



ESCUELA DE GASTRONOMÍA

EL USO DE LA ENZIMA TRANSGLUTAMINASA EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Autora

Karen Lizth Benavides Mendoza

Año  
2018



ESCUELA DE GASTRONOMÍA

EL USO DE LA ENZIMA TRANSGLUTAMINASA EN PRODUCTOS  
CÁRNICOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Licenciada en Gastronomía

Profesor Guía  
Gabriel Mena

Autor  
Karen Lizeth Benavides Mendoza

Año  
2017

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido el trabajo, El uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos, a través de reuniones periódicas con la estudiante Karen Lizeth Benavides Mendoza, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Gabriel Mena  
CI.1716376940

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

Declaro haber revisado este trabajo, El uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos, de Karen Lizeth Benavides Mendoza, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Byron Revelo  
CI.1716376940

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Karen Benavides  
CI.1717644759

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi madre por su amor y apoyo incondicional.

A Dios por darme fuerzas y sabiduría para culminar este trabajo.

A todos mis Chefs, por su cariño, por su ayuda y sus enseñanzas a lo largo de mi carrera.

A mi tutor Gabriel Mena, por su colaboración en este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a la mujer de mi vida, Mi madre, la persona que se ha sacrificado siempre por darme lo mejor, y por darme el mejor ejemplo de vida; la perseverancia.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la extracción y análisis de datos para determinar el uso y beneficios que aporta la enzima transglutaminasa, y de esta manera poder disminuir mermas de productos cárnicos dentro de la industria de Alimentos y Bebidas. Al utilizar la enzima transglutaminasa, en la industria de alimentos o restauración, se pueden llegar a crear nuevos e interesantes productos cárnicos reestructurados de trozos o sobrantes de carnes, con la intención de evitar desperdicios dentro de la industria alimentaria y así obtener alimentos reconstituidos, óptimos, inocuos y atractivos ante la vista del consumidor.

## **ABSTRACT**

The present research work has as main objective is the extraction and the analysis of data in order to determine how useful and beneficial of the enzyme transglutaminase, and in this way to lessen the forfeiture of meat products within the Food and Beverage industry. By using the enzyme transglutaminase, in the food industry or restoration, new and interesting restructured meat products from pieces or leftovers of meat may be produced with the aim of avoiding wastes inside the food industry and hence to obtain reconstituted, optimal, harmless and attractive food in front of the consumer.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	3
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	4
RESULTADOS ESPERADOS .....	5
IMPACTO.....	6
1. CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
1.1. ADITIVOS.....	7
1.1.1. Función de los aditivos.....	7
1.1.2. Conservantes .....	8
1.1.3. Espesantes, agentes gelificantes, estabilizantes y emulsionantes ...	9
1.1.4. Tecnológico.....	9
1.2. GELIFICANTES .....	10
1.3. ENZIMAS.....	11
1.3.1. Enzimas en la industria alimentaria.....	12
1.3.1.1. Edulcorantes.....	12
1.3.1.2. Pan y productos de pastelería .....	12
1.3.1.3. La leche y el queso.....	13
1.3.1.4. Zumos de frutas.....	13
1.4. TRANSGLUTAMINASA.....	14
1.4.1. Características de la transglutaminasa obtenida por la biotecnología.....	18
1.4.2. Funciones de la transglutaminasa.....	19

1.4.3. Elementos que intervienen en la actividad enzimática .....	20
1.4.3.1. Temperatura y pH.....	20
1.4.3.2. Inactivación- Inhibidores .....	20
1.4.3.3. Actividad o- Tiempo de reacción.....	20
1.4.3.4. Especificidad de sustratos .....	21
1.4.4. Usos en la industria Alimentaria:.....	22
1.4.4.1. Productos cárnicos .....	22
1.4.4.2. Lácteos .....	22
1.4.4.3. Pescados y mariscos .....	22
1.4.4.4. Panadería y pastelería.....	22
1.4.4.5. Industria de A y B .....	23
1.4.5. Aplicaciones de la transglutaminasa en alimentos .....	23
1.4.5.1. Componentes no cárnicos .....	23
1.4.5.2. Carnes reestructuradas .....	24
1.4.6. Propiedades y aplicaciones de Activa .....	26
1.4.7. La transglutaminasa y la enfermedad celiaca .....	27
1.4.8. La transglutaminasa y el alzhéimer.....	28
1.4.8. Peligros de la transglutaminasa .....	29
1.5. RESIDUOS DE ALIMENTOS.....	30
1.6. MERMAS.....	31
1.6.1. Mermas operativas.....	32
1.6.2. Mermas naturales.....	32
1.6.3. Mermas por manipulación .....	32
1.6.4. Mermas por cocción .....	32
1.6.5. Mermas por descongelamiento .....	32
1.6.6. Mermas por desangrado .....	33
1.7. CARNES .....	33
1.7.1. Carne reconstituida .....	33
1.7.2. Procedimiento milenario de la carne reconstituida .....	34
1.7.3. Productos cárnicos: de grandes a pequeños .....	35
1.7.4. Ventajas de la carne reconstituida .....	35
1.7.4.1. Ventajas para los fabricantes.....	36

1.7.5. Producción .....	36
1.7.6. Reconocer la carne reconstituida .....	37
1.7.7. Etiqueta y envase.....	38
1.7.8. Calidad.....	39
1.7.9. Seguridad.....	39
1.7.10. Sostenibilidad .....	39
<b>2. CAPÍTULO II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA TRANSGLUTAMINASA.....</b>	<b>41</b>
2.1. VENTAJAS .....	43
2.2. DESVENTAJAS .....	44
2.3. ANÁLISIS DEL CAPÍTULO.....	45
<b>3. CAPÍTULO III: INFORME DE USO DE LA TRANSGLUTAMINASA.....</b>	<b>47</b>
3.1. UTILIZACIÓN.....	47
3.2. LABORATORIO.....	50
3.3. INFORME .....	53
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología de la investigación .....	4
Tabla 2. Condiciones de acción de la enzima transglutaminasa .....	17
Tabla 3. Reactividad en sustratos con el uso de la transglutaminasa .....	21
Tabla 4. Alimentos que se pueden preparar mediante el uso de la TG.....	25
Tabla 5. Tipos de Activa, Método de aplicación .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reacciones de la transglutaminasa.....	17
Figura 2. Reacciones catalizadas por la transglutaminasa. (A) Reacción de acil-transferencia. (B) Reacción de entrecruzamiento. (C) Desanimación.....	19
Figura 3. Carne reestructurada. ....	21
Figura 4. Pesando en 1%.....	38
Figura 5. Mezclar hasta ablandar.....	49
Figura 6. Espolvorear “ Activa”.....	50
Figura 7. Mezclar completamente.....	50
Figura 8. Envolver con el film.....	51
Figura 9. Empacar al vacío.....	51
Figura 10. Cortes y cocción.....	51

## INTRODUCCIÓN

El estudio a cerca de La enzima transglutaminasa se da en el año 1980, con la extracción del hígado del conejo de Indias y el plasma de bovino, para la modificación de diferentes proteínas y ya en el año 1987 comienza el estudio de la posibilidad de la elaboración de la transglutaminasa derivada de algunos microorganismos para tornar viable su comercialización (Almeida, s.f.)

La enzima transglutaminasa, también conocida como “Activa”, viene principalmente del tejido muscular de los peces y mamíferos, pero a su vez puede ser elaborado en la industria alimentaria a través de un proceso de fermentación. La transglutaminasa tiene la capacidad de enlazar proteínas como carne, aves y pescados, y unirlos como si se tratara de un pegamento, para crear la reestructuración de diferentes alimentos.

La enzima transglutaminasa es una solución innovadora en la preparación de productos cárnicos, que brinda la oportunidad de conseguir combinaciones novedosas y creativas para el consumidor, y de esta manera utilizar y aprovechar de una manera eficaz los trozos de piezas de cárnicos o mermas, que difícilmente se valoran dentro de una cocina, para crear alimentos o productos reestructurados con un estilo diferente y único de presentación, mejorando las características propias de las proteínas, como su valor nutricional, su sabor, su aspecto y durabilidad (Pira, 2010).

A pesar de los subproductos que existen en la industria, no se ha formulado el uso de esta enzima para disminuir desperdicios o mermas en la industria de alimentos. Es por eso que se cuestiona. ¿De qué manera el uso de la enzima transglutaminasa ayudaría para evitar dichas y futuras pérdidas en el área de A y B?

## **PROBLEMA**

En la actualidad en el sector de restauración hay cantidad de mermas y desperdicios en productos cárnicos. Pero el desconocimiento de los recursos que poseemos, ha causado pérdidas en el aprovechamiento de un alimento considerándolo un desperdicio para la industria de alimentos y bebidas. ¿De qué manera se puede proponer el uso de la enzima transglutaminasa para evitar dichas y futuras pérdidas en el área de A y B?

## **JUSTIFICACIÓN**

En el sector de restauración actualmente existen gran cantidad de mermas y desperdicios de productos cárnicos. Estos desperdicios representan un valor extra o un costo adicional para las empresas, ya que no se aprovechan estos recursos alimenticios por el desconocimiento de productos que existen en la industria.

Con esta investigación se propone de una manera fácil y útil, implementar metodologías que nos permitan evitar pérdidas de mermas alimenticias, mediante el uso de la enzima transglutaminasa, un producto que como se espera demostrar, permite la formación de enlaces entre las diferentes proteínas, como si de pegamento se tratase, reutilizando y reestructurando las mermas de productos cárnicos, que iban a ser desechadas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Investigar a cerca del uso y beneficios de la enzima transglutaminasa para aprovechar al máximo las mermas de productos cárnicos.

### **Objetivos específicos**

- Fundamentar teóricamente el uso de aglutinantes en cárnicos, en fuentes de alto rigor académico.
- Analizar ventajas y desventajas del uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos.
- Realizar un informe sobre el uso de la transglutaminasa en productos cárnicos para el consumo humano.

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Tabla 1

*Metodología de la Investigación*

ETAPAS	MÉTODOS	TÉCNICAS	RESULTADOS
Fundamentar teóricamente el uso de aglutinantes en cárnicos, en fuentes de alto rigor académico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analítico-sintético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión bibliográfica</li> </ul>	Bases teóricas Para la investigación del uso de aglutinantes como es la enzima transglutaminasa
Analizar ventajas y desventajas del uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inductivo deductivo</li> <li>• Cualitativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis documental</li> <li>• Entrevistas</li> </ul>	Investigación Entrevistas
Realizar un informe sobre el uso de la transglutaminasa en productos cárnicos para el consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas de resumen y modelación</li> </ul>	Informe sobre el uso de la enzima transglutaminasa para el consumo humano

*Nota.* Elaborado por Karen Benavides

## RESULTADOS ESPERADOS

- **Fundamentación Teórica**

Para la primera parte de la metodología de la investigación se ha usado como método, el analítico sintético que según Falcón dice que este método trata de estudiar los hechos partiendo de la descomposición de todas sus partes para estudiarla de forma individual y luego juntar dichas partes para estudiar de una manera holística e integral (Falcon, 2013). Durante el desarrollo de la fundamentación teórica, se puede realizar un análisis del uso de la enzima transglutaminasa para productos cárnicos. Para esto se requiere un análisis y síntesis de la transglutaminasa y de fuentes bibliográficas de alto rigor académico. En esta técnica se hace el uso de libros, *e-books*, revistas, páginas web, que permiten garantizar la información de la enzima, de esta manera se obtendrá bases teóricas sobre el uso y beneficios de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos.

- **Análisis ventajas y desventajas**

En esta parte se busca mediante el uso del método inductivo deductivo el razonamiento basado en la observación y estudio de hechos reales para llegar a una conclusión (Zamora, 2016). El estudio, se llevara a cabo durante el desarrollo del análisis transversal de las ventajas y desventajas del uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos, con la técnica de análisis documental, artículos académicos que permitan la óptima investigación de la transglutaminasa.

- **Informe**

Para esta última parte se va a utilizar el método sintético, un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos obtenidos por el análisis. (Quiñones, 2009). El mismo que se realizará durante el proceso del tercer capítulo del trabajo de proyecto de titulación, mediante la técnica de ficha de resumen y modelación que permitirá el desarrollo de un

informe acerca del uso de la enzima transglutaminasa para el consumo humano.

- **Novedad**

En la actualidad existe gran desperdicio dentro de la industria de alimentos y bebidas, lo que impacta negativamente en el medio ambiente. Uno de los elementos que más genera desperdicio dentro de la cocina, es la proteína animal dado que se requiere cortes específicos para la elaboración de ciertos platos, la utilización de la enzima transglutaminasa permitiría reducir considerablemente este desperdicio aprovechando al máximo todo tipo de proteína y merma sin afectar la calidad, sabor o textura de un alimento, reestructurando y creando novedosos platos ante la vista del consumidor.

## **IMPACTO**

- **Económico**

Proponer el uso de la enzima transglutaminasa, para aprovechar la mayor cantidad de mermas de productos cárnicos dentro de la industria de alimentos y bebidas, para así evitar desperdicios innecesarios y aprovechar al máximo todo tipo de proteínas animales, disminuyendo el costo adicional que esta causa para la industria alimentaria.

- **Social**

Fomentar el conocimiento sobre el uso de enzimas para incentivar a la innovación o creación de nuevos productos, aprovechando al máximo todos los productos cárnicos para la industria de alimentos y bebidas.

- **Ambiental**

La investigación de la enzima da la opción de prevenir los desperdicios a gran escala que se dan dentro de la industria de alimentos y bebidas, para de esta manera evitar y reducir la contaminación en el medio ambiente, y tener como resultado de dichos desperdicios, mejores productos y alimentos inocuos para el consumo humano.

# 1. CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

## 1.1. Aditivos

“Son sustancias o mezcla de sustancias añadidas a los alimentos, generalmente en pequeñas cantidades, en el momento de su producción, procesamiento, almacenamiento, empaquetado o preparación para el consumo, con objeto de modificar las propiedades de los mismos (aparencia, sabor, textura o conservación)” (Hernández, 2011).

En las últimas décadas, a causa de la evolución tecnológica, el empleo de los aditivos alimentarios se ha extendido notablemente, aunque su origen se encuentra ya en tiempos remotos. En la época pre-industrial se utilizaron métodos de conservación de alimentos como:

- Salazón de carnes y pescados
- Adición de jugo de limón en frutas y verduras para evitar el pardeamiento
- Uso de vinagre en la preparación de conservas vegetales
- Salitre en embutidos (salchichas)
- Sulfatación de los mostos y vinos

La adición de aditivos representa una necesidad tecnológica, debido al desarrollo industrial y a los cambios de hábitos alimenticios, que han influido grandemente en el ciclo de producción y distribución de alimentos (Confalone, 2016)

### 1.1.1. Función de los aditivos

En las últimas décadas el desarrollo en el estilo de vida ha llevado a la disminución del tiempo dedicado a la preparación de alimentos, con el consiguiente aumento en el consumo de productos industriales. Esto llevó al desarrollo de la producción de alimentos a gran escala, gracias a los avances

tecnológicos y el uso de los aditivos alimentarios, que principalmente ayudan a aumentar el grado de seguridad higiénica, evitando la contaminación microbiana o la oxidación, para preservar el valor nutricional de los alimentos, mediante la prevención de la degradación de los componentes esenciales, como vitaminas, aminoácidos y ácidos grasos insaturados, y el mantener sin cambios sus cualidades organolépticas como la textura, sabor, olor y color (Beretta, 1999).

### **1.1.2. Conservantes**

Un alimento se deteriora debido al crecimiento microbiano o de una reacción química (oxidación) que se altera con respecto a su potencia nutricional, así como desde el punto de vista toxicológico. Un conservante es definido por la legislación, como una sustancia que prolonga la vida útil de los alimentos, protegiéndolos frente al deterioro causado por microorganismos y oxidación (enranciamiento de las grasas y los cambios de color u oscurecimiento). La elección de un agente conservante depende de las condiciones de producción, como el tipo de microorganismo que pueden contaminar los alimentos y las características del producto tales como la actividad de acidez y el agua. Los aditivos antimicrobianos utilizados de acuerdo con la relación riesgo / beneficio, son sustancias que puedan representar un riesgo potencial, pero que a su vez se utiliza en dosis que traerán beneficios sustanciales para la conservación del producto, y de este modo garantizar una mayor seguridad alimentaria. En la carne en lata se añaden nitratos y nitritos que, aunque se clasifica como sustancias destinadas principalmente para otros usos (su papel fundamental es mantener el color rojo característico de los embutidos y carnes en general), tienen un efecto conservante suplente, que es el no permitir el desarrollo de *Clostridium botulinum*, responsable de una intoxicación alimentaria (botulismo), y que puede ser letal (Corrado, 1999).

### **1.1.3. Espesantes, agentes gelificantes, estabilizantes y emulsionantes**

Las propiedades nutricionales, toxicológicas y organolépticas de un alimento, son propiedades físicas muy importantes de la textura y la apariencia. Hay algunas sustancias que son capaces de proporcionar la consistencia adecuada para productos alimenticios, que se define como espesantes, agentes gelificantes y estabilizantes. Los agentes gelificantes se definen como sustancias que dan textura a un producto alimenticio mediante la formación de un gel estabilizador, que hace posible mantener el estado físico-químico de un producto alimenticio, y a su vez sustancias espesantes que aumentan la viscosidad de un alimento. Por otro lado los emulsionantes hacen posible formar o mantener una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles. Por lo tanto cada alimento tiene su propia textura y requiere el uso de un aditivo específico (Chavarrías, 2009).

### **1.1.4. Tecnológico**

El coadyuvante tecnológico es una sustancia que no es consumida como un ingrediente alimenticio en sí, y es utilizada intencionalmente en la transformación de materias primas, alimentos o ingredientes, para cumplir un determinado objetivo tecnológico durante la elaboración o transformación de estos; puede dar lugar a la presencia no intencional, pero técnicamente inevitable, de residuos de la sustancia o de sus derivados en el producto terminado, con la condición de que estos restos no constituyan un riesgo para la salud, y no tengan efectos tecnológicos sobre el producto final. Son considerados coadyuvantes tecnológicos a los solventes utilizados para la extracción de aceites o agentes clarificantes utilizados en la industria de bebidas alcohólicas. Incluso algunos aditivos espesantes, gelificantes o emulsionantes se pueden clasificar en esta categoría (Corrado, 1999).

## 1.2. Gelificantes

Un gel es la difusión de un líquido en una fase continua sólida. Una gran parte de alimentos tienen una estructura de gel donde su fase continua es proteica, un ejemplo es la masa del pan, el yogur y los embutidos cárnicos, etc. El propósito de la elaboración de un gel alimenticio es aumentar el espacio de retención del agua, transformar la textura de los alimentos, estabilizar emulsiones o espesar un alimento (Gimferrer, 2008).

En la industria de alimentos, los gelificantes se los considera como aditivos y su numeración es de E-400 a E-495. Entre ellos el que más sobre sale es el agar-agar, un polisacárido sin derivaciones que se obtiene a partir de diversas especies de algas rojas. El agar-agar crea un gel particular cuando se encuentra en contacto con el agua. Tu temperatura de fundición es de 85° C a 95° C y su temperatura de gelificación es de 32° C a 45° C. En concentraciones del 1% a 2% crea geles rígidos y firmes, alterables al calentarlos. Estas características lo hacen considerablemente útil como aditivo en varias aplicaciones alimentarias. En la actualidad su uso está permitido en el área de repostería, en conservas vegetales, productos cárnicos, helados, para crear coberturas de semiconservas y conservas de pescados, como también en salsas y sopas. Se utiliza a su vez para la refinación y clarificación de cervezas, zumos o vinagres (Gimferrer, 2008).

Otro de los gelificantes más usados en la industria de alimentos, es el ácido algínico que se consigue a partir de varios tipos de algas. Los geles que constituyen los alginatos son del grupo químico, que a diferencia del agar-agar, no son alterados al calentarlos. Su uso se da de mejor manera en las mermeladas, conservas vegetales, confitería, repostería, en la producción de galletas, helados o nata montada. Este gelificante tiene algunas variaciones: calcio o amónico, potásico, alginato, entre otros. Se utiliza también para la preparación de sopas deshidratadas, patés, fiambres, para conservar en suspensión el zumo de fruto en los néctares, en salsas, en bebidas refrescantes y como estabilizante para la espuma de las cervezas (Gimferrer, 2008).

### 1.3. Enzimas

"Enzima alimentaria" un producto obtenido a partir de plantas, animales o microorganismos o sus productos, incluyendo un producto obtenido por un proceso de fermentación por microorganismos que contienen una o más enzimas capaces de catalizar una reacción bioquímica específica, y que se añade a alimentos con un fin tecnológico en cualquier fase de la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, empaquetado, transporte o almacenamiento de los mismos (Confalone, 2015).

Uno de los primeros testimonios escritos de la utilización de enzimas está representado por los poemas épicos de Homero, que data de 800 a.C., en el que se menciona el uso de enzimas para la producción de queso. En el campo de la alimentación es cada vez mayor la demanda de métodos menos invasivos, de modificar los productos con el fin de reducir el uso de aditivos químicos. Los cambios químicos de hecho requieren condiciones de reacción drásticas y pueden generar problemas de la no especificidad y la presencia de subproductos. En nuestros días, las enzimas se utilizan ampliamente y sus ventajas se refieren principalmente a: la capacidad de funcionar en condiciones suaves (pH neutro, baja temperatura), alta especificidad de sustrato, de alta eficiencia de reacción, alta velocidad de reacción, menor impacto ambiental, la reducción de los subproductos y su reacción (Ture Damhus, 2008)

Existen diferentes enzimas que son capaces de catalizar diferentes reacciones, como por ejemplo:

- Amilasa (descomposición del almidón)
- lipasa (la degradación de los lípidos)
- Proteasa (la degradación de proteínas)
- Pectinasa (degradación de la pectina, polisacárido presente en frutas)

El uso de enzimas en la industria alimentaria es regulado por leyes específicas. En la Unión Europea la AMFEP (Asociación de Fabricantes y Formuladores de enzima productos) asegura que las enzimas utilizadas en la

industria alimentaria se hacen a partir de microorganismos no patógenos (patógenos = posible origen de la enfermedad) y no tóxicos genéricos (tóxicos genéricos = producen sustancias peligrosas, por ejemplo, toxinas) (Ture Damhus, 2008).

La mayoría de las enzimas alimentarias se utilizan en el proceso de producción, pero no están presentes en el producto acabado y en este caso no tiene que ser declarado en la etiqueta. Sin embargo, cuando se utilizan las enzimas como aditivos reales, y están presentes en el producto acabado, deben obligatoriamente ser declaradas en la etiqueta (Ture Damhus, 2008).

### **1.3.1. Enzimas en la industria alimentaria**

#### **1.3.1.1. Edulcorantes**

Un gran punto de inflexión en el uso de enzimas en la industria alimentaria ha tenido lugar en los años 60 con la introducción de la amilasa para romper el almidón en unidades de glucosa. La industria de almidón ha iniciado a emplear enzimas como tipos especiales de edulcorantes (principalmente glucosa y jarabes de fructosa), que no pudieron ser conseguidos con las tradicionales reacciones químicas, ya que han sido desarrollados procesos completamente enzimáticos. El uso de amilasa reduce los costos de fabricación y permite llevar a cabo una reacción con un alto rendimiento, para obtener productos sumamente puros y fácilmente cristalizables. Los jarabes y el almidón modificado se utilizan en una amplia gama de productos alimenticios tales como bebidas, postres, productos de panadería, helados, salsas, alimentos para bebés, frutas enlatadas, etc. (Ture Damhus, 2008).

#### **1.3.1.2. Pan y productos de pastelería**

El uso de enzimas en este campo permite reducir el uso de aditivos químicos y garantiza pan de alta calidad con una levadura uniforme y capaz de mantener la frescura por más tiempo. La masa de pan, pasteles y productos similares se

compone principalmente de harina, levadura y sal. La harina a su vez contiene gluten, almidón, otros polisacáridos, lípidos y sales minerales. Cuando la masa está lista, la levadura inicia su acción sobre los azúcares transformándolos en alcohol y anhídrido carbónico, este última provoca el aumento de volumen de la masa. El componente principal de la harina de trigo es el almidón y para ello es posible emplear amilasa que descompone el almidón en moléculas más pequeñas, lo que favorece la acción de la levadura. El gluten se compone de un conjunto de proteínas que constituyen una red durante la formación de la masa; esta red retiene el dióxido de carbono durante la cocción y por lo tanto es importante para un buen fermento del pan. Las enzimas como la hemicelulosa, xilanasas, lipasa, y oxidasa mejoran la resistencia de la red de gluten y por lo tanto permiten obtener pan de alta calidad (Ture Damhus, 2008).

#### **1.3.1.3. La leche y el queso**

La aplicación de enzimas en el procesamiento de la leche tiene una larga tradición. Ya en la antigüedad se utilizó el cuajo de ternera para la producción de queso. El cuajo contiene un conjunto de proteasa capaz de dividir la caseína, proteína que se encuentra presente en la leche, y causa la coagulación. En el pasado, el cuajo se extrajo de la mucosa del estómago de los terneros o corderos; hoy en día se obtiene por fermentación con microorganismos modificados genéticamente en el que se insertó el gen de la pantorrilla que determina la producción de cuajo (Ture Damhus, 2008).

#### **1.3.1.4. Zumos de frutas**

La pectinasa se utiliza desde hace más de 60 años en la producción de zumos de frutas y juegan un papel vital en esta área. Su función es dividir la pectina, que es un polisacárido presente en la fruta. La pectinasa es un requisito previo para la obtención de jugos límpidos y estables.

Las enzimas son también otras aplicaciones relacionadas con el procesamiento de frutas: la llamada "peeling enzimático" de los cítricos, ha reemplazado el uso de sosa cáustica en la producción de fruta fresca pelada y ensaladas (Ture Damhus, 2008).

#### **1.4. Transglutaminasa**

El descubrimiento de la primera enzima transglutaminasa se dio a principios del año 1920, utilizaban esta enzima como cicatrizante de heridas en la guerra, y posterior a esto se ha conducido a la identificación de diferentes tipos de enzimas incluyendo la TG2. El miembro más abundante, más popular y más estudiado de la familia de la enzima transglutaminasa (Benedict, 2013).

La transglutaminasa pertenecen a una familia de enzimas dependientes de  $\text{Ca}^{2+}$  y catalizan la formación de enlaces cruzados  $\epsilon$ - ( $\gamma$ -glutamil) lisina entre residuos de glutamina unidos a péptidos y al grupo amina primaria de varias aminas. Estas reticulaciones se forman generalmente en o entre proteínas por reacción con el grupo  $\epsilon$ -amino de residuos de lisina y actúan para estabilizar proteínas mediante polimerización contra productos químicos, enzimas proteolíticas y disrupción física. Se dice que la transglutaminasa participa en una amplia variedad de acontecimientos biológicos como la fertilización, el desarrollo, la diferenciación, apoptosis, la coagulación, y la cicatrización (Am J Pathol, 2000)

La cicatrización cutánea es un proceso complejo que consiste en tres fases que se superponen, inflamación, proliferación, y remodelar. La herida de la piel obtiene una reparación temporal por la formación de un coágulo que tapa el defecto, seguido de la invasión de células inflamatorias y luego fibroblastos y vasos capilares en el coágulo para formar un tejido de granulación contráctil. Mientras tanto, los bordes epidérmicos cortados migran hacia delante para cubrir la superficie de la herida desnudada. Durante estos procesos de cicatrización de las heridas, las TG activan en todas las capas de la piel

correspondientes a la epidermis, la dermis y la carnositis del pániculo. El factor de coagulación XIIIa (transglutaminasa plasmática) es activado por la trombina y contribuye a la formación de un coágulo de fibrina en el sitio de la lesión (Am J Pathol, 2000).

La transglutaminasa del tejido (TG2), se expresa en células endoteliales, macrófagos y células del músculo esquelético durante todo el proceso de cicatrización. Tener conocimiento de estas enzimas es esencial para comprender las etiologías de diversas enfermedades hereditarias de la sangre y la piel, y varias enfermedades autoinmunes, inflamatorias y degenerativas (Am J Pathol, 2000).

La enzima transglutaminasa, descubierta por Ajinomoto Co. Inc. De Tokio, Japón, en 1987 se utiliza como una ayuda en la preparación industrial de alimentos. Al igual que otras enzimas también, la transglutaminasa cataliza reacciones químicas, sin que ellas mismas sean cambiadas estructuralmente (Ajinomotogroup, 2016).

La enzima transglutaminasa es un medio para obtener nuevos y atractivos alimentos para el consumidor, o para aprovechar mejor los subproductos de la industria. La transglutaminasa o también conocido como el pegamento de carnes es importante, ya que permite realizar alimentos reestructurados con exigencias nutricionales específicas, para determinados sectores de la población o para la producción de alimentos de tipo dietético (Pira, 2010).

Los efectos de la transglutaminasa son similares a cuando se lleva una proteína a temperaturas altas y pierden su estructura tridimensional, pero que a su vez enlazan una proteína con otra, esto genera una estructura de gel, este efecto tienen la transglutaminasa, pero sin necesidad de someter el producto a temperaturas de refrigeración, o a tratamiento térmico. Al aumentar la temperatura el tiempo de reacción de la enzima es menor, existen protocolos para la preparación de reestructurados cárnicos, con la transglutaminasa lo ideal sería realizar reestructurados a una temperatura de 5°C durante 4 horas.

En el caso de que un producto vaya a sufrir un tratamiento térmico, se debe realizar en un tiempo de espera prolongado antes del calentamiento, para que la enzima pueda ejercer su rol o acción, ya que por encima de los 60°C pierde su actividad o función (Pira, 2010).

La transglutaminasa es de origen microbiano y es utilizada en los alimentos, por lo que no necesita de adición de calcio para su activación. Esta enzima se la puede obtener de suero de vacuno o porcino, ya que forman parte de sistemas biológicos, pues es el cofactor que se da de forma habitual en los animales vivos. Según la actual normativa, la transglutaminasa se encuadra en los coadyuvantes tecnológicos, que son sustancias que se utilizan intencionadamente para mejorar la elaboración de productos alimenticios para llevar a cabo un fin tecnológico, y que pueden tener como resultado su presencia en el producto acabado, siempre que ésta no entrañe riesgo sanitario alguno. Al no tratarse ni de ingredientes ni de aditivos, los coadyuvantes tecnológicos no se incluyen en su etiquetado. Los informes de toxicidad o de alergenidad realizados sobre esta enzima han sido concluyentes en cuanto a su inocuidad. Además, ya ha sido aprobada por agencias alimentarias como la FDA, por lo que se presupone que no van a existir problemas, para que la comisión la apruebe para la introducción en la lista positiva de enzimas de uso alimentario.

Como curiosidad, cuando se emplea la transglutaminasa en productos reestructurados crudos, el etiquetado sí debe especificar que el producto está compuesto por trozos, para evitar confusión en el consumidor. Finalmente, en cuanto al conflicto con otros auxiliares, la solución se encuentra en indicar la procedencia del producto en la etiqueta y que el consumidor sea el que decida comprarlo o no (Picón, 2012).

La transglutaminasa es una enzima normalmente presente en la naturaleza y en los organismos vivos como por ejemplo: Cerdo, ganado, aves de corral, pescados y mariscos, también esta enzima se encuentra en los tejidos del ser

humano. Cuando la enzima transglutaminasa se introduce dentro de las proteínas cárnicas, tiene la capacidad de mejorar las propiedades estructurales de la proteína gracias a la formación de enlaces químicos estables (enlace covalente o peptídico) dentro de la matriz de proteínas alimenticias, sin la necesidad de aditivos químicos que alteren su composición. Más detalladamente en productos cárnicos la enzima transglutaminasa promueve la formación de enlaces covalentes entre los residuos de glutamina y lisina que se encuentran presentes en las proteínas de carne, refiriéndose particularmente a la miosina que representa la principal fracción proteica de la carne (Gianni, 2017)

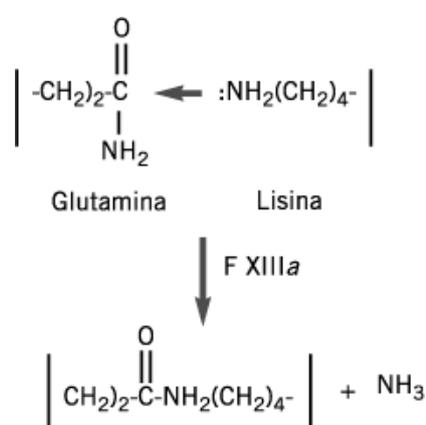


Figura 1. Reacciones de la transglutaminasa. Tomado de (SciELO, s.f.)

Como todas las enzimas, la transglutaminasa también presenta condiciones de pH y temperatura óptima para ejercer la misma actividad.

Tabla 2

*Condiciones de acción de la enzima transglutaminasa*

	Rango de estabilidad	Valor optimo
pH	5-9	6-7
Temperatura	<55°C	55°C

Nota. Tomado de (Prodotti, 2017)

Como se puede ver a través de estos valores, la enzima tiene una actividad óptima en la mayoría de productos cárnicos.

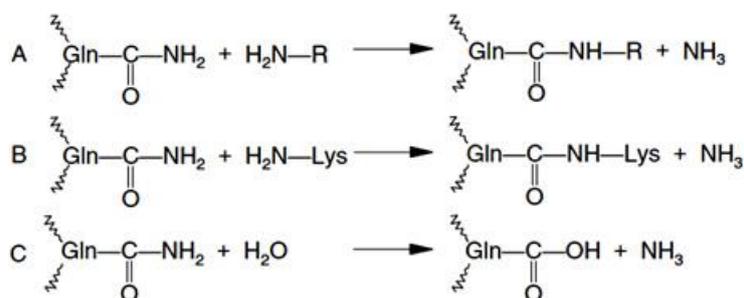
Una enzima es una proteína que cataliza una reacción química. La catálisis es un proceso que devuelve la posible o acelera una reacción química. La transglutaminasa por ejemplo, es la enzima que hace posible la coagulación de la sangre promoviendo la formación de uniones covalentes entre las moléculas de fibrina. Las principales ventajas de la enzima transglutaminasa es su inactivación total conseguida a través de la cocción del producto. Además, en el caso de ingerir productos cárnicos no cocidos o completamente cocidos, no existen efectos negativos sobre la salud humana (Gianni, 2017).

La Transglutaminasa o también conocida como “Activa” en la industria de Ajinomoto es producida por la bio-fermentación (fuente microbiana) que a diferencia de otros transglutaminasa presente en la naturaleza tiene una acción independiente del calcio (es decir, independiente de la presencia de iones  $\text{Ca}^{++}$  en la matriz). Esta característica hace que la enzima sea adecuada para numerosas aplicaciones en la industria alimentaria, con especial referencia a los productos de carne. Como anteriormente descrito, la enzima transglutaminasa actúa sobre las proteínas de la carne promoviendo la formación de uniones estables, covalentes, entre detalles restantes de aminoácidos presentes en la enzima. Gracias a esta propiedad, “Activa” permite atar, reestructurar y mejorar la textura. Ej. Compactibilidad, de diferentes tipologías de productos a base de carne (Gianni, 2017).

#### **1.4.1. Características de la transglutaminasa obtenida por la biotecnología**

- Es una cadena polipeptídica simple de 331 aminoácidos con un PM de 38.000 Dalton.
- El aminoácido Cisteína se encuentra en la posición 64 (centro activo). El grupo-SH de este interviene en la reacción de la transglutaminasa.
- No necesita de coenzima o cofactor.
- No necesita  $\text{Ca}^{+2}$  (no es calcio dependiente, contrariamente a la transglutaminasa proveniente de músculos de mamíferos, hígado o sangre).

- En ausencia de aminas primarias, el agua puede actuar en lugar del grupo acilo, y el residuo Glu se abate.
- Necesita la presencia de proteínas para actuar.
- Es un tipo de transferasa que cataliza las reacciones de transferencia del grupo acilo (R-CO) entre el grupo gamma-carboxiamida de péptidos y las aminas primarias (lisina) de otras cadenas peptídicas.



*Figura 2.* Reacciones catalizadas por la transglutaminasa. (A) Reacción de acil-transferencia. (B) Reacción de entrecruzamiento. (C) Desanimación. Tomado de (Jaros, 2006).

#### 1.4.2. Funciones de la transglutaminasa

- Capacidad de unión: Concede estructura ya que el enlace covalente catalizado por la transglutaminasa es complicado de romper mientras exista una acción no enzimática. Una vez que se ha desarrollado la carne reconstituida, no se dispersa ni siquiera al cocinarlo o congelarlo.
- Capacidad gelificante: Aporta textura.
- Resistencia física: Aporta firmeza
- Contención de humedad
- Elasticidad
- Estabilidad y retención de emulsión.
- Termo estabilidad

Mejora el valor nutricional de las proteínas: la transglutaminasa puede ser utilizada para implantar aminoácidos ausentes en proteínas que no poseen una composición ideal (Barreiro, 2003).

### **1.4.3. Elementos que intervienen en la actividad enzimática**

#### **1.4.3.1. Temperatura y pH**

La transformación de la actividad enzimática está totalmente ligada a la temperatura. Una elevada temperatura necesita un tiempo de reacción más corto. La actividad enzimática es óptima a una temperatura de 50-55 grados centígrados y envuelve un extenso rango de pH de 4,5 a 9, con un óptimo entre 6 y 7 (Barreiro & Seselovsky, 2003).

#### **1.4.3.2. Inactivación- Inhibidores**

La transglutaminasa consigue ser inactiva por un aumento de la temperatura interna más allá de 75 grados centígrados (2 horas a 65 °C, 15 minutos a 70 °C, 5 minutos a 75 °C o 1 minuto a 80 °C). No obstante a la transglutaminasa derivado de hígado de cerdo o de sangre, la actividad de la transglutaminasa microbiana reduce poco en presencia de iones bivalentes de Calcio. “La transglutaminasa microbiana es una enzima que presenta un polo-SH y ve entonces su actividad reducida en presencia de agentes modificadores de los grupos-SH”. La enzima es a su vez perceptivo a la oxidación (Barreiro & Seselovsky, 2003).

#### **1.4.3.3. Actividad o- Tiempo de reacción**

La acción de la transglutaminasa se enuncia en unidades/gramo. La actividad de la transglutaminasa natural 10% es de 1000-1150 u/g a 50 u /g según las preparaciones. El tiempo de reacción de la enzima depende totalmente de la temperatura (Barreiro & Seselovsky, 2003).

#### 1.4.3.4. Especificidad de sustratos

Las proteínas que exhiben estructuras muy versátiles, como las gelatinas o las caseínas, y que son regularmente buenos sustratos para las enzimas, lo son también para la transglutaminasa (Barreiro & Seselovsky, 2003).

Tabla 3

*Reactividad en sustratos con el uso de la transglutaminasa*

PRODUCTO	PROTEINA	REACTIVIDAD
Leche	Caseína	+ + +
	Caseinato de Sodio	+ + +
	a-Lacto albúmina	+
	b-Lacto globulina	+
Huevos	Clara	+
	Yema	+ +
Soja	Globulina 11S	+ + +
	Globulina 7S	+ + +
Trigo	Gliadina	+ +
	Glutenina	+ +
Carnes	Mioglobina	+
	Colágeno	+ +
	Gelatina	+ + +
	Miosina	+ + +
	Actina	-

+ + + : Reacciona muy bien

+ + : Reacciona bien

+ : Reacciona dependiendo a las condiciones

- : No reacción

Nota. Tomado de (Almeida, s.f.)

La reactividad de los productos cárnicos puede mejorar, modificando la temperatura o el pH con el propósito de desnaturalizar en parte, la conformación de la estructura.

#### **1.4.4. Usos en la industria Alimentaria:**

##### **1.4.4.1. Productos cárnicos**

Se puede conseguir novedosos productos o filetes de cualquier tipo de proteína hecho de gran variedad de cortes, no precisamente es de la misma especie de carne, esto puede variar según la novedad del producto. Se pueden realizar *nuggets*, jamones, filetes de atún con otro tipo de pescado, entre otros alimentos distintivos.

##### **1.4.4.2. Lácteos**

En el caso de los quesos y yogures la enzima actúa y aporta elasticidad en el producto, mejorando la textura y aumentando el rendimiento de las materias primas.

##### **1.4.4.3. Pescados y mariscos**

Es utilizada para la producción del famoso surimi que se conforman de palitos de cangrejo, también está presente en la elaboración de preparados de variedad de pescados y mariscos, unir o pegar diferentes trozos de pescados en una sola pieza. etc.

##### **1.4.4.4. Panadería y pastelería**

Elaboración de panes más invulnerables al calor con una textura más suave como si de leudo se tratase, Acelera la producción y efectividad de productos de repostería.

#### **1.4.4.5. Industria de A y B**

La enzima es utilizada para la creación de nuevos y novedosos productos que sean atractivos para los consumidores en restaurantes y hoteles. Actualmente la transglutaminasa se utiliza en el sector de restauración para la comida molecular (RVF, 2014).

Cada país, es el responsable de regular la legislación aplicable sobre el uso de enzimas en el procesado de alimentos, por lo que hay diferencias, tanto a nivel internacional como también en la Unión Europea.

#### **1.4.5. Aplicaciones de la transglutaminasa en alimentos**

##### **1.4.5.1. Componentes no cárnicos**

Las razones más importantes para integrar proteínas que no son cárnicas a las carnes reconstituidas o reestructuradas son: adherir los pedazos de carnes y retener agua.

Entre los ingredientes no cárnicos que se utilizan se encuentran:

- Proteína de soya
- Caseinatos, Suero de prótido concentrado
- Transglutaminasa

La transglutaminasa en combinación con proteínas no cárnicas provee buenos resultados en carne y hamburguesas de ave, como reemplazante de ClNa y tripolifosfatos. Por otro lado ayuda a optimizar su funcionalidad, mejorando su poder de aglutinación y retención de agua. Las proteínas no cárnicas, impiden disminuir el contenido de cloruro de sodio y fosfatos, pero a su vez, aminoran las pérdidas que se producen al momento de la cocción, mejoran la textura e incrementan la capacidad de retener agua (Barreiro & Seselovsky, 2003).

#### **1.4.5.2. Carnes reestructuradas**

La carne reestructurada se obtiene a partir de la unión de pedazos de carne, con la adición de la enzima transglutaminasa a temperaturas bajas, durante toda una noche. La adhesividad y la red proteica que se logran al usar esta enzima en productos cárnicos, son resistentes al calor (cocción), y esto ayuda a que la carne sometida a cocción mantenga su integridad.

La aplicación comercial de la técnica da como resultado un único corte de carne en las carnes crudas reconstituidas. La adherencia se forma con fragmentos o residuos de cortes de productos cárnicos o a su vez con trozos de carne de bajo valor, este valor agregado al producto hace que la carne pueda ser cortada en rodajas o fetas, tanto en la carne cruda como en la cocida.

Tabla 4

*Alimentos que se pueden preparar mediante el uso de la TG*

PRODUCTO OPERADO	PRODUCTO FINAL	FUNCIÓN PRINCIPAL
Carnes	Hamburguesas, carne enlatada, carne congelada	Mejora la flexibilidad, la textura y el flavor. Mejora el sabor a la carne. Prolonga la vida útil del almacenado
Pescados	Pescado, productos a base de pescado	Mejora la textura y la apariencia Incrementa la textura de los geles
Trigo	Alimentos horneados	Mejora la textura y aumenta el volumen
Soja	Poroto frito	Mejora la textura. Prolonga la vida útil del producto almacenado
Vegetales, frutas	Aceleradores para la absorción de sustancias minerales	Estimula la absorción
Grasas	Grasas sólidas	Sustituto de cero con excelente textura y sabor
Proteínas vegetales	Polvo de proteínas	Forma un gel con excelente textura y sabor
Condimentos	Condimentos	Mejora sabor y flavor
Gel de proteínas	Gel de proteínas	Aumenta la viscosidad
Arroz	Arroz durante el almacenamiento	Mantiene la textura y el sabor original
Proteínas de la leche	Leche	Aumenta la viscosidad
Postres crocantes	Postres crocantes	Mantiene la firmeza

*Nota.* Tomado de Universidad del centro educativo. (Barreiro, 2003)

#### 1.4.6. Propiedades y aplicaciones de Activa

La enzima transglutaminasa se vende en diferentes grados, considerado para un propósito en específico, y con la seguridad de usar el producto adecuado. La fórmula más popular es la Activa RM, que contiene caseinato de sodio (proteína que se encuentra en la leche), que sirve para unir componentes. Se puede esparcir o polvorear directamente, o a su vez aplicar en forma de papilla, agregando de tres a cinco partes de agua en una parte de Activa (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 252) .

Otra versión popular es la Activa GS, se compone de polifosfatos que ayudan en la extirpación de miosina en la carne, para que la adherencia sea más fuerte. Es mucho mejor aplicar en forma de papilla, ya que los fosfatos no se deslíen bien si se espolvorea sobre una superficie húmeda y fría (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 252).

Activa se deteriora de forma rápida con la exposición de humedad o aire, porque la degradan. El indicio de deterioro más notable es que simplemente deja de tener efecto, y no funciona. Los expertos en cocina pueden descubrir un pequeño cambio en su aroma como por ejemplo: la papilla de Activa fresca tiene un olor a perro mojado. Como el producto pierde su poder de aglutinante muy pronto, es importante una vez abierto dejarla en el congelador. Uno de los métodos para conservar Activa, es el empaclado al vacío. Para unir porciones con Activa es necesario apretar las superficies para que se genere un contacto firme, se puede poner peso o a su vez pasar un rodillo por la carne una vez que esté bien envuelta en film o plástico con el fin de formar un enlace compacto. Para unir porciones con Activa es necesario apretar las superficies para que se genere un contacto firme, se puede poner peso o a su vez pasar un rodillo por la carne una vez que esté bien envuelta en film o plástico con el fin de formar un enlace compacto. El empaclado al vacío es una manera eficaz al momento de usar Activa, ya que elimina las bolsas de aire y emplea presión atmosférica que da fuerza en todas las direcciones, para oprimir las superficies hasta que encajen. El efecto de enlace es lento: a temperaturas normales de

refrigeración, se necesita alrededor de unas 5 horas para que se desarrolle un 80 % de la fuerza de adherencia máxima. Por lo tanto, en casi todas las aplicaciones de Activa es necesario pegar la carne y dejar reposar en el refrigerador alrededor de 6 a 12 horas. La reacción se da de una manera más rápida al subir la temperatura, a 55 grados centígrados (130 grados Fahrenheit), la unión dura al menos 5 minutos (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 252).

El método de utilizar Activa con un medio de calor es ideal para carnes que se van a preparar al vacío, a temperaturas de núcleo de 60°C / 140 °F o menor. Se pone Activa en la carne, se empaca al vacío y se cocina. En el siguiente calentamiento donde se alza la temperatura el enlace ya creado no se romperá, pero la enzima perderá su acción si se calienta a temperaturas superiores de 58°C / 135°F. Por tal razón hay que evitar que esto suceda antes de que se produzca la unión o adherencia. Esta restricción significa que, no se puede emplear el método de adherencia con calor con carne cocida a temperaturas. El empacado al vacío funciona de una manera eficaz, porque el gradual aumento de temperatura, da a la enzima más tiempo de desarrollar su función por debajo de una temperatura de 58 °C / 135°F (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 252).

Activa no posee un sabor propio, pero el efecto de entrelazamiento que genera produce un leve olor a amoníaco. Su utilización no generara malos olores o sabores en los platos a menos de que se utilice en exceso.

#### **1.4.7. La transglutaminasa y la enfermedad celiaca**

La enfermedad celíaca es una enfermedad autoinmune que se produce en individuos genéticamente susceptibles, provocada por el gluten y las prolaminas relacionados. Afecta principalmente al intestino delgado, donde se conduce progresivamente al aplanamiento de la mucosa intestinal. Los tres

cereales que contienen gluten, y por lo tanto son tóxicos para los pacientes celíacos, son el trigo, centeno y cebada (Bamonte, 2012).

Situado en las características de la superficie celular y en la matriz extracelular con una amplia variedad de actividades biológicas, el tejido enzima TG2 cataliza la reticulación covalente de proteínas irreversible, que determinan, por desanimación, la formación de un enlace isopeptídico. Almacenado dentro de las células, TG2 se libera durante un daño intracelular y juega un papel importante en la estabilización del andamiaje de tejidos conectivos. Es interesante observar que TG2 está implicado en la formación de la  $\beta$  activo del factor de crecimiento transformante (factor de crecimiento transformante  $\beta$ , TGF beta) a través de la reticulación de la proteína TGF  $\beta$  vinculante, y modelos muestran una capacidad comprometida a la fagocitosis de los macrófagos por las células apoptóticas, lo que resulta en una respuesta inflamatoria anormal. Además de estas actividades enzimáticas, la TG2 se requiere para la fijación y la motilidad de los fibroblastos y monocitos a través de interacciones con integrinas y fibronectina. Por lo tanto, se puede entender que la interrupción de esta función podría poner en peligro la migración de fibroblastos y células epiteliales (Bamonte, 2012).

#### **1.4.8. La transglutaminasa y el Alzheimer**

El mal repliegue de proteínas y la formación de complejos de proteínas insolubles estables mediante proteínas auto-interactivas, en particular la proteína amiloide  $\beta$  y tau, juegan un papel central en la patogénesis de la enfermedad de Alzheimer (EA). Desafortunadamente, los mecanismos subyacentes que desencadenan el repliegue erróneo de proteínas auto-interactuantes que eventualmente resultan en la formación de dímeros, oligómeros y agregados neurotóxicos permanecen poco claros. La dilucidación de las fuerzas impulsoras de la formación de complejos de proteínas en la EA es de crucial importancia para el desarrollo de terapias modificadoras de la enfermedad. La transglutaminasa tisular (tTG) es una enzima dependiente del

calcio que induce la formación de enlaces isopeptídicos de  $\epsilon$ - ( $\gamma$ -glutamil) lisina covalentes, lo que da lugar a enlaces cruzados tanto intra como intermoleculares. Estas reticulaciones intermoleculares catalizadas por tTG inducen complejos proteicos estables, rígidos e insolubles, mientras que las reticulaciones intramoleculares cambian la conformación de proteínas. La inhibición de la reticulación catalizada por tTG contrarresta la formación de agregados de proteínas, como se observa en modelos de enfermedad de otras enfermedades de replanteo de proteínas, en particular enfermedades de Parkinson y Huntington. Aunque los datos de la actividad de tTG en los modelos de DA son limitados, hay pruebas convincentes de ambos in vitro y post mortem del tejido cerebral humano de pacientes con AD que apuntan hacia un papel crucial para la transglutaminasa tisular en la patogénesis de la EA (JAD, 2014).

Hay la posibilidad de utilizar inhibidores en la recirculación de la actividad de la transglutaminasa tisular como un nuevo enfoque terapéutico para la enfermedad del alzheimer (JAD, 2014).

#### **1.4.8. Peligros de la transglutaminasa**

La FDA clasifica la enzima TG como GRAS o "generalmente reconocida como segura", y también es aprobada por el USDA. Dicho esto, el USDA aprueba el uso de neurotoxinas (MSG, aspartame, fluoruro), pesticidas y herbicidas, y la hormona del crecimiento y las carnes inyectadas con antibióticos (Faceless, 2016).

Cuando múltiples pedazos de la carne se engloban (potencialmente de animales diferentes y múltiples países), esto puede ser un riesgo. "Si hay un brote de bacteria, es mucho más difícil de encontrar la fuente, cuando los pedazos de la carne de múltiples vacas fueron combinados, "dice Keith Warriner que enseña la ciencia de alimentos en la Universidad de Guelph en Ontario, Canadá (Faceless, 2016).

El recuento de bacterias en carne "reestructurada" es extremadamente alto porque las piezas de carne que estaban fuera de las piezas están ahora pegadas en el interior, haciéndolos difíciles de cocinar a fondo."La cantidad de bacterias en un bistec que se ha unido con pegamento de carne es cientos de veces mayor", dice el microbiólogo Glenn Pener. Esto puede conducir a intoxicación alimentaria, enfermedades graves e incluso la muerte (Faceless, 2016).

El exceso de transglutaminasa se entiende a "gluten" Recientemente hemos visto un enorme aumento en la sensibilidad al gluten en los EE.UU.Si esto conduce a su propia transglutaminasa que se determina extraña también, podría conducir al desarrollo de la alergia del gluten y de la enfermedad celiaca (Faceless, 2016).

Es importante conocer que la transglutaminasa es una enzima proteica que está compuesta por varios elementos químicos y como cualquier aditivo puede ser perjudicial para la salud, por tal razón es indispensable que se maneje y utilice el producto con los respectivos cuidados y protección como son los guantes o mascarilla, puede ocasionar o llegar a producir reacciones alérgicas o generar problemas en las vías respiratorias (Arnold, 2011).

## **1.5. Residuos de alimentos**

El término residuo se define como el conjunto de los productos alimenticios que han perdido valor comercial que se descartan por la cadena agroalimentaria, pero que todavía puede estar destinado para el consumo humano. Son perfectamente productos utilizables, pero no más vendible, y que están destinados a ser retirados y eliminados, en ausencia de un posible uso alternativo. Los productos clasificados de este modo pierden las características de la "mercancía", pero no los de "comida", por lo que son productos no vendidos, pero no invendible (Milano, 2015).

El desperdicio de alimentos es un fenómeno que ha sido durante mucho tiempo muy subestimado. En los últimos años, causadas por la crisis económica global, la volatilidad de los precios de los productos agrícolas y la creciente alarma sobre el cambio climático, se ha incrementado la atención sobre este tema, así como en la pérdida de materias primas y recursos relacionados con la energía.

La pérdida de alimentos puede ocurrir en cualquier nivel de la cadena alimentaria, desde la producción hasta el consumo. Algunas de ellas, como las pérdidas por efecto del clima o el ataque por patógenos, no se puede predecir, en cambio otros pueden estar contenidos al menos en parte debido a una mejor gestión o mejor educación del consumidor (Milano, 2015).

## **1.6. Mermas**

Se refiere a la pérdida de ciertas características físicas de productos como: su peso, su longitud, volumen, etc., o a la disminución o reducción de un producto, dentro de la industria de A y B encontramos varios tipos de mermas (Rodríguez, 2017)

Dentro de la industria alimentaria “Por merma entendemos a la utilización de algún producto sobrante del original y este mismo el cual puede ser utilizado para diversas elaboraciones” (Fragoso, 2015).

Las mermas se pueden producir como comunes u ordinarias, estas mermas son las que se generan día a día en el área de restauración, y por otro lado las mermas anormales son las que se producen en situaciones extra normales, pero que pueden ser controladas (Fragoso, 2015).

Existen varias maneras en las que se puede obtener perdidas en proporciones en los productos que se maneja en un inventario.

### **1.6.1. Mermas operativas**

Se dan por descuidos, o procedimientos indebidos por parte del personal., pero a su vez se generan como parte de la modificación de un producto.

### **1.6.2. Mermas naturales**

Son mermas que se producen en productos perecederos, es decir todos los productos que poseen una fecha de caducidad, .Materia prima que sufre pérdidas o cambios naturales al cambiar de estado.

### **1.6.3. Mermas por manipulación**

Se producen por el deshecho de un alimento e interviene un facto de merma como por ejemplo un ingrediente en crudo como la piel, huesos, cartílagos, grasa. etc.

### **1.6.4. Mermas por cocción**

Se da en el proceso normal de cocción, cuando se produce la reducción o disminución del producto cocinado. Aproximadamente la reducción de un producto durante la cocción es alrededor de un 15%, esto implica una merma útil frente a las utilidades totales.

### **1.6.5. Mermas por descongelamiento**

Mientras ocurre el congelamiento los ingredientes soportan un cambio físico en donde las moléculas se propagan, al momento de volver al proceso, estas moléculas tornan a perder volumen y esto provoca una pérdida importante.

### **1.6.6. Merms por desangrado**

El componente de refrigeración hablando específicamente de la carne es importante, hay que tener un control permanente en la cadena de frío, ya que los productos cárnicos sufren una pérdida de jugos naturales, que afectan el precio de la materia prima (Mendoza, Castro, s.f.)

## **1.7. Carnes**

En las carnicerías se corta el cuerpo de las reses sacrificadas, hasta conseguir tamaños adecuados de porciones de carne para cocinar y consumir. Un aspecto que conllevan todas las carnicerías del mundo es que el cuerpo de la res se empieza dividiendo en cortes primarios, que pertenecen en cierta parte a las unidades que las carnicerías adquieren a los mataderos o a los mayoristas. Después de esto, el carnicero despedaza estos cortes en trozos pequeños para cocinarlas y consumirlas. Estas piezas de carne se clasifican en 3 categorías principales, las muy tiernas, para hacer ágilmente a la parrilla, asar en el horno o freír; las de ternera media, que deben cocinarse con agua y despacio; y las más duras, que requieren una cocción larga en estofados o al horno. Una de las reglas generales establecidas, dicen que entre más pequeño sea el animal, existirán menos cortes primarios, esto implica que existen menos cortes primarios de ternera que de vaca y menos aún de cerdo. Los pollos y la mayoría de aves, tienen un tamaño lo suficientemente pequeño para que los consumidores puedan adquirirlos y comprarlos enteros (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 44).

### **1.7.1. Carne reconstituida**

“Son aquellos alimentos que se obtienen mediante la mezcla de un ingrediente principal y una sustancia aglutinante, lo cual permite el cambio de forma sin alteración de sabor ni propiedades” (Collazos, 2015).

En la actualidad el consumidor solicita cada vez más productos beneficiosos que posean un mismo formato y peso. Piden cortes de carnes que sean semejantes, fáciles de preparar y que tengan un balance entre precio- calidad. El consumidor también solicita productos que tengan un valor nutritivo alto. Los alimentos deben ser seguros y ayudar a un régimen sano de alimentación. Uno de los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades del consumidor es desmenuzar o procesar la carne para obtener diferentes productos alimenticios llamados reconstituidos o reestructurados (CyTA, 2009).

La unión de piezas de carne, resulta de la añadidura de proteínas no cárnicas o transglutaminasa y de su reserva a temperaturas bajas durante toda una noche, de esta manera se logra obtener la carne reconstituida. La cohesividad y la red proteica lograda, son resistibles al calor, y de esta manera se asegura que la carne cocida conserve su integridad.

Se descubrió que la transglutaminasa sola no se adapta bien a las reacciones de entrecruzamiento entre los fragmentos de carne cruda, pero si lo consigue con la añadidura de caseinato de sodio. El uso comercial de esta técnica resulta un corte único en las carnes crudas reconstituidas. Los ligamentos se forman con pedazos o trozos de carne de un valor bajo. Este valor adicionado al producto, ayuda a que la carne pueda ser cortada en fetas o rodajas, tanto en la cocina como en la carne cruda. La carne reconstituida está ajustada a un procesamiento mínimo y no contiene polifosfatos ni sal para incitar la retención de agua. La estructura del músculo no se altera y por tal razón, la textura y el sabor no se ven afectados (Barreiro, 2003).

### **1.7.2. Procedimiento milenario de la carne reconstituida**

Aglutinar y formar productos alimenticios existe desde hace mucho tiempo. Uno de los ejemplos más comunes es el uso del huevo para ligar carne picada en la preparación de albóndigas. Pero también existen productos como la gelatina y productos vegetales, como la fécula de la papa que tienen efecto aglutinador.

Las proteínas y las enzimas ejercen un papel importante en el proceso de unir y ligar alimentos. En elaboración de carne reconstituida, los fabricantes utilizan productos complementarios como, por ejemplo, proteínas y enzimas naturales. Durante el proceso de fabricación, estos auxiliares afirman que todos los productos alimenticios tengan un mismo peso y formato, con una buena estructura, y a su vez que sean firmes, blandos, jugosos, y que tengan un buen sabor y color.

### **1.7.3. Productos cárnicos: de grandes a pequeños**

Carne reconstituida figura la unión de piezas de carne pequeñas que se procesan y moldean para formar un solo trozo o pieza de cárnico, que suelen ser transformados en productos para que se adecuen y adapten de la mejor manera para satisfacer los deseos del consumidor. Se aplican por lo general dos métodos diferentes. En el primer método, los productores cortan trozos de carne grandes en piezas pequeñas. Estos pedazos de carne se unen y se ponen en moldes, para crear un pedazo de carne de un tamaño superior. Posteriormente, se crean productos cárnicos con la estructura, forma y peso deseado. En el segundo método, los fabricantes procesan sobrantes de carne que no son posibles de aprovechar como, por ejemplo, las puntas de solomillo de cerdo o los trozos que sobran al cortar un bistec. Después de la aprobación y modelación, esta carne se transforma en buenos cortes y productos innovadores que son atractivos para el consumidor (EcuRed, 2017).

### **1.7.4. Ventajas de la carne reconstituida**

La carne reconstituida tiene grandes ventajas. La calidad de gustativa de los productos es excelente, la carne es blanda y jugosa. Otra ventaja es que los todos los alimentos reconstituidos tienen el mismo tamaño y es más sencillo obtener y preparar raciones iguales. La carne reconstituida posee un alto valor nutritivo al igual que los otros tipos de carne, cumplen con la misma norma de seguridad y es ideal para la creación de productos innovadores que sean más atractivos para el consumidor ya que ellos buscan la variedad de nuevos

productos. Cuando se trata de mermas de proteínas que no son tan fáciles de aprovechar, la elaboración de nuevos productos cárnicos es un método eficaz y sostenible para evitar el desperdicio de buena carne (Anónimo, s.f.).

#### **1.7.4.1. Ventajas para los fabricantes**

La elaboración de productos de carne reconstituida también tienen ventajas para los fabricantes de estos, la principal ventaja es que pueden fabricar productos que se adaptan perfectamente a los deseos de los consumidores. Los alimentos reconstituidos ofrecen numerosas posibilidades de innovación, las que sorprenderán al consumidor una y otra vez. La tercera ventaja es que los productores pueden utilizar los trozos de carne más pequeños que son un poco complicados usarlos por si solos, al usar estas piezas de carne para crear nuevos productos, ayuda a evitar el desperdicio innecesario de la carne. Otra de las ventajas en el área de sostenibilidad es que los productos reconstituidos pueden homogenizarse con mayor facilidad, esto permite una distribución más eficiente y crear mayor uniformidad en los envases.

#### **1.7.5. Producción**

En Europa se utilizan enzimas de origen natural para la elaboración de carne reconstituida. Cada proteína y enzima tienen su propio origen y efecto, y a su vez diferentes formas de aplicación. Por ejemplo, algunos productos deben ser calentados y otros no. En los países bajos suelen usar principalmente dos tipos de aglutinantes para la elaboración de carne reconstituida como son la enzima transglutaminasa y la combinación de las enzimas trombina y fibrinógeno.

- **Fibrina y trombina**

La trombina es una enzima de origen natural que estimula el procedimiento de coagulación de la sangre. La proteína fibrina ayuda a coagular la sangre y accede a que la piel se subsane después de haber tenido una herida. En el

transcurso del proceso, la trombina se desvanece sin dejar algún rastro (VeISid, 2015).

La trombina y la fibrina natural son similares a las sustancias que ya se encuentran en la carne y además poseen el mismo resultado al momento de aglutinar varias piezas de carne, del cual no se requiere un calentamiento y su proceso se desarrolla de manera automática. Gracias a la trombina y al fibrinógeno se puede mantener la estructura original de la carne (VeISid, 2015).

#### **1.7.6. Reconocer la carne reconstituida**

Las enzimas y proteínas animales, como la trombina y el fibrinógeno, no tienen ni color ni sabor y se encuentran en la carne de forma natural. Por ello, resulta casi imposible encontrar estos elementos en la carne reconstituida. Sin embargo por su forma idéntica o particular pueden ser identificados los productos cárnicos reconstituidos.

En algunos productos reconstituidos se pueden distinguir visiblemente la estructura de la carne, esto se produce principalmente cuando la carne ha sido reconstituida por fibrinógeno y trombina. En este caso la carne mantiene la estructura de la proteína original, en estas proteínas se puede observar que la carne ha sido formada por varios trozos grandes de diferentes carnes (Collazos, 2015).



*Figura 3.* Carne reestructurada. Tomado de (PROBIND, s.f.)

#### **1.7.7. Etiqueta y envase**

Para ciertos productos cárnicos es difícil saber si han sido reconstituidos, por ello esto se indica en el envase o empaque, mencionando los ingredientes y el procedimiento. En la actualidad, la información en las etiquetas de los productos puede variar, a veces se indica que se trata de un producto aglutinado, en otras que se ha añadido proteína porcina o vacuna, o que el producto ha sido reconstituido con fibrina y trombina o compuesto por la transglutaminasa. Una de las indicaciones que se encuentran en los envases es: “reconstituida de trozos de carne”. La comisión Europea está creando una legislación para que los consumidores al momento de adquirir estos productos puedan obtener una información clara, uniforme y perceptible en los envases, ya que el consumidor está en todo el derecho de conocer el producto que esta comprado, evitando así el engaño al momento de comprar carne reestructurada, ya que muchas veces es similar a la proteína cárnica original (Anónimo, s.f.).

### **1.7.8. Calidad**

La calidad es un concepto muy extenso, por ejemplo en el caso de la carne al tener jugosidad, suavidad y buen sabor, hablamos de calidad. La facilidad y habilidad de preparar un producto también se considera como un indicio de calidad, así como la calidad microbiológica, que brinda la seguridad sanitaria e inocua de un producto, es decir un alimento es saludable siempre y cuando sea un alimento sano y libre de microorganismos y bacterias (Anónimo, s.f.).

La calidad de la carne reconstituida conforma todos estos puntos. La carne es sencilla al momento de preparar, es blanda y la calidad es constante, un grupo de catadores comprobó en un estudio, que la carne reconstituida con fibrina y trombina es más jugosa, una vez hecha (TNO Nutrition and Food Research, informe B93.356).

### **1.7.9. Seguridad**

La seguridad de la carne reconstituida es similar a otros tipos de carne como el bistec y la carne picada, que cumplen con los mismos requerimientos y normas Europeas establecidas en el reglamento de higiene para la carne. La elaboración se ejecuta bajo la supervisión de las autoridades, ya que al utilizar aglutinantes para reestructurar carnes se necesita de cantidades normadas y necesarias para no exceder de su utilización (Efsa, 2017).

### **1.7.10. Sostenibilidad**

La reconstrucción de carne con enzimas naturales o proteínas animales es un método sostenible, moderno y 100% natural para crear innovadores productos cárnicos. De esta manera se aprovechan todos los productos de los animales para satisfacer la demanda de proteínas de la población mundial. Un ejemplo es el uso de la enzima transglutaminasa así como el uso de fibrinógeno y trombina en la fabricación de productos de carne reconstituida. La trombina y la fibrina son sustancias naturales útiles que ya se encuentran en la carne de

forma natural, y son extraídos por técnicas modernas de la sangre que sobra en la industria cárnica, de esta manera tornan a tener un nuevo fin práctico (Sonac B.C, s.f.)

## 2. CAPÍTULO II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA TRANSGLUTAMINASA

El uso de la enzima transglutaminasa dentro de la industria de alimentos y bebidas, trae gran cantidad de beneficios, así como efectos negativos que cae sobre el consumidor, ya que esta enzima al ser un aditivo químico está expuesta a ser analizada por quienes lo utilizan al momento de preparar productos cárnicos reestructurados.

A continuación se presenta varias entrevistas realizadas a expertos de la Universidad de las Américas, con el fin de conocer las ventajas y desventajas que produce el uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos.

- Según el experto, Daniel Arteaga, Ingeniero Químico de la Universidad de las Américas el uso de enzima transglutaminasa ayuda a unir tejidos proteicos de animales y a recombinar algunos de los aminoácidos presentes en las proteínas para la formación de una nueva pieza que ha sido cortada o desnaturalizada. Entre los beneficios que aporta la transglutaminasa es la aglomeración de los productos cárnico, para homogenizar una textura y compactarla, esta enzima se debe utilizar en cantidades propuestas por la FAO y cumplir con estas normativas, ya que al sobrepasar la cantidad de transglutaminasa en un producto cárnico puede generar contaminación y dejar de ser apta para el consumo humano (Ver anexo 1).
- Según el experto, Luciano Gobii, Chef de la Universidad de las Américas, la enzima transglutaminasa se utiliza en cárnicos y proteínas animales en cantidades que permita la legislación de cada país. Esta enzima, en parte de los Estados Unidos está prohibida, ya que altas dosis puede llegar a ser toxico para quienes lo consumen, es por eso que este producto debe ser manipulado de manera correcta. Uno de los beneficios que aporta la enzima transglutaminasa dentro de la industria de alimentos y bebidas es que esta enzima es considerada como una goma que ayuda a pegar diferentes

cortes de carnes, para así evitar las mermas. Este producto es vendido como un solo corte o pieza y esto puede ocasionar un engaño al consumidor mas no un daño a la salud, pero el objetivo es aprovechar las mermas que existen en el área de restauración (Ver anexo 2).

- Según el experto, Carlos Cabanilla, Chef de la Universidad de las Américas, El uso de la enzima transglutaminasa es conocido dentro de la industria de alimentos y bebidas como un pegamento para carnes de origen animal, que en cuestión de seguridad alimentaria tiene un riesgo alto ya que se trabaja con trozos pequeños de carne y esto puede dar paso a la proliferación bacteriana, pero no genera un efecto negativo en la salud del consumidor, ya que esta enzima proviene de la sangre de animales y no es nocivo para la salud. La transglutaminasa es ideal para evitar las mermas en el uso de carnes (Ver anexo 3).
- Según el experto, Luis Narváez, Chef de la Universidad de las Américas, la enzima transglutaminasa se utiliza ya hace muchos años atrás en carnes y pescados, sobre todo para reestructurar piezas o retazos de carne que pueden ser desechados, y así crear un nuevo alimento para que pueda ser vendido a un menor precio. La enzima es de origen natural y se obtiene de la sangre de los animales, pero al no utilizar de una manera adecuada puede afectar a la textura o rigidez de un producto cárnico. La transglutaminasa ayuda a mejorar el costo de un producto por la variedad de cárnicos que se pueden generar, no de igual textura que de una proteína original, pero si de un buen sabor al igual que las demás, creando un rendimiento de utilidad mucho más grande. La honestidad y ética al momento de utilizar la enzima transglutaminasa es importante, ya que el consumidor debe saber que elementos contiene esta nueva pieza de carne. En las plantas alimenticias, el uso de la transglutaminasa ayuda en la elaboración de nuugets y en la aglutinación de productos cárnicos, mejorando su rendimiento. En el área de restauración con el uso de la enzima transglutaminasa se puede reestructurar sobrantes de carne como

colas o puntas, dando una textura interesante y vendiéndola como un menú más económico dentro del restaurante. Es importante saber que de acuerdo al producto se utiliza cierta cantidad de transglutaminasa para evitar que dañe el producto cárnico o lo vuelva rígido (Ver anexo 4).

Al analizar toda la investigación y las entrevistas realizadas a expertos de la Universidad de las Américas, se obtiene varias ventajas y desventajas que produce el uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos.

## **2.1. Ventajas**

- La transglutaminasa no altera ni modifica el sabor ni la textura de los alimentos a los que se les añade.
- Permite la creación de geles, aportando consistencia térmica mucho más estable para los productos de la industria.
- Las emulsiones con la ayuda de la transglutaminasa, aumentan su firmeza y estabilidad
- Se puede conseguir apetitosos filetes de diferentes productos cárnicos formado de distintos cortes, no precisamente de la misma especie de carne, pero tomando en cuenta que los tipos de proteína animal se asemejen en temperatura interna de cocción
- Con la transglutaminasa se obtienen jamones, carnes sucedáneas y embutidos, como el pavo guisado, proteínas rellenas entre otros, ayudando a la manipulación de las porciones, proporcionando cortes más limpios.
- Dentro de la cocina molecular existen gran cantidad de platos sumamente creativos e imaginativos como el conocido “Pescado Invertebrado” de Heston Blumenthal, que con la aportación de la enzima transglutaminasa se quitan las espinas del pescado y luego vuelve a su forma natural, sin que la operación sea notable ante la vista del consumidor.
- La transglutaminasa brinda una herramienta sumamente amplia y útil para la creación de varias combinaciones de ingredientes, con el fin de crear nuevos y novedosos platos.

- Dentro de la industria de los lácteos, la transglutaminasa ayuda a desarrollar la elasticidad de un producto, además crea una mejor textura y aumenta el rendimiento de las materias primas, con el fin de crear yogures más suaves y cremosos.
- En la panadería, la transglutaminasa consigue panes con una textura suave y aún más resistentes al calor
- Aporta más cantidad de aminoácidos a un alimento
- Las carnes reestructuradas crean un mejor rendimiento de utilidad
- Se aprovechan al máximo las mermas que se generan en la industria de alimentos
- Formación de nuevas piezas cárnicas, a un menor precio.
- Es una enzima extracelular

## **2.2. Desventajas**

- Uno de los problemas que causa el uso de la enzima transglutaminasa en alimentos, es el engaño al consumidor, ya que muchas veces este dato no se le coloca en la etiqueta, y genera que el consumidor no tenga conocimiento real del alimento que va a consumir.
- Al momento de trabajar con transglutaminasa es indispensable que se maneje y utilice el producto con los respectivos cuidados y protección como son los guantes o mascarilla, puede ocasionar o llegar a producir reacciones alérgicas o generar problemas en las vías respiratorias
- Al reestructurar trozos de carne muy pequeños, puede existir proliferación de bacterias.
- Al momento en el que se libera un brote, es casi imposible descubrir la fuente o área de contaminación, ya que existe varios pedazos de distintos tipos de carne.
- Al agregar transglutaminasa a un producto cárnico, los condimentos no se concentran en totalidad en la pieza reestructurada.

- La transglutaminasa como todas las enzimas, funciona con una temperatura, tiempo y un pH ya establecido, que al momento de infringirlo puede llegar a hacer no apto para el consumo.
- Al exceder la cantidad de transglutaminasa en un producto cárnico o alimento puede generar contaminación.
- En altas dosis puede llegar a ser tóxico, es decir no se puede exceder del 0.5-1% del peso del alimento.
- La transglutaminasa en el intestino puede aumentar la susceptibilidad a infecciones para las personas que poseen enfermedad celíaca.

### **2.3. Análisis del capítulo**

En base a las ventajas y desventajas del uso de la transglutaminasa en productos cárnicos, se concluye que el uso adecuado de esta enzima, permitiría crear productos innovadores ante la vista del consumidor, ya que al reestructurar cárnicos de varias piezas, se pueden obtener productos novedosos, sin la necesidad de alterar su sabor ni su textura. Al crear estos productos, con la adición de la transglutaminasa, ayudaría a tener un mejor rendimiento de utilidad, es decir a reducir casi en su totalidad las mermas existentes dentro de un restaurante, y por otro lado a disminuir los costos dentro de la industria de alimentos.

Es importante que el consumidor tenga conocimiento real del producto y de los ingredientes de los que está compuesta esa pieza reestructurada, antes de su compra o consumo. La enzima transglutaminasa debe ser manejada y utilizada de la mejor manera, respetando cantidades, tiempos y procedimientos, para de impedir el desarrollo de bacterias, y evitar complicaciones en la salud de los consumidores, ya que como cualquier aditivo químico en exceso puede llegar a ser tóxico para la salud de los seres humanos.

La enzima transglutaminasa ha sido utilizada ya hace muchos años atrás, por tal razón su uso es indispensable hoy en día en los restaurantes de cocina

molecular, ya que con la adición de la transglutaminasa han creado nuevos productos que se acogen a las necesidades consumidores, y así permitir a la gastronomía descubrir nuevos horizontes y creaciones fuera de lo común, lo que hace a un cocinero seguir descubriendo técnicas ingredientes que hagan de su cocina una nueva tendencia culinaria.

### 3. CAPÍTULO III: INFORME DE USO DE LA TRANSGLUTAMINASA

El uso de adecuado de la enzima transglutaminasa dentro de la industria de alimentos, permite la creación de productos cárnicos novedosos, es importante tener un apropiado manejo de esta enzima para evitar toxicidad por exceder su cantidad en los alimentos por reestructurar, y a su vez controlar el contacto físico con la transglutaminasa para evitar alergias, etc. La enzima transglutaminasa es una enzima que proviene de la sangre de los animales y ha sido comprobada científicamente que no posee efectos nocivos para la salud, siempre y cuando se cumpla con las normativas del correcto uso de la misma. Es por eso, que la transglutaminasa debe ser utilizada en cantidades establecidas por el Codex alimentario, cumpliendo las normativas, y utilizar y seguir su procedimiento adecuado.

#### 3.1. Utilización

- Selección
  - Productos cárnicos : mermas o restos de carne
  - Cabeza o cola de lomos
- Mezclado
  - Mezcladora : Kitchenaid / gancho
  - Polvo : 0.5 % al 1 % del peso del alimento
  - Papilla : 3 a 5 cinco partes de agua en una parte de Activa
  - Tiempo :3-5 minutos (distribución, mezclado)
- Compactación
  - Empacado al vacío
  - Envoltura plástico
  - Envoltura Film
- Temperatura
  - Todos los tipos de Activa actúan a : 3-60°C/37-140°F

- Formar enlace : 3-5 °C / 18- 24 horas
- Dentro de las 24 horas : -2/-3 °C(Temperatura óptima para cortes en rodajas)
- Reacción rápida : 5 minutos a 55 °C
- Medio de calor: Empacado al vacío / 60°C / 140 °F o menor

Existen diferentes tipos de Activa y cada uno se ha ajustado para varios usos. La Activa se puede adaptar en alimentos espolvoreándola sobre las superficies que se van aligar, extender en forma de papilla con un pincel, o incorporando directamente con los ingredientes. Pero es importante saber que no todos los tipos de Activa se utilizan para todas estas aplicaciones (Myhrvold, Young, & Bilet, 2011, pág. 253).

Tabla 5

*Tipos de Activa, Método de aplicación*

Nombre del producto		Ingredientes	Método de aplicación		Mezcla directa	Dilución o proporción*	Comentario	Ejemplos de uso
Norteamérica	Global		Espolvoreado	Papilla				
Activa FP	Activa PB	proteína hidrolizada de leche desnatada, transglutaminasa	✓	✓	✓	1:3 con agua helada	utilice la papilla antes de 30 min; sin alérgenos	para aglutinar casi todas las carnes y pescados
Activa GS	Activa GS	cloruro de sodio, gelatina, fosfato trisódico, maltodextrina, aceite de alazor (antipolvo) transglutaminasa	a veces	✓	✓	1:4 a 1:6 con agua a 10-25°C/50-77°F	utilice la papilla antes de 6 h; su pH es 11 (muy alcalino); union rápida y fuerte y más duradera	pescado
Activa RM	Activa EB	caseinato de sodio, maltodextrina, transglutaminasa	✓	✓	✓	1:4 o 1:5 con agua helada	utilice papilla antes de 30 min	para casi todas las carnes y pescados
Activa TI	Activa WM	maltodextrina, transglutaminasa			✓	0,25%-1,0%		carnes picadas, fideos y geles de tofu
Activa YG	Activa YG	maltodextrina, Lactosa, extracto de levadura, aceite de alazor (antipolvo), transglutaminasa	a veces	a veces	✓	0,008%-0,01% para yogures, ≤ 0,35% para queso	el pH activo es 5,5-8, el pH óptimo es 6-7	yogur, queso reestructurado y otros geles lácteos

*Nota.* Tomado del libro *Modernist (Cuisine, 2011)*

### 3.2. Laboratorio

El principal ingrediente de Activa es la enzima transglutaminasa, pero existen variedad de fórmulas del producto, cada una con distintos usos y aplicaciones en la cocina, para elaborar un producto reestructurado a base de carne, se recomienda el uso de Activa RM o GS; que sirven y se utilizan para casi todo, y se pueden aplicar en polvo, papilla, o a su vez recubrir los residuos de carne con ella. Cada método de utilizar Activa posee ventajas. Aquí presentamos el método de espolvorear para reestructurar residuos de lomo de falda, mediante el uso de técnicas como el empacado al vacío y por otro lado con el uso de plástico *Film*.

- 1) Pesar Activa, utilizando del 1 % del peso del alimento.



*Figura 4. Pesando el 1%*

- 2) Agregar la carne dentro de un *bowl* de *kitchenaid*, y con un gancho mezclar de 2-4 minutos hasta ablandar la proteína.



*Figura 5. Mezclar hasta ablandar*

- 3) Espolvorear “Activa” sobre la carne.



*Figura 6. Espolvorear “Activa”*

- 4) Mezclar con el gancho alrededor de 3 minutos hasta que la carne se haya mezclado completamente con la “Activa”.



*Figura 7. Mezclar completamente*

- 5) Usar plástico *film* transparente para formar un cilindro con la carne. El envoltorio de las esquinas mantendrá apretadas las superficies.



*Figura 8. Envolver con el film*

- 6) Una de las técnicas más factibles es empacar al vacío para una mejor compactación de la proteína.



*Figura 9. Empacar al vacío*

- 7) Cortes y cocción de la carne reconstituida.



*Figura 10. Cortes y cocción*

La carne envuelta en *film* se torna algo verde o café, esto se produce generalmente por falta o exceso de oxigenación en la carne, o a su vez por la calidad del producto utilizado en este caso “Activa”. También se genera por la alteración o la modificación del pigmento de la carne.

El *blooming* se conoce como un fenómeno que se presenta en la carne cuando existe un contacto con el oxígeno, esto provoca la alteración en el color de la carne fresca cuando se encuentra en contacto con el aire.

El encargado del color original de la carne es la hemoglobina, que es uno de los elementos fundamentales en la sangre de los animales, dentro de esa sustancia está presente las mioglobinas, las cuales tienen como función almacenar el oxígeno que es transportado por la hemoglobina mediante torrente sanguíneo animal cuando se encuentra vivo, pero en esta elaboración del producto cárnico reconstituido utilizamos carne de animal ya extenuado, por tal razón la mioglobina reacciona y actúa de distintas maneras dependiendo de la presencia, ausencia y exceso de oxígeno (ImChef, s.f.)

Para evitar el cambio de color en la carne, es importante tomar en cuenta el medio en el que está la carne, adquirir el producto “Activa” o la transglutaminasa de la mejor característica en el mercado según el alimento (ver figura 5), para que no afecte en la calidad final del producto reestructurado. Si la carne reestructurada no va a ser utilizada ese momento o no va a sufrir algún tipo de cocción, es importante continuar con el almacenamiento y la cadena de frío que requiere la carne de res para evitar el *blooming* o el cambio de color en la carne, para conservar las características originales, retardar la vida y la actividad que desarrollan los microorganismos, además de disminuir la acción enzimática (Quiroga, 2015).

La temperatura adecuada de almacenamiento de la carne en refrigeración es de 4 °C/40 °F y de la carne congelada a una temperatura de -18 °C/-0.4 °F (Quiroga, 2015).

### **3.3. Informe**

Después de la extracción de datos y el análisis de estos durante la investigación; Se puede llegar a que el uso de la transglutaminasa es apto para

el consumo humano y no es nocivo para la salud, ya que es una enzima natural que proviene de la sangre de animales, y que hace muchos años atrás ha sido descubierta y tratada por especialistas para tornar viable y factible la comercialización de esta.

La transglutaminasa es un pegamento de alimentos, que ayuda a reconstruir piezas de carne de distintos cortes, con la finalidad de disminuir las mermas o desperdicios que se encuentran en la industria de alimentos, esta enzima como cualquier aditivo químico, debe ser utilizada de una manera adecuada, respetando siempre las cantidades, tiempo, temperatura y pH establecido para cada alimento, para de esta forma evitar la proliferación de bacterias. El pH óptimo para que la enzima actúe es de 7, que va disminuyendo de acorde a los valores ya sean inferiores como superiores, y la temperatura ideal es de alrededor 50° C. Su efectividad disminuye continuamente a temperaturas muy altas. En entornos fríos, la transglutaminasa es activa solamente por encima de los 0 ° C,

El uso de la enzima transglutaminasa es un método novedoso y útil para la creación y el estudio de nuevas y diferentes tecnologías alimentarias, que ayudaría a la producción de nuevos productos para el área de restauración y la industria de alimentos, brindando a los consumidores alimentos con mayor calidad y seguridad, sin cambiar su sabor ni aroma.

Es importante que el consumidor tenga conocimiento previo de lo que va a comprar o a consumir, ya que uno de los factores negativos del uso de esta enzima, es que no está especificada en la etiqueta o no es detallada al momento de comprar un producto a base de transglutaminasa, y esto muchas veces genera un engaño al consumidor. Pero en sí, los productos cárnicos con la adición de transglutaminasa, son productos inocuos, siempre y cuando se los maneje adecuadamente, de esta manera no perjudica la salud del consumidor.

## GLOSARIO

A continuación encontramos un enlistado de términos básicos obtenidos del marco teórico de la actual investigación, cada palabra con su respectiva definición, adquirida de varios diccionarios académicos; con la finalidad de facilitar el entendimiento de palabras abstractas presentes a lo largo de la investigación.

**Actina.-** Es una proteína contráctil que está presente en gran parte en las células que ostentan fenómenos de contracción.

**Aminoácidos.-** Son los componentes esenciales de las proteínas. Las proteínas están constituidas por una cadena de aminoácidos. Cuando comemos digerimos las proteínas, esto quiere decir que las proteínas se descomponen en aminoácidos, sustancias que absorbemos.

**Antimicrobianos.-** Es una sustancia o elemento químico, que a concentraciones leves, actúa en contra de los microorganismos, deshaciéndolos e impedir su crecimiento.

**Apoptóticas.-** Se las conoce como células muertas, que se van eliminando por fagocitosis.

**Caseinato.-** Es una fosfoproteína que se encuentra en la leche y en ciertos derivados como el queso, yogur, entre otros. Es una proteína sumamente completa, ya que se compone de todos los aminoácidos esenciales.

**Catalizar.-** Los catalizadores bioquímicos proteicos se los conocen como enzimas. Catalizar una reacción química, es incrementar y hacer viable la velocidad de la reacción, sin influenciar en el resultado final.

**Coagulación.-** Es un proceso en el cual la sangre pierde su liquidez, es decir se vuelve gelatinosa y después se torna sólida.

**Coenzima.-** Es un cofactor desarrollado de tipo no proteico que busca con la presencia de una enzima catalizar una reacción bioquímica,

**Cohesividad.-** Fuerza de captación que conserva las moléculas de un cuerpo unidas.

**Colágeno.-** Es una proteína fundamental en la creación del tejido conectivo o tejido de soporte. Se exhibe en forma de fibras, la cual aporta a los tejidos resistencia de elasticidad cuando se extienden.

**Enranciamiento.-** Es un proceso que sufre un alimento con gran contenido de aceites o grasas, que se va alterando con el tiempo, dándole al alimento un sabor desagradable

**Epiteliales.-** Es conocido como tejido epitelial, es un tejido que se conforma por una o más capas de células que se unen entre sí, y que al colocarlas cubren todas las superficies libres del organismo, y componen el revestimiento interno de los órganos, cavidades, conductos del cuerpo.

**Epítopo.-** Es conocido como un determinante antigénico, forma parte fundamental del antígeno que se reconoce por el parátopo. El parátopo destina el área del anticuerpo, que su trabajo es reconocer el antígeno.

**Fibroblastos.-** Es una especie de célula que reside del tejido conectivo fibroblasto, donde nace y muere. Reduce fibras y conserva la matriz extracelular del tejido de varios animales.

**Fibronectina.-** Es una glicoproteína adherente que se encuentra en forma insoluble en la matriz extracelular de casi todos los tejidos y soluble en plasmas.

**Gliadina.-** Es una proteína que se encuentra en el gluten de diferentes cereales, como un elemento tóxico que libera el gluten y da paso a la inflamación en la enfermedad celiaca.

**Globulina.-** Es una proteína que se encuentra en la sangre. La globulina ayuda a la estructura del coágulo de la sangre e interviene en la protección del organismo.

**Glutenina.-** Es la glutelina que se deriva del trigo, y que se la conoce como una proteína que posee el trigo y con la presencia de la gliadina forman el gluten.

**Hemicelulosa.-** Es un polisacárido conformado por más de un tipo de monómero.

**Inocuo.-** Es un procedimiento o sustancia que no es perjudicial y que no produce efectos nocivos para la salud.

**Mioglobina.-** Es una proteína, la cual su principal función es llevar el oxígeno a los músculos para un correcto funcionamiento.

**Miosina.-** Es una proteína contráctil y fibrosa que se vincula con la actina en las células musculares. La miosina tiene el poder de hidrolizar el ATP y transportarse a través de la actina, lo que induce a la disminución de distancias entre las dos fibras ya la contracción muscular.

**Miscibles.-** Miscibilidad es la capacidad que tienen dos o más sustancias líquidas de incorporarse entre sí, y crear una o más fases.

**Monocitos.-** Son una especie de glóbulos blancos granulocitos. Es un leucocito con un gran tamaño y puede medir 18  $\mu\text{m}$ , y constituye del 4 – 8 % de los leucocitos presentes en la sangre.

**Pardiamiento.-** Es el resultado que se obtiene de reacciones causadas por la concentración entre los compuestos de carbonilos y aminados, o a su vez por el envejecimiento de elementos con enlaces dobles combinados a grupo de carbonilo.

**Patógenos.-** Es cualquier microorganismo que tiene el poder de producir alguna enfermedad.

**Péptidos.-** Son moléculas constituidas por cohesión de dos o más aminoácidos mediante la unión de peptídicos. La diferencia con las proteínas, es que son mucho más pequeños, esto quiere decir que tienen menos aminoácidos.

**Polifosfatos.-** Es un buen fertilizante líquido utilizado principalmente en la agricultura.

**Polipeptídica.-** Es una cadena de aminoácidos que están unidos entre sí por enlaces peptídicos. Los polipéptidos son los componentes que forman una proteína.

**Prolaminas.-** Es un grupo de proteínas vegetales con un alto contenido de prolina y están presentes en los cereales, tomando distintos nombres como: hordeínas en el caso de la cebada, gliadinas en el trigo, secalinas en el centeno y aveninas en la avena.

**Refinación.-** Es un proceso industrial en el cual una sustancia o metal se hacen más puros, eliminando todas sus impurezas.

**Reticulación.-** Es una reacción química, en la que los polímeros se juntan en cadenas tridimensionales creando una clase de red. Después de esta reacción, las características químicas del polímero inicial varían.

**Sustrato.-** En el campo de bioquímica, un sustrato es cuando una enzima actúa sobre una molécula.

**Toxicológico.-** Es un campo en la medicina que se encarga del estudio y efectos que exhiben las sustancias tóxicas en el organismo.

**Transferasa.-** Es una enzima que cataliza el traslado de una función química de un organismo a otro.

**Tripolifosfatos.-** Es un elemento inorgánico, hablando específicamente de la sal de sodio, se consigue de la reacción del ácido fosfórico y el carbonato de sodio, su prescripción química es  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ .

## CONCLUSIONES

La transglutaminasa es una enzima con un gran potencial, para su aplicación o uso en la industria alimentaria, además tiene la ventaja de ser una enzima extracelular. Con el uso de la enzima transglutaminasa podemos obtener gran variedad de productos alimenticios novedosos ante la vista del consumidor, ya que sirve como un pegamento de carnes, y se puede utilizar para ligar restos o diferentes pizzas de carne, que en cocina pueden ser desechados o ser considerados como mermas, con esta enzima logramos reducir desperdicios y crear alimentos distintivos dentro de la industria alimentaria.

La transglutaminasa es una enzima que aporta varios beneficios al aplicarla en alimentos, ya que su poder aglutinante contribuye a mejorar los productos alimenticios en las distintas industrias como lácteas, panadería y pastelería, cárnicos, pescados entre otros, brindando a los consumidores alimentos con mayor calidad y seguridad, sin perjudicar su aroma ni su sabor.

La enzima transglutaminasa como cualquier aditivo químico, necesita de cantidades, temperatura, tiempo y de un pH establecido, para que no llegue a ser perjudicial para la salud del consumidor, ya que todo aditivo en exceso o sobrepuesto puede llegar hacer toxico para el ser humano. Por tal razón es importante que todos los productos o alimentos añadidos transglutaminasa, sean especificados en su etiqueta o al momento de consumir ese alimento, para que el consumidor tenga conocimiento de lo que va a comprar o consumir.

## RECOMENDACIONES

El uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos debe ser sumamente cuidadoso, tiene que ser normado y regulado en las cantidades justas del alimento, ya que al exceder estos parámetros, puede llegar hacer nocivo o toxico para la salud como cualquier aditivo químico, por eso es también es importante utilizar transglutaminasa o “Activa” correspondiente al producto o alimento y tomar en cuenta que sea de buena calidad, ya que muchas veces de la calidad de la enzima, dependerá los resultados de las propiedades organolépticas de las piezas de carne reestructuradas.

Al crear productos cárnicos reestructurados la transglutaminasa aporta grandes beneficios como la jugosidad y la aglomeración de la carne, pero es importante tomar en cuenta que todo alimento agregado transglutaminasa debe ser condimentado previo a la adición de esta enzima, ya que esta aminora la compactación de sabor en el producto final.

Los productos alimenticios agregados transglutaminasa deben tener una especificación correcta de los compuestos del alimento, ya sea en su etiqueta o al momento de su consumo, para que el consumidor tenga conocimiento real de lo que va comprar o a comer en ese momento, ya que uno de los problemas que causa el uso de la transglutaminasa es el engaño al consumidor, que tratan de vender carne reestructurada como una sola pieza de cárnico, y eso genera un mal concepto de este aditivo químico.

## REFERENCIAS

- Ajinomotogroup. (2016). Obtenido de <http://congresodelecheria.com.uy/site/media/archivos/Uso%20de%20TG%20Transglutaminasa%20en%20yogures%20y%20quesos%20-%20Ing.%20Claudio%20Pagani%20-%20Ajinomoto.pdf>
- Almeida, s.f. (s.f.). Obtenido de <http://www.innova-uy.info/docs/presentaciones/20091001/4-MarcosAlmeida.pdf>
- Am J Pathol. (2000). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1885758/>
- Anónimo, s.f. (s.f.).
- Arnold. (2011). Obtenido de <http://www.cookingissues.com/index.html%3Fp=5330.html>
- Bamonte, F. (26 de julio de 2012). *CELIACHIA: NUOVE OPPORTUNITA' DIAGNOSTICHE*. Obtenido de <https://etd.adm.unipi.it/t/etd-06302012-095613/>
- Barreiro. (2003). Obtenido de [www.frsf.utn.edu.ar/cgi-bin/WWWISIS/wxis/?IscScript=autor.xis&busco...1](http://www.frsf.utn.edu.ar/cgi-bin/WWWISIS/wxis/?IscScript=autor.xis&busco...1)
- Barreiro, F., & Seselovsky, R. (2003). *Uso de la transglutaminasa en la industria alimentaria. Elaboración de carne reconstituida*. Obtenido de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87761011>
- Benedict. (2013). <https://www.researchgate.net/>. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/258805517\\_History\\_and\\_Biology\\_of\\_Transglutaminase\\_2\\_A\\_Synopsis\\_-\\_See\\_more\\_at\\_httpwwwsciencedomainorgabstractphpiid279id3aid2506sthashCErCKnAmdpuf](https://www.researchgate.net/publication/258805517_History_and_Biology_of_Transglutaminase_2_A_Synopsis_-_See_more_at_httpwwwsciencedomainorgabstractphpiid279id3aid2506sthashCErCKnAmdpuf)
- Beretta, B. (1999). *Additivi alimentari*.
- Chavarrías, M. (18 de Noviembre de 2009). *Eroski Consumer*. Obtenido de Seguridad alimentaria: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/11/18/189228.php>
- Collazos, J. (25 de mayo de 2015). *Alimentos Reestructurados*. Obtenido de <https://prezi.com/-dwogd0fdta9/alimentos-reestructurados/>

- Confalone, A. (2015). Obtenido de <http://tareasuniversitarias.com/aditivos-para-alimentos.html>
- Confalone, A. (2016). *Aditivos para alimentos*. Obtenido de <http://tareasuniversitarias.com/aditivos-para-alimentos.html>
- Corrado, L. (1999). *Additivi alimentari*. Obtenido de Conservanti: [http://www.treccani.it/enciclopedia/additivi-alimentari\\_\(Universo-del-Corpo\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/additivi-alimentari_(Universo-del-Corpo)/)
- Cuisine*, 2011. (s.f.).
- CyTA. (2009). *Journal of Food*. Obtenido de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19476330903010193?queryID=%24%7BresultBean.queryID%7D&>
- EcuRed. (2017). *Producto reestructurado*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Producto\\_reestructurado](https://www.ecured.cu/Producto_reestructurado)
- Efsa. (2017). Obtenido de <http://www.efsa.europa.eu/>
- Faceless. (2016). Obtenido de <https://delishably.com/food-industry/Meat-Glue-What-It-Is-And-What-You-Should-Know>
- Falcon, J. (25 de octubre de 2013). Obtenido de <https://prezi.com/aj7ol61na2bb/metodo-analitico-sintetico>
- Fragoso, P. (15 de abril de 2015). *Transcripción de Mermas en producción de alimentos*. Obtenido de <https://prezi.com/ozt12j1swtlr/mermas-en-produccion-de-alimentos/>
- Gianni, P. (2017). Obtenido de <http://www.alimentarenutrizionale,prodottigianni.com/Portals/1/Documents/ACTIVA Brochure%2oPG Italiano rev2. pdf>
- Gimferrer, M. N. (1 de octubre de 2008). Obtenido de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/10/01/180389.php>
- Hernández, G. J. (23 de 03 de 2011). *Aditivos Alimentarios*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid: [http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim\\_L14d.pdf](http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L14d.pdf)

- ImChef, s.f. (s.f.). Obtenido de <http://www.imchef.org/que-es-el-blooming-de-la-carne/>
- JAD. (2014). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24685636>
- Jaros. (2006).
- Mendoza, Castro, s.f. (s.f.). *MERMA EN LOS ALIMENTOS*. Obtenido de [http://www.academia.edu/15279316/MERMA\\_EN\\_LOS\\_ALIMENTOS](http://www.academia.edu/15279316/MERMA_EN_LOS_ALIMENTOS)
- Milano, E. (2015). *NE PLANET FOOD*. Obtenido de <http://www.oneplanetfood.info/sprechi-alimentari/lo-spreco-alimentare/>
- Morato, R. (2 de junio de 2008). *Eventos Gastronómicos*. Obtenido de [http://www.eventos-gastronomicos.blogspot.com/2008\\_06\\_01\\_archive.html](http://www.eventos-gastronomicos.blogspot.com/2008_06_01_archive.html)
- Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2011). *The Art and Science of Cooking. Cookbook*.
- Pathol, A. J. (2000). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1885758/>
- Picón, A. C. (23 de enero de 2012). Obtenido de <https://otcmaster2011.wordpress.com/2012/01/23/el-pegamento-imedia-de-la-carne/>
- PROBIND, s.f. (s.f.).
- Prodotti. (2017).
- Quiñones, J. (13 de noviembre de 2009). Obtenido de <https://es.slideshare.net/Julio2870/metodo-sintetico>
- Quiroga, I. (23 de agosto de 2015). *Conservación y almacenamiento de la carne*. Obtenido de <https://prezi.com/h75ptnn20kia/conservacion-y-almacenamiento-de-la-carne/>
- Scielo, s.f. (s.f.).
- Sonac B.C, s.f. (s.f.).
- TNO Nutrition and Food Research, informe B93.356. (s.f.).
- Ture Damhus. (2008). *Enzimi e alimenti: che connubio! | Biotecnologie per tutti 3rd edition*. Obtenido de <http://www.biotecnologiepertutti.it/enzimi-e-alimenti-che.../952/>

VelSid. (18 de septiembre de 2015). *Noticias gastronómicas*. Obtenido de <https://gastronomiaycia.republica.com/2015/09/18/la-efsa-concluye-que-la-trombina-para-uso-alimentario-es-segura/>

Zamora, H. (7 de septiembre de 2016). Obtenido de [https://prezi.com/kt5fwf\\_dc-qj/metodo-inductivo-deductivo-e-inductivo-deductivo/](https://prezi.com/kt5fwf_dc-qj/metodo-inductivo-deductivo-e-inductivo-deductivo/)

## **ANEXOS**

## **Entrevistas**

Entrevistas realizadas a expertos de la Universidad de las Américas, con el fin del desarrollo del capítulo dos; análisis de ventajas y desventajas del uso de la transglutaminasa.

### **Ingeniero Daniel Arteaga**

- ¿Conoce usted acerca de la enzima transglutaminasa?

Sí, la enzima transglutaminasa es una enzima que te ayuda a recombinar o a unir tejidos proteicos, específicamente productos proteicos de animales.

- ¿Sabe usted en que alimentos se utiliza este producto?

Por lo general en la industria alimentaria, en el uso de alimentos se utiliza bastante la enzima transglutaminasa para preparar pastas de cárnicos es decir, en la elaboración de embutidos, en la elaboración de patees, y en la elaboración de productos de charcutería.

- ¿Ha tenido alguna experiencia con el uso de la transglutaminasa?

Personalmente no le eh manejado, eh visto su uso, conozco de sus funciones y normativas, o de su normalización bajo el Codex alimentario pero no eh tenido el a grado de trabajar o utilizar la transglutaminasa.

- ¿Cuáles son los efectos que produce esta enzima?

Bueno lo que hace la enzima es hacer una recombinación de los tejidos proteicos musculares, recombinando varios de los aminoácidos presentes en las proteínas, para poder formar una estructura paterna nuevamente, es decir de proteínas desnaturalizadas o proteínas cortadas, les vuelve a unir o les vuelve a juntar.

- ¿Cuáles son los beneficios que aporta el uso de la transglutaminasa?

Desde un punto de vista de tecnología de alimentos, la transglutaminasa te permite aglomerar de mejor manera las pastas cárnicas para homogeneizar su textura y así tener una textura mucho más compacta, y que no se desmenuce.

- ¿Cree usted que el producto puede ser utilizado en productos cárnicos?

Sí, uno de los principales usos es en productos cárnicos.

- ¿Piensa usted que el uso de la enzima en alimentos es apta para el consumo humano?

En las cantidades normadas por la FAO, en el Codex alimentario nos establece un límite máximo de uso de este aditivo químico, entonces está permitido en el uso de los alimentos, es recomendable en alimentos que necesitamos mantener una buena aglomeración, caso contrario los alimentos pueden contaminarse, entonces si es posible el consumo de este producto por los seres humanos, pero tiene que ser normado y regulado en las cantidades justas del alimento.

### **Chef Luciano Gobii.**

- ¿Conoce usted acerca de la enzima transglutaminasa?

Sí, sí conozco.

- ¿Sabe usted en que alimentos se utiliza este producto?

Mayormente en cárnicos, por lo menos en eso es que lo utilice.

- ¿Ha tenido alguna experiencia con el uso de la transglutaminasa?

Sí, en proteínas animales.

- ¿Cuáles son los efectos negativos que produce esta enzima?

Bueno a mí particularmente no me ha dado ningún efecto negativo, pero sí sé que, por ejemplo en unas partes de estados unidos está prohibido por que en altas dosis puede ser tóxico, pero a mí nunca me sucedió, pero sí sé que puede suceder, por eso hay que manipularlo con cuidado.

- ¿Cuáles son los beneficios que aporta el uso de la transglutaminasa?

si hablas de beneficios para la salud no te podría decir, pero si hablas en beneficios para una cocina profesional o para la industria de alimentos, básicamente es una goma, entonces lo que hace es pegar diferentes cortes de carne, para utilizar en la cocina o en la industria, a veces lo que se hace en la industria es dos tipos de cortes diferentes, para no tener mermas ellos los pegan con la transglutaminasa y te lo venden como un solo corte, a veces te pueden engañar pero a la final aprovechan la merma de los productos.

- ¿Cree usted que el producto puede ser utilizado en productos cárnicos?

Sí, por lo que explique anteriormente

- ¿Piensa usted que el uso de la enzima en alimentos es apta para el consumo humano?

Que es apta para el consumo humano, si es apta para el consumo humano, lo que no se bien es la legislación lo que existe acá en Ecuador para la cantidad o los gramos de la transglutaminasa que vos pueden utilizar por kilo de producto, porque si se y me han contado que en algunas partes de los Estados Unidos, no sé si en Europa está prohibido utilizar, entonces habría que ver bien la legislación del país a ver qué es lo que dicen.

### **Chef Carlos Cabanilla.**

- ¿Conoce usted acerca de la enzima transglutaminasa?

Sí, si lo conozco dentro de la industria de alimentos.

- ¿Sabe usted en que alimentos se utiliza este producto?

Se utiliza en carnes de origen animal, ya que esta enzima es conocida en el mundo de la gastronomía como el pegamento de carnes se lo suele llamar muchas veces.

- ¿Ah tenido alguna experiencia con el uso de la transglutaminasa?

En experiencia no, pero si en cuestión de seguridad alimentaria, ya que como de trabaja trozos pequeños de carne, el riesgo puede ser alto con referente a la proliferación bacteriana.

- ¿Cuáles son los efectos negativos que produce esta enzima?

Bueno en la salud ninguno, ya que esto es obtenido de la sangre, esta enzima que ayuda a pegar a las proteínas como coagulante, pero manifiesto que el único problema que se da es en la proliferación bacteriana, en el caso de trabajar con cortes de carne muy pequeños y mezclarlos para obviamente tener uno solo.

- ¿Cuáles son los beneficios que aporta el uso de la transglutaminasa?

El no tener mermas, en el uso de carnes creo yo.

- ¿Cree usted que el producto puede ser utilizado en productos cárnicos?

Sí, porque la enzima es utilizada justamente para proteínas animales, ya que se extrae de la sangre, pero a la vez es utilizada para el pegamento de carnes.

- ¿Piensa usted que el uso de la enzima en alimentos es apta para el consumo humano?

Sí, ya que no es nocivo el consumo de la enzima, el único problema es el que mencione anteriormente, el asunto de las bacterias.

### **Chef Luis Narváez.**

- ¿Conoce usted acerca de la enzima transglutaminasa?

Sí, si conozco la enzima.

- ¿Sabe usted en que alimentos se utiliza este producto?

Sí, pues se puede usar, o yo eh usado en carnes en general, eh tenido mejores resultados en mi caso con pescados.

- ¿Ha tenido alguna experiencia con el uso de la transglutaminasa?

Sabes que sí, hemos tenido una buena experiencia, porque hemos reestructurado carnes que pues se iban a dar uso pues no tan bueno, ósea quiero decir a sopas o tal vez al personal y la reestructuramos y pudimos vender esos retazos de carne para eventos o convenciones, entonces el resultado fue positivo porque el coste definitivamente fue mejorado.

- ¿Cuáles son los efectos negativos que produce esta enzima?

Te puedo decir que la enzima, es una enzima natural, se obtiene de la sangre de animales, un efecto negativo sería tal vez el no usar de forma adecuada, obteniendo una textura o cambiándole la parte normal del cárnico, ósea haciéndole muy dura o muy rígida, pero de ahí los resultados son positivos, no eh tenido resultados negativos cuando yo use esto.

- ¿Cuáles son los beneficios que aporta el uso de la transglutaminasa?

El beneficio pues sabemos o entendemos existe muchas formas de preparar diferentes alternativas de consumo en cárnicos, usando la transglutaminasa pues tu puedes mejorar el costo dando tal vez una carne no tan puro nivel, pero definitivamente el beneficio es que puedes tener un rendimiento de utilidad mucho más grande.

- ¿Cree usted que el producto puede ser utilizado en productos cárnicos?

Sí, definitivamente se usa en productos cárnicos, una cosa importante de esto es poder entender la honestidad o la ética al usarla, ejemplo si la carne cuando tú la usas estas transformando para vender como un lomo fino, por ejemplo usando retazos, pues puede ser que ahí tengas un problema de ética, pero si

hablamos en el caso de alimentos de plantas alimenticias funciona perfecto para hacer nuggets o para aglutinar ciertas carnes, dándole mejor rendimiento y en el caso de los restaurantes pues toda la parte de restos que tiene la cocina en puntas etc., se puede reestructurar dándole una textura muy interesante y vendiéndola como un menú de menor calidad, pero un menú aceptable, como un menú ejecutivo o para convenciones.

- ¿Piensa usted que el uso de la enzima en alimentos es apta para el consumo humano?

Sí, no tiene problema definitivamente la transglutaminasa en los análisis que se han hecho, o en seguimiento de la misma, porque no estamos hablando que funciona ahora, está funcionando desde hace años cuando fue descubierta, pues no tiene problemas, lo que si se recomienda es de acuerdo al producto una cantidad de uso según el kilo, eso es clave para poder respetar que el producto no dañe la textura o que vuelva rígida a la carne.

