieron como: tripa de "desayunos blandos" (MC1), tripa de "salchichas de desayuno" (MC2), tripa de "Wiener europeo" (MC3) y tripa general para "salchichas procesadas" (MC4) <sup>13</sup>.

La textura y la microestructura de las cuatro tripas de colágeno fabricadas, así como la de una tripa de oveja natural (todas de 23 mm de diámetro) se examinaron mediante pruebas de cizalla (como herramienta para evaluar la fuerza y el trabajo requeridos para 'morder' en salchichas rellenas en envolturas específicas), punción, estallido (dando una indicación de la presión o fuerza que las tripas podrían soportar durante la embutición) y transmisión de luz. Los resultados muestran que hubo diferencias significativas tanto en la resistencia como en la elasticidad de las salchichas preparadas a partir de las cinco envolturas. Los valores de la fuerza de corte fueron significativamente mayores para las salchichas crudas y cocinadas preparadas a partir de tripa natural de oveja y una de las envolturas de colágeno (envoltura de salchicha procesada MC4) que para las tripas MC1 y MC3. Para las cinco tripas, la distancia para cortar las salchichas crudas era mayor que la distancia para cortar las salchichas cocidas. En general, tomó más fuerza cortar salchichas crudas a lo ancho que longitudinalmente independientemente del tipo de envoltura. Cuando se cortaron las salchichas cocidas a lo ancho, no hubo diferencias significativas en la fuerza de cizallamiento, la distancia o el trabajo entre las envolturas naturales y las de "salchichas procesadas", lo que sugiere que las envolturas fabricadas pueden tener propiedades de mordida y resistencia similares a las envolturas naturales después de la cocción proceso. Hubo una fuerte correlación entre la fuerza a la perforación y la presión para estallar las tripas húmedas y secas sin entubar. La envoltura para 'salchichas procesadas' era la que mejor imitaba la transmisión de la luz de la tripa de oveja natural. En el caso de las salchichas crudas, la distancia a la cizalla para las salchichas de carne de oveja y la envoltura de "desayuno" (MC2) era significativamente más alta que la envoltura de "desayunos blandos" (MC1) y la envoltura "Wiener europea" (MC3) <sup>13</sup>.

La birrefringencia o doble refracción de las fibras de colágeno se observó en mayor medida en las tripas de colágeno fabricadas que las tripas naturales. Aunque la

tripa de oveja se vio más delgada que las tripas de colágeno fabricadas, también tenía mayor densidad de fibras, la cual puede ser responsable de su resistencia <sup>13</sup>.

De manera similar a las salchichas crudas, la tripa natural sin cocer y sin embutir, tendía a tener una gran fuerza y distancia a los valores de cizallamiento. Por otra parte, la resistencia de las envolturas de colágeno fabricadas se ve afectada por muchos factores, incluyendo el espesor de la pared de esta, su diámetro, la estabilidad térmica de las reticulaciones intermoleculares, la extensión de la reticulación del colágeno tanto en la tripa como en la masa de carne, el tamaño de los haces de fibras de colágeno, y los cambios en este durante el procesado. Para las tripas de colágeno fabricadas en húmedo, las tripas más gruesas tenían una tendencia a requerir más fuerza o presión para romperlas, aunque esta tendencia no se observó en las tripas de colágeno fabricadas en seco. Las variaciones en la resistencia de la tripa de colágeno también pueden explicarse por el grado de reticulación en la envoltura y / o el tamaño de los haces de fibras. La transparencia óptica puede ser muy importante en ciertas salchichas ya que una envoltura más transparente permite una mejor presentación de las partículas magras y grasas en la salchicha. El atractivo visual de la salchicha en su envoltura influye en última instancia en la decisión de compra del consumidor. En este estudio, la envoltura de "Wiener europeo" (MC3) tendió a ser la más transparente, mientras que la envoltura de "desayuno blando" (MC1) y la envoltura "salchicha de desayuno" (MC2) tendieron a ser las menos transparentes <sup>13</sup>.

Como conclusión se puede decir que este estudio sugiere que hay tripas de colágeno disponibles en el mercado con propiedades mecánicas similares a tripas naturales, siendo ventajoso en diversos aspectos citados anteriormente, sin representar una desventaja en la calidad del producto <sup>13</sup>.

Según otro estudio (Feng y col., 2014), la tripa natural ha demostrado ser suficientemente resistente después de ser cocida, y capaz de soportar una tasa de caída de presión tan alta como 80 mbar / min, siendo superior a las de envolturas artificiales de colágeno, en las que se obtuvo una tasa de éxito global inferior a la de las tripas naturales <sup>12</sup>.

Uno de los procesos más antiguos inventados por los seres humanos para incrementar el período de almacenamiento de los productos antes mencionados,

manteniendo su calidad y proporcionando sabor y la consistencia requerida por los consumidores es el ahumado <sup>16</sup>.

Sin embargo, durante el ahumado descontrolado, se forman muchos contaminantes químicos, incluyendo hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas, formaldehído, óxidos de nitrógeno y azufre (relevantes para la formación de nitrosaminas, por ejemplo) e incluso metales pesados <sup>16</sup>.

Recientemente se ha encontrado que las tripas sintéticas previenen la penetración de compuestos carcinógenos en los productos cárnicos durante el ahumado, en contraste con las tripas naturales. Algunos componentes juegan un papel importante en la seguridad alimentaria de los productos cárnicos ahumados <sup>15, 16</sup>.

Un estudio (Ledesma y col., 2015), ha probado la penetración de benzo (a) pireno (BaP) en productos cárnicos ahumados embutidos en diferentes envolturas (naturales y sintéticas). Se encontró que, a diferencia de la tripa natural, la envoltura de colágeno impide la contaminación por BaP de productos cárnicos ahumados <sup>16</sup>.

Según otro estudio (Ledesma y col., 2016), las características físicas eran adecuadas en ambos casos (incluso produciendo algunas diferencias en las propiedades físicas como color más oscuro, textura más dura y masa más seca en las tripas sintéticas), pero la tripa sintética podría ayudar a reducir el tiempo de procesado, prevenir la contaminación y conseguir la estandarización y homogeneización de productos, cumpliendo de esta manera con las propiedades alimenticias demandadas por clientes y mayoristas <sup>15</sup>.

Esto es debido a que la morfología arrugada y la alta porosidad (66,8%) de la tripa natural hace que la grasa fluya hacia afuera a través de la envoltura haciendo su superficie pegajosa. Las partículas de hollín y los aerosoles de alquitrán que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) se adhieren a esta superficie y empiezan a migrar hacia el interior. Por el contrario, la morfología lisa y la baja porosidad (16,6%) de la tripa sintética lo convierten en una barrera, impidiendo que la grasa salga del interior de la tripa. En este caso, el producto muestra una superficie externa dura y seca con menos afinidad por las partículas de hollín, cuya posibilidad de penetración en el producto se ve obstaculizada por el pequeño tamaño de poro de la tripa <sup>16</sup>.

#### 5.4. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CONSERVACIÓN DE LAS SALCHICHAS

Así como las tripas naturales se salan para reducir la actividad de los microorganismos sin cambios en sus propiedades tecnológicas (NaCl también puede combatir el virus de la fiebre aftosa en diversos tejidos bovinos y puede prevenir la propagación de otros virus), también se aplican conservantes químicos tales como el ácido láctico, el ácido tartárico, el ácido cítrico, el peróxido de hidrógeno y el etanol solos o en combinación para mejorar la calidad microbiológica del revestimiento natural, con la diferencia de que estos pueden generar efectos adversos en las características tecnológicas de las tripas, incluyendo un aumento en la permeabilidad al vapor de agua debido a la reducción del pH o la presencia de residuos tóxicos<sup>8, 10, 25</sup>.

Las propiedades funcionales y mecánicas de las tripas comestibles pueden ser modificadas por la acción de sustancias tensioactivas. La lecitina de soja es un surfactante particularmente atractivo para la industria alimentaria debido a sus propiedades funcionales y nutricionales, y a su atractivo coste/beneficio. El humectante y las propiedades tensioactivas de la lecitina de soja están relacionados con el contenido de fosfolípidos, lo que implica características tales como la de ser un reductor de la viscosidad en emulsiones de grasa, o actuar como un agente de dispersión y antioxidante. Otro compuesto ampliamente utilizado en películas es el plastificante sorbitol (glucitol). Este plastificante puede disminuir las fuerzas de atracción intra e intermoleculares y aumentar la movilidad de la cadena, mejorando la flexibilidad de la tripa. Sin embargo, también aumenta la permeabilidad al vapor de agua<sup>10</sup>.

Según un estudio realizado por [Dos santos y col. en 2008](#), se demostró que el tratamiento de envolturas de cerdo con soluciones de aceite-lecitina mejora el proceso de embutición de la salchicha Calabrese. Entre los parámetros de proceso estudiados, la concentración de lecitina de soja es la variable más significativa, afectando positivamente al rendimiento. Comparando las envolturas tratadas y el control, se detectó un aumento en la flexibilidad de la envoltura, debido al tratamiento con surfactante. Además, las tripas tratadas redujeron la cantidad de agua necesaria para la embutición y disminuyeron considerablemente el desperdicio de la tripa. La apariencia del producto se mejoró con las envolturas tratadas con surfactante, en comparación con el control, así como los atributos de calidad, evaluados en términos de propiedades físico-químicas y sensoriales. Por lo tanto, estos resultados son útiles para industrias de

salchichas ya que existe una reducción en los costos industriales, debido al ahorro de agua y tripa, y un aumento en la calidad del producto <sup>10</sup>.

Otro estudio (Feng y col., 2014) evaluó los efectos de las concentraciones de lecitina de soja, aceite de soja y ácido láctico en las propiedades de tripas de cerdo determinando la presión de rotura, la fuerza máxima de rotura y el alargamiento de ambas tripas frescas y cocidas. Las tripas se volvieron más porosas tras recibir los tratamientos, confirmando así el aumento en la permeabilidad antes citado. Estas presentaron una mayor resistencia a la presión o fuerza de rotura, sin llegar a estallar durante la inmersión en frío a vacío. El ácido láctico aumentó la fuerza de rotura de las salchichas cocinadas y el alargamiento cuando cuando se añadieron aceite de soja y ácido láctico <sup>11</sup>.

Las salchichas listas para comer o Ready To Eat (RTE) se encuentran frecuentemente contaminadas por microorganismos en todas las etapas, incluyendo la unidad receptora de carne, la producción, el envasado, el almacenamiento, el transporte, las ventas y el consumo. La contaminación de los patógenos transmitidos por los alimentos ha dado lugar a retiradas de productos que causan pérdidas económicas. Además, la contaminación supone una grave amenaza para la salud de los consumidores. Algunos ejemplos son el de Canadá en 2008 con 52 enfermos y 22 fallecidos debido a *L. monocytogenes*; o el de Dinamarca en 2014 con 20 personas infectadas al consumir salchichas Rolli Deli. Igualmente, las plantas de producción de productos cárnicos son una fuente de *S. aureus* debido a prácticas de higiene inadecuadas, estando presente en el personal y en las superficies y pudiéndose contaminar también por recontaminación después de cocinar <sup>6</sup>.

En la producción de salchichas fermentadas crudas, las tripas correctamente seleccionadas actúan como barrera microbiana, pero también participan activamente en la estimulación del crecimiento de microorganismos útiles. Durante el proceso de fermentación, que conduce a la descomposición de carbohidratos por microorganismos, se forma principalmente ácido láctico. La actividad metabólica de los microorganismos presentes en la mezcla de salchichas, se ve afectada significativamente por la permeabilidad de las tripas de salchichas, a través de la influencia de la cantidad de oxígeno, pH y  $a_w$ . Como resultado del proceso de fermentación, el pH se reduce, lo cual,

además de un bajo valor de  $a_w$ , es el factor prioritario para lograr la seguridad microbiológica de la salchicha tradicional fermentada seca <sup>18</sup>.

Las tripas naturales, por naturaleza, están contaminadas con bacterias (de  $10^4$  a  $10^7$  CFU/g) y pueden contener virus en el interior y por tanto en la elaboración del producto <sup>7</sup>.

El conocimiento de la ecología bacteriana de las tripas de cerdos, vacas y ovinos en diferentes etapas de su preparación para la producción de salchichas es esencial de cara a la consecución de la inocuidad del producto final. Las tripas naturales poseen características distintivas en términos de estructuras comunitarias bacterianas totales, con varias diferencias en términos de clases, familias y géneros más abundantes dependiendo del origen de la tripa. Los procesos tecnológicos a los que se someten las tripas antes de estar listas para su uso en la producción de salchichas también tienen un fuerte impacto en la ecología bacteriana y reducen significativamente la presencia de bacterias no deseadas como *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Vagococcus* y *Clostridium* <sup>21</sup>.

Los análisis microbianos del trabajo de [Pisacane y col. \(2015\)](#), revelan la transferencia de los microorganismos de la cubierta natural a la matriz de la carne. Los resultados sugieren que la envoltura puede ser una fuente importante de bacterias durante la fermentación natural cuando no se usan los cultivos iniciadores. *L. sakei* y *S. saprophyticus*, contribuyen en gran medida al proceso de fermentación de embutidos. En conjunto, estos resultados indican que las tripas pueden ser una fuente relevante de bacterias que posteriormente se detectan también en las muestras del producto final y son muy influyentes en la biodiversidad de una salchicha fermentada. Puede ser que parte de la microbiota del intestino del cerdo, conservada en las envolturas, pueda llevar a cabo funciones tecnológicas en el alimento, atribuidas normalmente a los cultivos starter, tales como el control de patógenos, la estabilización y la calidad de los productos finales <sup>20</sup>.

Entre los productos químicos más destacados, se ha estudiado el efecto de la nisina (siendo combinada en ocasiones con ácido fosfórico el cual le da un efecto sinérgico). Estos componentes, junto a bajas temperaturas (de refrigeración) han probado ser muy efectivos frente a ciertos microorganismos como bacterias ácido-lácticas e incluso contra esporos como por ejemplo los pertenecientes a *Clostridium*. La

nisina es el biopreservativo más utilizado en la industria alimentaria. No es tóxico para los seres humanos, es estable al calor y bajo condiciones ácidas. Más importante aún, no produce un sabor desagradable, usándose tanto en tripas naturales como artificiales. La incorporación de nisina en la envoltura de salchicha se puede lograr usando varios métodos: por recubrimiento o por inmersión e incluso recientemente utilizando “sprays” para una impregnación al vacío <sup>6, 22, 26</sup>.

La nisina muestra actividad antibacteriana contra muchos patógenos transmitidos por los alimentos y bacterias de descomposición de la carne, incluyendo *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Leuconostoc sp.* y *Lactobacillus spp.* Es activa frente a bacterias gram-positivas, pero no frente a gram-negativas, levaduras y mohos. Sin embargo, su actividad puede verse afectada por muchos factores, como la concentración, los microorganismos diana, la interacción con los componentes de los alimentos, el contenido de grasa y el tipo de fosfato, las condiciones de procesado y almacenamiento de los alimentos <sup>6, 22, 26</sup>.

Aplicada a tripas de colágeno, las propiedades físicas de la cubierta antimicrobiana y la envoltura pre-tratada no son significativamente diferentes en color, grosor y porcentaje de alargamiento, aumentando la resistencia a la tracción en el caso de la primera <sup>6</sup>.

También se elaboró un estudio (Benli y col., 2008) sobre la aplicación de ozono disuelto en agua en tripas naturales para reducir la carga microbiológica inicial de estas, eliminando eficazmente microorganismos como contaminantes ambientales y fecales (*Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*) y patógenos transmitidos por alimentos (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica* y *Staphylococcus aureus*). La fuerza de ruptura sugiere que las tripas pueden ser tratadas con ozono hasta 2 h sin deterioro ya que un mayor tiempo afectaría negativamente a la integridad de la envoltura. Después de los tratamientos, los cambios en los valores de color hicieron que las envolturas parecieran más claras que las muestras de control. Los estudios microbiológicos mostraron que 1 y 2 h de ozonación redujeron los recuentos de *Escherichia coli* <sup>7</sup>.

Basándose en los resultados de este estudio, se necesita un método de descontaminación más eficaz para reducir y / o eliminar microorganismos patógenos (y potencialmente virus), preservando al mismo tiempo la integridad de la tripa. Se debe

considerar la irradiación debido a su potencial para eliminar patógenos y agentes virales. Una combinación de tratamientos de intervención, tales como el lavado con agua ozonizada para blanquear envolturas seguidas de irradiación, podría resultar eficaz para mejorar el valor de revestimiento, al mismo tiempo que se asegura la destrucción de patógenos potenciales de origen alimentario <sup>7</sup>.

La radiación es una técnica útil para mejorar la calidad microbiológica y aumentar la seguridad de distintos productos alimenticios mediante la eliminación de patógenos como *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes* y de esporos que la sal no puede eliminar. Entre los diversos tipos existentes, la irradiación con haz de electrones es una de las que tienen mayor aceptación por parte del consumidor en comparación con los rayos gamma. Dependiendo de la cantidad de radiación dada, tendrá mayor o menor efecto (con 5 kGy no eliminará esporos pero con dosis de 10 kGy sí), dependiendo también de otros factores como la  $a_w$ , la temperatura, etc. La apariencia, el olor, el sabor y la aceptación general de las salchichas preparadas utilizando envolturas irradiadas son comparables con las preparadas a partir de envolturas no irradiadas sin existir diferencias significativas en las propiedades físicas como la textura. Las tripas naturales irradiadas aceleraron la oxidación de los lípidos e inhibieron la formación de nitrógeno básico volátil y el aumento de las bacterias aerobias totales. La estabilidad durante el almacenamiento puede llegar a aumentar incluso 5 semanas sin causar efectos adversos en las propiedades del producto. Por lo tanto, las envolturas naturales irradiadas a dosis moderadas son adecuadas para la producción de salchichas <sup>8, 14, 17</sup>.

Siguiendo la teoría de obstáculos, se puede asegurar la estabilidad y la seguridad microbiana de los alimentos conservados en tripas naturales, combinando la acción de diferentes compuestos químicos como los anteriores, haciendo uso de sal, que reduce la actividad de agua y por tanto aumenta el estrés microbiano, aplicando radiaciones, añadiendo agua con ozono, etc <sup>8</sup>.

### 5.5. MATERIALES EN DESARROLLO

Actualmente, se están realizando diversos estudios de cara a producir nuevas tripas o envolturas para productos cárnicos, intentando mejorar constantemente las propiedades que ya poseen en la actualidad, con el objetivo de satisfacer al consumidor en mayor cantidad, ahorrar dinero en costes de fabricación y aumentar la vida útil del producto final.

Se ha comprobado que las películas y revestimientos de quitosano mejoran la calidad de los productos alimenticios frescos, congelados y procesados al reducir la pérdida de humedad, mejorar la apariencia del producto, retardar la oxidación y decoloración de los lípidos y prevenir el crecimiento de bacterias, levaduras y mohos <sup>3</sup>.

Así se ha demostrado en un estudio de [Adzaly y col. de 2016](#) en el que la embutición se hizo en tripas de quitosano y colágeno (control) y se cocinó en un baño de agua. Antes y después de la cocción, ambas tripas se compararon respecto a propiedades mecánicas, de barrera y otras. En comparación con el colágeno, la envoltura de quitosano fue una mejor barrera frente al agua, oxígeno, humo líquido y luz UV. En relación a las propiedades mecánicas, la cubierta de quitosano tenía una resistencia a la tracción más alta, una elongación menor, una resistencia a la ruptura más elevada, y una mejor transparencia, así como una solubilidad similar a la de la cubierta de colágeno. En general, la envoltura de quitosano fue menos afectada por las condiciones de fabricación de salchichas que la de colágeno, lo que indica que tiene potencial como alternativa al colágeno actual en la fabricación de salchichas. La industria cárnica, los minoristas y los consumidores podrían beneficiarse de este material alternativo para envasar salchichas, que puede mejorar su vida útil en comparación con la envoltura comercial de colágeno. Además, la composición de la envoltura tiene el potencial de hacerla aceptable (halal) para miembros de comunidades religiosas con restricciones en el consumo de determinados productos. Sin embargo, pese a tratarse de tripas con propiedades antimicrobianas y muy ventajosas, se ha llevado a cabo muy poca investigación para dilucidar la idoneidad de la película de quitosano sola como envoltura de salchicha, por lo que aún es pronto para introducirla a gran escala en el mercado y se deberá reunir más información al respecto <sup>3</sup>.

También se han comparado tripas de colágeno frente a recubrimientos de alginato, no existiendo grandes diferencias en las propiedades físicas, siendo ligeramente más altos los valores en las tripas de colágeno sin ser sometidas a ningún tratamiento térmico <sup>5</sup>.

Asimismo, a lo largo de los años, se han propuesto diversas aplicaciones de películas a base de proteínas de suero de leche, pero ninguna ha sido ampliamente investigada. Una aplicación potencial es su uso en el procesado de la carne como una alternativa a las tripas de colágeno y naturales. Las propiedades funcionales, la abundancia relativa y el bajo coste de las proteínas del suero las hacen muy adecuadas para la producción de películas comestibles, transparentes, flexibles, incoloras e inodoras <sup>4</sup>.

Estas películas comestibles basadas en proteínas de suero tienen buena resistencia mecánica y son buenas barreras de oxígeno y lípidos, pero al igual que otras películas basadas en proteínas son barreras pobres a la humedad debido a su naturaleza hidrófila. Sus propiedades de barrera a la humedad así como la resistencia a la tracción se pueden mejorar mediante la incorporación de materiales hidrófobos tales como lípidos para producir películas de emulsión de proteína / lípido. También se puede mejorar adicionalmente su efecto barrera, así como sus propiedades mecánicas, por medio de la reticulación de proteínas <sup>4</sup>.

Un estudio (Amin y col., 2007) comparó la solubilidad en agua, la resistencia a la tracción (TS), la resistencia en húmedo (WS) y la elongación a la rotura (% E) de las películas de aislamiento de proteína de suero (WPI) con las películas de colágeno y tripas naturales. Las WPI disminuyeron la solubilidad en agua y aumentaron la TS y WS de las películas. Se obtuvieron películas de WPI curadas con calor con propiedades similares (solubilidad, TS, WS y % E) a las de películas de colágeno optimizando las condiciones de curado por calor. En general, las tripas naturales tenían menor solubilidad, TS y % E, pero WS mayor que las películas de colágeno y WPI curadas por calor. Se concluyó que las películas WPI termo-curadas tienen el potencial de ser una alternativa a las películas y tripas de colágeno <sup>4</sup>.

Una película a base de proteínas de suero de leche con propiedades similares al colágeno y envolturas naturales actualmente utilizadas y comercialmente disponibles proporcionaría a la industria cárnica una alternativa a las películas de colágeno. También eliminaría la dependencia actual de la industria en envolturas de colágeno importadas y proporcionaría a la industria de la carne procesada una envoltura comestible más barata y segura. Aún con todo, al igual que con el quitosano, deben realizarse más investigaciones para mejorar y perfeccionar todas estas propiedades <sup>4</sup>.

### 5.6. OPINIÓN DEL CONSUMIDOR

Las envolturas de colágeno son especialmente populares en países donde el origen y la calidad de los alimentos desempeñan un papel importante. Gracias a un estudio (Devro, 2014), se ha comprobado cómo reaccionan los clientes a la innovación de este producto juzgando el aspecto de las salchichas (el más importante de los criterios de venta) en tripas de colágeno frente a naturales. A los participantes se les pidió que evaluaran la salchicha en términos de color, mordedura y "knack". Las salchichas de Viena en envolturas de colágeno fueron calificadas como "correctas" con más frecuencia que las salchichas en tripas de tripa de oveja. En general, las salchichas de Viena se clasificaron de forma idéntica en términos de aceptación general tanto en tripas naturales como de colágeno <sup>9</sup>.

Se recogieron diferentes opiniones y observaciones en diversos foros de Internet, donde los consumidores se posicionan tanto a favor como en contra del uso de tripas de colágeno frente a las naturales. Las personas que rechazan dicho cambio, suelen basar su opinión en el gusto por lo tradicional o la desconfianza por los nuevos productos (debido en gran parte a la ausencia de información sobre el tema). Otros, alternan el uso de ambos tipos según el producto y el uso que le quieran dar; mientras que los que prefieren envolturas elaboradas con colágeno antes que las naturales, admiten que tienen buenas propiedades y son más baratas por norma general <sup>36, 37, 38</sup>.

## **6. CONCLUSIONES**

La principal conclusión que se puede extraer de este trabajo, es que el objetivo principal ha sido cumplido, proporcionando a industriales e investigadores un recopilatorio muy completo de la información existente respecto al uso de tripas de colágeno frente a tripas naturales, plasmando las ventajas y desventajas que conlleva la utilización de cada uno de estos tipos en la elaboración de salchichas en la industria cárnica.

También se ha conseguido reunir información sobre diferentes estrategias que pueden aplicarse a las tripas que van a ser utilizadas en las salchichas, consiguiendo alargar la vida útil de estas.

Por último, también se ha sintetizado información respecto al posible futuro del uso de tripas en la industria cárnica, teniendo en cuenta también la opinión del consumidor en lo concerniente a dicho tema.

## CONCLUSIONS

The main conclusion that can be drawn from this work is that the primal objective has been fulfilled, giving industrialists and researchers a very complete compilation, regarding collagen casings' use compared to natural casings, reflecting advantages and disadvantages of using each of these types in the production of sausages in the meat industry.

It has also been possible to gather information on different strategies that can be applied to the casings which are going to be used in sausages production, achieving a lengthening of their shelf-life.

Finally, information has also been synthesized to be useful in the future of casings in the meat industry, taking also into account consumer's opinion on this subject.

## **7. VALORACIÓN PERSONAL**

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG), me ha permitido englobar de manera eficiente, una amplia gama de conocimientos adquiridos a lo largo de la realización del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, siendo destacables en este caso, aquellos relativos a Tecnología de la Carne, Análisis Físico y Sensorial de los Alimentos, Higiene General y Aplicada de los Alimentos y Microbiología de los Alimentos entre otros; enseñándome además, a desenvolverme frente a la realización de trabajos de carácter exigente, perfeccionando también los procesos de búsqueda y recopilación de información, así como las habilidades necesarias para sintetizarla y plasmarla de manera adecuada en una revisión. Además, este TFG ha de ser defendido particularmente frente a un tribunal, constituyendo este hecho una fase más en mi formación.

En lo personal, considero que mi interés por el tema se ha visto incrementado debido a la aplicabilidad a la industria y a la búsqueda de soluciones a los problemas que plantean las tripas naturales.

La realización de este trabajo, también me ha ayudado a complementar y dar mayor sentido a todo aquello que aprendí el pasado verano en Viscofan, empresa fabricante de tripas o envolturas para productos cárnicos.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor de este trabajo quiere agradecer al Profesor José Antonio Beltrán Gracia su apoyo y tutela a lo largo de la realización de este proyecto, así como a la empresa Viscofan por los conocimientos previamente adquiridos que han sido de tanta ayuda en este trabajo.

## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- **LIBROS**

1. Effenberger, G. Tripas artificiales : obtención, propiedades y aplicaciones. España: Acribia; 1980.
2. Orduña Puyal FJ, Escudero Ranera D, Deán JI, López Unzu T, Arias López J, Tabuenca Sánchez LJ, Gallués Biurrun A, Varea Martínez R. Tripas y envolturas para la industria alimentaria. España: Grupo Viscofan; 2015.

- **ARTÍCULOS**

3. Adzaly NZ, Jackson A, Kang I, Almenar E. Performance of a novel casing made of chitosan under traditional sausage manufacturing conditions. Meat Sci. 2016;113: 116-123.
4. Amin S, Ustunol Z. Solubility and mechanical properties of heat-cured whey protein-based edible films compared with that of collagen and natural casings. ORIG RESEARCH. 2007;60(2)
5. Barbut S, Harper A. Texture of raw and cooked co-extruded alginate and manufactured collagen sausage casings over storage time. Meat Sci. 2015;101: 117-118.
6. Batpho K, Boonsuptip W, Rachnapun C. Antimicrobial activity of collagen casing impregnated with nisin against foodborne microorganisms associated with ready-to-eat sausage, Food Control (2016), doi: 10.1016/j.foodcont.2016.10.053.

7. Benli H, Hafley, BS, Keeton JT, Lucia LM, Cabrera-Díaz E, Acuff GR. Biomechanical and microbiological changes in natural hog casings treated with ozone. *Meat Sci.* 2008; 79:155–162
8. Chawla SP, Chander R, Sharma A. Safe and shelf-stable natural casing using hurdle technology. *Food Control.* 2006;17: 127-131.
9. DEVRO. Technical team. Collagen casings conquer the market in sausage production. *Int Meat Top.* 2014;6(4): 23-24.
10. Dos santos E, Müller CMO, Laurindo JB, Petrus JCC, Ferreira SRS. Technological properties of natural hog casings treated with surfactant solutions. *J Food Eng.* 2008;89: 17-23.
11. Feng CH, Drummond L, Zhang ZH, Sun DW. Evaluation of natural hog casings modified by surfactant solutions combined with lactic acid by response surface methodology. *Food Sci Technol.* 2014;58: 427-438.
12. Feng CH, Drummond L, Zhang ZH, Sun DW. Evaluation of innovative immersion vacuum cooling with different pressure reduction rates and agitation for cooked sausages stuffed in natural or artificial casing. *Food Sci Technol.* 2014;59: 77-85.
13. Harper BA, Barbut S, Lim LT, Marcone MF. Microstructural and textural investigation of various manufactured collagen sausage casings. *Food Res Int.* 2012;49: 494-500.
14. Kim HW, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Hwang KE, Song DH, Lee JW, Kim CJ. Effects of electron beam irradiated natural casings on the quality properties and shelf stability of emulsion sausage. *Radiat Phys Chem.* 2012;81: 580-583.
15. Ledesma E, Laca A, Rendueles M, Díaz M. Texture, colour and optical characteristics of a meat product depending on smoking time and casing type. *Food Sci Technol.* 2016;65: 164-172.

16. Ledesma E, Rendueles M, Díaz M. Characterization of natural and synthetic casings and mechanism of BaP penetration in smoked meat products. *Food Control*. 2015;51: 195-205.
17. Mekan A. Windrow co-composting of natural casings waste with sheep manure and dead leaves. *Waste Manag.* 2015;42: 17-22.
18. Pecanac B, Djordjevic J, Baltic MZ, Djordjevic V, Nedic DN, Starcevic M, Dojcinovic S, Baltic T. Comparison of bacteriological status during ripening of traditional fermented sausages filled into different diameter artificial casings. *Food Sci.* 2015;5: 223-226.
19. Pecanac B, Djordjevic J, Todorovic M, Dokmanovic M, Glamoclija N, Tadic V, Baltic MZ. Fermented sausage casings. *Food Sci.* 2015;5: 69-72.
20. Pisacane V, Callegari ML, Puglisi E, Dallolio G, Rebecchi A. Microbial analyses of traditional Italian salami reveal microorganisms transfer from the natural casing to the meat matrix. *Int J Food Microbiol.* 2015;207: 57-65.
21. Rebecchi A, Pisacane V, Miragoli F, Polka J, Falasconi I, Morelli L, Puglisi E. High-throughput assessment of bacterial ecology in hog, cow and ovine casings used in sausages production. *Int J Food Microbiol.* 2015;212: 49-59.
22. Regina de Barros J, Kunigk L, Hyppolito Jurkiewicz C. INCORPORATION OF NISIN IN NATURAL CASING FOR THE CONTROL OF SPOILAGE MICROORGANISMS IN VACUUM PACKAGED SAUSAGE. *Braz J Food Microbiol.* 2010;41: 1001-1008.
23. Sebranek J, NATURAL VS. ARTIFICIAL CASINGS: EVALUATING WHICH IS BEST FOR YOUR PRODUCT. *Meating Place.* 2010.
24. Wang W, Zhang Y, Ye R, Ni Y. Physical crosslinkings of edible collagen casing. *Int J Biol Macromol.* 2015;81: 920-925.

25. Wijnker JJ, Haas B, Berends BR. Inactivation of foot-and-mouth disease virus in various bovine tissues used for the production of natural sausage casings. *Int J Food Microbiol.* 2012;153: 237-240.
26. Wijnker JJ, Weerts EAWS, Breukink EJ, Houben JH, Lipman LJA. Reduction of *Clostridium sporogenes* spore outgrowth in natural sausage casings using nisin. *Food Microbiol.* 2011;28: 974-979
27. Yang S, Wang J, Wang Y, Luo Y. Key role of collagen fibers orientation in casing-meat adhesion. *Food Res Int.* 2016;89: 439-447.

- WEBS

28. Collagen Casings: CCTA [Internet]. Bruselas; c2009. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. URL disponible en: <http://collagencasings.org/Default.aspx?pid=1>
29. CONSUMER EROSKI [Internet]. Madrid: Chavarrías, M; 2012. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [2 pantallas].URL disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2012/03/07/207730.php>
30. Devro [Internet]. Chryston (UK); c2016 [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [1 pantalla].URL disponible en: <http://www.devro.com/our-products/collagen/>
31. Directo al paladar [Internet]. Zaragoza: Lorés, A; 2008. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [2 pantallas].URL disponible en: <http://www.directoalpaladar.com/otros/las-envolturas-de-los-embutidos-y-salchichas-i-tradicion-y-situacion-actual>
32. Directo al paladar [Internet]. Zaragoza: Lorés, A; 2008. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [3 pantallas].URL disponible en: <http://www.directoalpaladar.com/otros/las-envolturas-de-los-embutidos-y-salchichas-ii-la-tripa-natural>

33. Directo al paladar [Internet]. Zaragoza: Lorés, A; 2008. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [3 pantallas]. URL disponible en: <http://www.directoalpaladar.com/otros/las-envolturas-de-los-embutidos-y-salchichas-iii-la-tripa-artificial>
  
34. Fibraco. Tripas artificiales para embutidos. [Internet]. Barcelona; c2012. [Citado el 14 de Noviembre de 2016]. [5 pantallas]. URL disponible en: <http://fibraco.net/tripas-de-colageno/>
  
35. Van Hessen [Internet]. Hoogeveeneweg, Nieuwerkerk aan den IJssel, Países Bajos; c2013. [Citado el 14 de Noviembre del 2016]. [1 pantalla]. URL disponible en: <http://www.vanhessen.com/es/productos/tripas-naturales/>
  
- FOROS
  
36. <http://www.texasbbqforum.com/viewtopic.php?t=12860>
  
37. <http://www.discusscooking.com/forums/f88/collagen-vs-natural-hog-casings-for-sausage-85791.html>
  
38. <http://www.smokingmeatforums.com/t/134958/how-do-you-decide-between-natural-casings-and-collagen>