

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“ANÁLISIS DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DEL AJÍ ESCABECHE (*CAPSICUM BACCATUM L.*) SOBRE CHORIZO AHUMADO”.

Trabajo de titulación previo a la obtención
del Título de Ingeniero Químico

AUTOR:

PAOLA MICHEL CARRIÓN CHIMBO

C.I.: 0105475354

DIRECTOR:

Ing. Quím. SERVIO RODRIGO ASTUDILLO SEGOVIA

C.I.: 0101488609

CUENCA – ECUADOR

2017



RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el efecto antioxidante del ají escabeche sobre las grasas de chorizo ahumado. Para lo cual se realizaron cuatro tratamientos, un control elaborado con eritorbato de sodio y tres con diferentes concentraciones de ají escabeche, las cuales fueron: 3%, 5% y 7%. El análisis de la oxidación de las grasas se realizó mediante la determinación del índice de peróxidos y la estabilidad de las características organolépticas en un período de 30 días, que junto con el análisis microbiológico y determinación de pH, permitió establecer el tiempo de vida útil de cada tratamiento.

Además mediante pruebas bromatológicas, se determinó la composición del chorizo, obteniendo el porcentaje de humedad, grasa, almidón y proteína, para establecer el cumplimiento del producto con la norma INEN 1338:2012 y clasificar el chorizo como un producto cárnico Tipo II. Además se elaboró un informe y semáforo nutricional del producto. Por otra parte se determinó la aceptación y preferencia de los diferentes tratamientos mediante pruebas de catación, en donde se evaluaron sus características organolépticas.

Mediante los resultados de las pruebas realizadas, se pudo determinar que la concentración óptima de ají escabeche como antioxidante natural fue el tratamiento correspondiente a la formulación de chorizo ahumado al 5%, al ser el tratamiento con mayor aceptación por parte de los consumidores y por presentar estabilidad a la oxidación de las grasas y propiedades organolépticas en el período de análisis.

Palabras claves: Chorizo, oxidación de las grasas, antioxidantes, ají escabeche, índice de peróxidos.



ABSTRACT

The objective of this research is to determine the antioxidant effect of the Peruvian Yellow Chile Pepper on the fat of cooked-smoked chorizo. Four treatments were done, a control elaborated with sodium erythorbate, and three with different concentrations of ají escabeche, which were: 3%, 5% and 7%. The analysis of fat oxidation was carried out by the determination of the peroxides value and by the stability of the organoleptic properties in a period of 30 days. The shelf life of each treatment was established together with the microbiological analysis and determination of pH.

Also by chemical test the chemical composition of the chorizo was determined. Then the percentage of humidity, fat, starch, and protein were determined, and it could be established the fulfillment of the product with the standard INEN 1338:2012. Also it could be possible to classify the chorizo as a meat product Type II. In addition, a nutritional report and semaphore of the product was elaborated. On the other hand, the acceptance and preference of the different treatments were determined by sensory evaluation of products using panels.

Through the results of the tests carried out, it was possible to determine that the optimal concentration of ají escabeche as a natural antioxidant was the treatment of chorizo cooked-smoked at 5%, as the treatment with better acceptance by consumers and to present stability to the oxidation of fats and organoleptic properties in the period of analysis.

Key words: Chorizo, fat oxidation, antioxidants, ají escabeche, peroxide value.



ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD	11
DEDICATORIA	13
AGRADECIMIENTO	14
INTRODUCCIÓN	15
Antecedentes.....	15
Justificación	16
Objetivos	16
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 LÍPIDOS.....	17
1.1.1 Ácidos grasos.....	17
1.1.2 Triglicéridos.....	19
1.1.2.1 Las grasas	19
1.1.2.2 Los aceites.....	20
1.2 EMBUTIDOS.....	20
1.2.1 Clasificación	21
1.2.1.1 Embutidos crudos	21
1.2.1.2 Embutidos escaldados.....	21
1.2.1.3 Embutidos cocidos.....	21
1.2.2 Componentes que intervienen en la elaboración de embutidos.....	22
1.2.2.1 La carne.....	22
1.2.2.2 La grasa.....	23
1.2.2.3 Otros componentes cárnicos.....	24
1.2.2.4 Componentes de procedencia no cárnica	25
1.2.2.5 Condimentos y especias	25



1.2.2.6 Aditivos	25
1.2.3 El chorizo	27
1.2.3.1 Clasificación.....	27
1.2.3.2 Características	28
1.2.3.3 Proceso de elaboración	28
1.3 OXIDACIÓN DE LOS LÍPIDOS	30
1.3.1 Mecanismo de aparición de radicales libres	30
1.3.2 Mecanismo de autooxidación	31
1.3.2.1 Etapa de iniciación.....	31
1.3.2.2 Etapa de propagación.....	31
1.3.2.3 Etapa de terminación	32
1.3.3 Productos secundarios de la oxidación lipídica.....	32
1.3.4 Métodos para medir la oxidación lipídica	32
1.3.4.1 Índice de peróxidos.....	34
1.3.4.2 Medida de los productos de descomposición de los peróxidos	34
1.3.4.3 Análisis sensorial	35
1.4 ANTIOXIDANTES	38
1.4.1 Mecanismos de acción de los antioxidantes	38
1.4.1.1 Acción antirradicalaria de los antioxidantes.....	38
1.4.1.2 Acción anticatalítica de los antioxidantes	40
1.4.2 Efecto sinérgico de los antioxidantes.....	40
1.4.3 Antioxidantes en función de su lugar de origen	41
1.4.3.1 Antioxidantes sintéticos.....	41
1.4.3.2 Antioxidantes naturales.....	42
1.5 AJÍ ESCABECHE	46
1.5.1 Características	47
1.5.2 Valor nutricional.....	47
1.5.3 Propiedades	48
1.5.4 Compuestos y propiedades antioxidantes	48



2. METODOLOGÍA	49
2.1 FORMULACIÓN	49
2.2 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE AJÍ ESCABECHE	50
2.3 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL CHORIZO	51
2.3.1 Caracterización de la materia prima	51
2.3.2 Molido	52
2.2.3 Dosificación	52
2.2.4 Mezclado	54
2.2.5 Dosificación de los antioxidantes en la pasta	54
2.2.6 Embutido y porcionado	55
2.2.7 Tratamiento térmico	56
2.2.8 Oreado	58
2.2.9 Empacado al vacío	58
2.2.10 Almacenamiento	59
2.2.11 DPO de la elaboración del chorizo ahumado	59
2.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO	60
2.4.1 Determinación de la humedad del chorizo	60
2.4.2 Determinación del contenido de grasa mediante el método de Soxhlet	61
2.4.3 Determinación de la dureza	62
2.4.4 Determinación de la proteína, grasa y humedad aplicando el número de Feder.	63
2.4.4.1 Requisitos bromatológicos	65
2.4.4.2 Informe nutricional	66
2.4.4.3 Semáforo nutricional	66
2.4.5 Pruebas control de vida útil del chorizo	67
2.4.5.1 Índice de peróxidos	67
2.4.5.2 Fichas de estabilidad	71
2.4.5.3 Análisis microbiológico	72
2.5 ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO	73



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
3.1 Informe bromatológico	76
3.1.1 Informe nutricional.....	76
3.1.2 Semáforo nutricional.....	77
3.2 Dureza	77
3.3 Índice de peróxidos.....	78
3.4 Fichas de estabilidad	81
3.5 Análisis microbiológico.....	84
3.6 Aceptación del producto	85
4. CONCLUSIONES	89
5. RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición promedio en porcentaje de diferentes carnes	22
Tabla 2. Grado de insaturación de los ácidos grasos de lípidos musculares	23
Tabla 3. Composición por 100 g de porción comestible del tocino	24
Tabla 4. Contenido de vitamina C de diversas frutas y verduras frescas	45
Tabla 5. Antioxidantes naturales usados en carne y productos cárnicos.....	46
Tabla 6. Composición por 100 g de porción comestible del ají escabeche	47
Tabla 7. Caracterización bioquímica del fruto seco (ají amarillo)	48
Tabla 8. Formulación de los diferentes tratamientos de chorizo ahumado.....	49
Tabla 9. Datos para la determinación del % humedad del ají escabeche	50
Tabla 10. Evaluación de la formulación del chorizo ahumado.....	64
Tabla 11. Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos	65
Tabla 12. Nutrientes de declaración obligatoria y valor diario recomendado (VDR)	66
Tabla 13. Factores de conversión para el cálculo de energía.....	66
Tabla 14. Contenido de componente y concentraciones permitidas	67



Tabla 15. Sistema de puntuación de propiedades organolépticas.....	73
Tabla 16. Sistema de puntuación de la pungencia	73
Tabla 17. Valores aplicados para el cálculo de tamaño de muestra.....	74
Tabla 18. Informe bromatológico del chorizo ahumado	76
Tabla 19. Valor nutricional del chorizo ahumado	76
Tabla 20. Dureza los diferentes tratamientos	77
Tabla 21. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado (Tratamiento control)	81
Tabla 22. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 3% de ají escabeche	82
Tabla 23. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 5% de ají escabeche	83
Tabla 24. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 7% de ají escabeche	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura química del ácido palmítico.....	18
Figura 2. Estructura química del ácido oleico	18
Figura 3. Estructura de un triglicérido	19
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del chorizo tradicional.....	29
Figura 5. Cinética de la reacción de oxidación de las grasas	33
Figura 6. Mecanismo de acción de los antioxidantes	39
Figura 7. Fórmula química general de los derivados fenólicos	39
Figura 8. Fórmula química de algunos antioxidantes sintéticos	42
Figura 9. Estructura química de las principales clases de flavonoides.....	43
Figura 10. Estructura química de la vitamina E (<i>α</i> – <i>tocopherol</i>)	44
Figura 11. Estructura química del ácido ascórbico	44
Figura 12. Ají escabeche	47
Figura 13. DPO del proceso de elaboración del chorizo ahumado.....	59
Figura 14. Semáforo nutricional del chorizo ahumado.....	77



ÍNDICE DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Curva índice de peróxidos del tratamiento control	78
Gráfica 2. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 3% de ají escabeche	78
Gráfica 3. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 5% de ají escabeche	79
Gráfica 4. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 7% de ají escabeche	79
Gráfica 5. Curvas índice de peróxidos de los diferentes tratamientos.....	80
Gráfica 6. Resultados del análisis microbiológico de los diferentes tratamientos	85
Gráfica 7. Evaluación de color de los diferentes tratamientos	85
Gráfica 8. Evaluación de olor de los diferentes tratamientos	86
Gráfica 9. Evaluación de sabor de los diferentes tratamientos.....	86
Gráfica 10. Evaluación de la textura de los diferentes tratamientos	87
Gráfica 11. Evaluación del aspecto de los diferentes tratamientos.....	87
Gráfica 12. Evaluación de la pungencia de los diferentes tratamientos.....	88

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1. Muestra de ají escabeche previo al secado	51
Fotografía 2. Muestra de ají escabeche después del secado.....	51
Fotografía 3. Caracterización de la materia prima	52
Fotografía 4. Molido de las materias primas.....	52
Fotografía 5. Proceso de dosificación.....	53
Fotografía 6. Retirado semillas y venas blancas.....	53
Fotografía 7. Dosificación del ají escabeche al 3%, 5% 7%	54
Fotografía 8. Proceso de mezclado.....	54
Fotografía 9. Dosificación de los antioxidantes	55
Fotografía 10. Tratamientos control, al 3%, 5% y 7% de ají escabeche	55
Fotografía 11. Proceso de embutido	56
Fotografía 12. Proceso de secado y ahumado del chorizo.....	56
Fotografía 13. Proceso de escaldado	57
Fotografía 14. Proceso de enfriado	57



Fotografía 15. Proceso de oreado.....	58
Fotografía 16. Empacado al vacío.....	58
Fotografía 17. Proceso de determinación de la humedad del chorizo	61
Fotografía 18. Equipo Soxhlet.....	62
Fotografía 19. Determinación de la dureza del chorizo.....	63
Fotografía 20. Filtración de la muestra	69
Fotografía 21. Extracción de la grasa	70
Fotografía 22. Normalización del tiosulfato de sodio.....	71
Fotografía 23. Determinación del índice de peróxidos.....	71
Fotografía 24. Evaluación organoléptica de los chorizos	71
Fotografía 25. Determinación del pH	72
Fotografía 26. Proceso de degustación.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Ficha de catación de chorizo ahumado	97
Anexo 2. Etiqueta del chorizo ahumado	99
Anexo 3. Ají escabeche.....	100
Anexo 4. Análisis económico del chorizo	101
Anexo 5. Análisis microbiológico	102



CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Paola Michel Carrión Chimbo en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "ANÁLISIS DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DEL AJÍ ESCABECHE (CAPSICUM BACCATUM L.) SOBRE CHORIZO AHUMADO", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de Noviembre del 2017

Paola Michel Carrión Chimbo

C.I: 0105475354



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Paola Michel Carrión Chimbo autora del trabajo de titulación "ANÁLISIS DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DEL AJÍ ESCABECHE (*CAPSICUM BACCATUM* L.) SOBRE CHORIZO AHUMADO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 27 de Noviembre del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paola Michel Carrión Chimbo", written over a horizontal line.

Paola Michel Carrión Chimbo

C.I: 0105475354



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo al motor de mi vida, a Dios, por darme salud y sustento para vivir, la inteligencia para culminar mis estudios, por darme siempre las fuerzas y el valor para enfrentar cada obstáculo de la vida, por estar a mi lado en cada paso que doy, por ser siempre fiel, por perdonar mis fallas, por ser mi padre y sobretodo mi amigo.

Además, quiero dedicar este logro a mis padres. A mi madre por siempre cuidar de mí, por guiarme en los caminos de Dios, por ser la mejor madre del mundo y por enseñarme a nunca rendirse. A mi padre de igual manera, por su apoyo incondicional, por querer hacer de mí alguien mejor, y por saber guíame siempre con sus consejos y motivación.

Paola Michel



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de manera especial, al director del presente proyecto de investigación, el Ingeniero Servio Astudillo Segovia, docente de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, por su disponibilidad de tiempo, su paciencia, brindarme de sus conocimientos y guía para el desarrollo de esta tesis.

Por otro lado, quiero agradecer a todos los profesores que brindan de sus conocimientos, pero de manera muy especial, a aquellos que además de enseñar sus materias respectivas, brindan de sus experiencias, consejos y motivación a los estudiantes.



INTRODUCCIÓN

La carne es indispensable en la dieta del hombre al representar una fuente importante de proteína que contiene todos los aminoácidos esenciales, así como minerales y vitaminas de elevada disponibilidad, necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo y su desarrollo. Sin embargo, la carne es un alimento altamente perecedero y su deterioro se ve reflejado principalmente en el desarrollo de olores y sabores desagradables que generan el rechazo por parte de los consumidores. Por otro lado, pueden reducir el valor nutritivo de los alimentos y producir sustancias tóxicas.

Desde el inicio de los tiempos, el hombre ha desarrollado métodos de conservación de la carne, con el fin de evitar su deterioro y extender su tiempo de vida útil. En la actualidad la industria cárnica utiliza técnicas de conservación tanto físicas como químicas y una mezcla de ellos. Entre los métodos físicos se encuentran la refrigeración, aplicación de calor, radiación, etc. Por otro lado, el método de conservación química consiste en la adición de sustancia con capacidad de controlar o retardar los procesos degenerativos de la carne y productos cárnicos.

Antecedentes

La oxidación de las grasas es la causa más importante del deterioro de los productos cárnicos después de las alteraciones producidas por los microorganismos. Se trata de una reacción en cadena entre los ácidos grasos de los lípidos y el oxígeno. Uno de los métodos más utilizados para retardar la rancidez oxidativa es disminuir la cantidad de oxígeno presente en el producto cárnico. Sin embargo, las reacciones de oxidación se producen a concentraciones muy bajas de oxígeno, por lo que la industria cárnica ha acudido al uso de sustancias químicas para extender su tiempo de vida útil.

La industria cárnica ha venido utilizando antioxidantes de origen sintético debido a su potente efecto y bajo costo. Entre los más conocidos tenemos al BHA, BHT y eritorbato de sodio. Sin embargo, con el paso del tiempo el rechazo por parte de la población hacia el uso de aditivos sintéticos en los alimentos ha ido aumentando, debido a la percepción negativa que se tiene de estos sobre la salud humana. Es por esto que, existe gran interés en la búsqueda de nuevas fuentes de antioxidantes naturales como reemplazo de los antioxidantes sintéticos. Hasta la actualidad existen múltiples investigaciones que han demostrado la presencia de sustancias antioxidantes naturales en el mundo vegetal, como son ciertas plantas, semillas, aceites vegetales, frutas, etc., y que comprueban su eficiencia.



Justificación

La presente investigación utiliza el ají escabeche como antioxidante natural en reemplazo del eritorbato de sodio, debido a que previas investigaciones indican la presencia en este ají, de varias sustancias con capacidad antioxidante. Además, el ají escabeche cuenta con agradables propiedades organolépticas, una ligera sensación picante y se produce en el Ecuador. Con el fin de determinar su efectividad, al ají escabeche es analizado en chorizo, debido a que es uno de los productos cárnicos con mayor contenido en grasa y como consecuencia, más susceptible a la oxidación de las mismas.

La presente investigación busca aportar a la industria cárnica con conocimiento acerca de una nueva fuente de antioxidante natural como reemplazo de antioxidantes sintéticos, para que la misma pueda satisfacer la demanda de un mercado cada vez más exigente en cuanto a los alimentos que ingieren y la oportunidad de recuperar la confiabilidad de los consumidores acerca de la inocuidad de los embutidos.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el efecto antioxidante del ají escabeche (*Capsicum Baccatum L.*) sobre las grasas del chorizo ahumado.

Objetivos específicos

- Elaborar diferentes tratamientos de chorizo ahumado con concentraciones de 3%, 5% y 7% de ají escabeche y un tratamiento control con eritorbato de sodio.
- Caracterizar los diferentes tratamientos mediante análisis bromatológico y microbiológico.
- Analizar la variación de las propiedades organolépticas y físico-químicas de cada tratamiento durante 30 días.
- Determinar la aceptación del producto por parte de los consumidores mediante pruebas de catación.
- Determinar el tiempo de vida útil de cada tratamiento.
- Analizar los resultados para determinar la concentración ideal de ají escabeche a usar y elaborar las respectivas conclusiones y recomendación del trabajo de titulación.



1. MARCO TEÓRICO

1.1 LÍPIDOS

Los lípidos son compuesto apolares, generalmente de elevado peso molecular, formados básicamente por átomos de carbono, hidrógeno y en menor proporción átomos de oxígeno, además algunos de ellos contienen átomos de nitrógeno, fósforo o azufre (Garrido Pertierra, y otros, 2006).

El termino lípidos abarca a un gran número de compuestos orgánicos con estructuras muy diversas, por lo tanto existen diferentes formas de clasificarlos. Generalmente se caracterizan por ser insolubles en solventes polares como el agua (hidrofobicidad) y solubles en solventes orgánicos no polares como el cloroformo y éter.

Así, las grasas, aceites, ciertas vitaminas, hormonas y la mayor parte de los componentes no proteicos de las membranas son lípidos (McMurry, 2008). En esta investigación solo se estudiarán las estructuras y las propiedades de los lípidos de interés: ácidos grasos, triacilgliceridos, grasas y aceites.

Clasificación:

- **Lípidos saponificables:** son aquellos que poseen en su estructura ácidos grasos y tienen la capacidad de formar jabones al someterlos a hidrólisis alcalina. A su vez estos se pueden clasificar en:
 - a) Simples: acilglicéridos y ceras.
 - b) Complejos: fosfolípidos, glucolípidos y lipoproteínas.
- **Lípidos insaponificables:** son aquellos que no poseen ácidos grasos en su estructura, por tanto no tienen la capacidad de formar jabones. Ejemplos: Terpenos, esteroides, entre otros.

1.1.1 Ácidos grasos

Los ácidos grasos consisten en una cadena larga hidrocarbonada, generalmente lineal, de longitud variable, con un grupo carboxilo (- COOH) en un extremo y un grupo metilo en el extremo opuesto. (Palou Oliver, y otros, 2008).

Los ácidos grasos generalmente se encuentran unidos químicamente a otras moléculas y rara vez se encuentran libres. Por lo general contienen un número par de átomos de carbono entre 12 y 20. Se conocen más de 100 ácidos grasos diferentes, y casi 40 se encuentran ampliamente en la naturaleza (McMurry, 2008).

Clasificación:

Los ácidos grasos se clasifican en función de la presencia o no y número de doble enlaces (-C=C-) en su estructura en:

- **Ácidos grasos saturados:** No contienen ningún doble enlace, es decir, solo tienen enlaces simples entre átomos de carbono. Ejemplos: ácido láurico (C12) y ácido palmítico (C16).

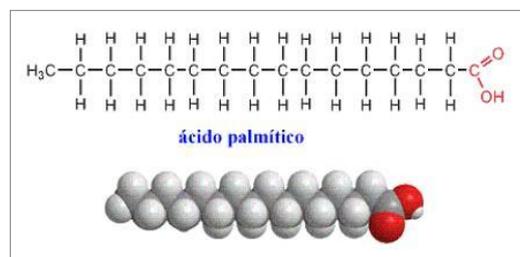


Figura 1. Estructura química del ácido palmítico

Fuente: Recuperado de <http://www.elaceite.net>

- **Ácidos grasos insaturados:** tiene uno o varios enlaces dobles llamados insaturaciones y se pueden clasificar en:
 - a) Monoinsaturados: Si la cadena tiene un doble enlace. Ejemplo: ácido oleico.
 - b) Polinsaturados: presentan dos o más dobles enlaces. Ejemplo: ácido linoleico, (presenta dos dobles enlaces).

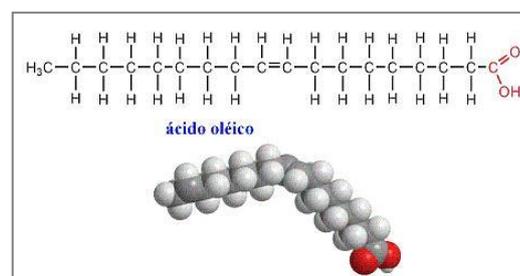


Figura 2. Estructura química del ácido oleico

Fuente: Recuperado de <http://www.elaceite.net>



1.1.2.2 Los aceites

Tienen una proporción alta de ácidos grasos insaturados, se presentan líquidas a temperatura ambiente, es decir tienen bajo punto de fusión y generalmente son de origen vegetal. Ejemplos: el aceite de maíz y de cacahuete.

Al estar la estructura de las grasas y aceites estrechamente relacionadas, comúnmente el término grasa incluye también a los aceites y por lo tanto, también se llaman grasas saturadas o sólidas a los que permanecen sólidas a temperatura ambiente y grasas insaturadas o líquidas a los aceites.

1.2 EMBUTIDOS

Según la NTE INEN 1217: 2012 productos cárnicos “son los elaborados esencialmente con carnes, en piezas, troceadas o picadas o grasa/tocino o sangre o menudencias comestibles de las especies de abasto, aves y caza autorizadas, que se han sometido en su proceso de elaboración a diferentes tratamientos tales como tratamientos por calor, secado-maduración, oreo, adobo, marinado, adobado. En su elaboración pueden incorporarse opcionalmente otros ingredientes, condimentos, especias y aditivos autorizados”.

Cuando un producto cárnico es introducido en una tripa se denomina embutido. El proceso de embutido se realiza con la finalidad de brindarle forma y protección al producto. La tripa puede ser de origen natural y artificial. Las tripas naturales son subproductos cárnicos que se caracterizan por ser permeables a la humedad y ahumado, y son digeribles para el ser humano. Las tripas artificiales son elaboradas de diferentes materiales como: celulosa, colágeno (comestible y no comestible) y plástico. Las tripas no comestibles tienen que ser removidas del producto antes de su consumo. (Amerling, 2001).

Los embutidos pueden ser de pasta fina o gruesa. Los embutidos de pasta fina se conocen como emulsiones cárnicas. Estructuralmente esta emulsión consiste en una matriz de músculo y fibras de tejido conectivo suspendido en un medio acuoso (Amerling, 2001). Las emulsiones cárnicas se dan cuando las proteínas de la carne se han solubilizado en disoluciones salinas, formando una matriz que encapsula los glóbulos de grasa. (Herrera, Bolaños, & Lutz, 2003). Las proteínas solubles que actúan como emulsificante con las sarcoplasmáticas y las miofibrilares.



El proceso de elaboración de embutidos básicamente consiste en la recepción de las materias primas, picado, mezclado, embutido, atado, y dependiendo del tipo de embutidos se realizan procesos como secado, ahumado, madurado, escaldado, cocción, por último el proceso de enfriado y empaquetado. El ahumado interviene en casi toda clase de embutidos y según la NTE INEN 1338:2012 es el “tratamiento de los productos mediante la acción de compuestos procedentes de la combustión de maderas no resinosas y hierbas naturales autorizadas”. Los embutidos se ahúman principalmente para conferirles su sabor característico.

1.2.1 Clasificación

En función del tratamiento térmico que recibe los embutidos se puede clasificar en:

1.2.1.1 Embutidos crudos

Son aquellos elaborados a partir de la mezcla de carne cruda, grasa de cerdo, con adición de sal común, sustancias curantes, condimentos y algunos aditivos y productos coadyuvantes para el curado, todo ello introducido en una tripa natural o artificial. Estos embutidos no pasan por un proceso de cocción en agua y pueden consumirse en estado fresco o cocinado posterior a una maduración (Amerling, 2001). Ejemplos: Chorizo común, salami.

1.2.1.2 Embutidos escaldados

Este tipo de embutidos se prepara a partir de carne fresca no completamente madurada y se someten a un proceso de escaldado antes de su comercialización con el fin de disminuir la población microbiana, favorecer la conservación y coagular las proteínas. El escaldado consiste en un tratamiento en agua caliente a 75 °C, durante un tiempo que depende del tamaño y diámetro del embutido. Este tratamiento térmico también puede realizarse ahumando a altas temperaturas (Amerling, 2001). Ejemplos: mortadela, salchicha.

1.2.1.3 Embutidos cocidos

Esta clase de embutidos se fabrica a partir de materias primas que son sometidas a un tratamiento de calor antes de ser molidas, trituradas y embutidas. Después se cocinan de nuevo y se ahúman. Estos embutidos son de corta duración debido al proceso de fabricación (Amerling, 2001). Ejemplos: morcilla y paté.



1.2.2 Componentes que intervienen en la elaboración de embutidos

Los materiales que se utilizan para elaborar embutidos pueden dividirse en dos grupos: los ingredientes y los aditivos. A su vez los ingredientes se pueden dividir en materias primas (componentes cárnicos y no cárnicos), y condimentos y especias.

1.2.2.1 La carne

Es el ingrediente principal de los embutidos, suele ser de cerdo o vacuno (buey o res, vaca y ternera), aunque es posible utilizar cualquier tipo de carne animal autorizada por la normativa.

Según la NTE INEN 1217 la carne se define como “Tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post-rigor), comestible, sano, y limpio e inocuo de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano”.

La FAO, 2015 define a la carne no solo como el tejido muscular del animal, sino como “todas las partes del animal que han sido dictaminadas como inocuas o aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. Con este concepto se define al producto que comercialmente se conoce como carne e incluye, al conjunto de músculos, grasas incluidas, tendones, etc.

La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad (FAO, 2015).

La composición de la carne varía de una especie a otra e incluso de las diferentes partes de un mismo animal. A continuación se presenta el valor promedio de la composición de la carne res y cerdo:

Tabla 1. Composición promedio en porcentaje de diferentes carnes

Componente	Vacuno	Cerdo
Agua	71	68
Proteinas	21	13
Lipidos	7	18
Minerales	1	1

Fuente: Badui, 2012



La carne contiene vitaminas del grupo B, tales como la vitamina B1, B3, B6 y B12. El contenido de hidratos de carbono es mínimo y no supera el 1%. La carne es una excelente fuente natural de hierro y zinc de elevada biodisponibilidad. Además, las carnes contienen otros minerales como cobre, magnesio, selenio, fósforo, cromo y níquel (FEDECARNE, 2009).

La grasa es el componente en el que se observan más fluctuaciones, la cual depende de varios factores como la especie animal, la raza, el sexo, edad de sacrificio, la región de la canal, además en la carne de cerdo varía en función de la alimentación del animal. Así, en la carne vacuno las partes más magras tienen alrededor del 6% de grasa, mientras en las más grasas superan el 20%. En la carne de porcino las partes más magras tienen alrededor de 4 – 8% de grasa, mientras que las de más contenido lipídico llegan casi al 30% en grasa (FEDECARNE, 2009).

En la composición lipídica de la carne, se distinguen lípidos del tejido muscular y lípidos del tejido adiposo. Los lípidos que hay en la porción magra contienen una cantidad de fosfolípidos mayor que la del tejido adiposo, con más ácidos grasos insaturados que los correspondientes a los triglicéridos. El tipo de ácidos grasos del tejido muscular también depende de la especie (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

Tabla 2. Grado de insaturación de los ácidos grasos de lípidos musculares

Especie	% Saturados	% Monoinsaturados	% poliinsaturados
Vacuno	40-71	41-53	0-6
Cerdo	39-49	47-70	3-18

Fuente: modificado de Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999

Como se puede ver en la tabla 2, aproximadamente la mitad del contenido en grasa de las carnes son saturadas (destacando el ácido palmítico y esteárico), mientras que la otra mitad son insaturadas, predominando los ácidos grasos monoinsaturados (principalmente el ácido oleico) (FEDECARNE, 2009).

1.2.2.2 La grasa

Es un componente muy importante en los productos cárnicos procesados, ya que contribuye a las características sensoriales, les imparte jugosidad y suavidad. Puede formar parte de la masa del embutido de dos maneras, infiltrada en los magros musculares, o bien añadida en forma de tocino (Lopez, 2011).



La más utilizada es la de cerdo por sus características de sabor y aroma que proporcionan al producto. La grasa que se emplea en la elaboración de productos cárnicos debe ser la correspondiente a la grasa dorsal (tocino) o papada y debe mantenerse en refrigeración o congelación preferiblemente (Tovar, 2003).

La composición química del tocino es básicamente 20% de agua, más del 70% de grasa, no contiene hidratos de carbono y presenta cantidad bajas en proteína, alrededor del 8%. Contiene pequeñas cantidades de minerales, calcio, hierro, zinc, magnesio, potasio, selenio y algo de fósforo (MAPAMA, 2012).

En cuanto a los ácidos grasos que forman parte de los triglicéridos, generalmente en las grasas de origen animal predominan los ácidos grasos saturados, aunque el tocino de cerdo contiene más cantidad de monoinsaturados. Los que se encuentran en menor proporción son los poliinsaturados. El ácido graso más abundante entre los monoinsaturados es el oleico, entre los saturados el palmítico y entre los poliinsaturados el linoleico. (Moreira, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013).

Tabla 3. Composición por 100 g de porción comestible del tocino

Componentes	Cantidad
Agua (g)	20.6
Energía (Kcal)	673
Proteínas (g)	8.4
Lípidos totales (g)	71
AGS (g)	22.92
AGM (g)	29.86
AGP(g)	10.86
Colesterol (mg)	57
Hidratos de carbono (g)	0

Fuente: (Moreira, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013)

1.2.2.3 Otros componentes cárnicos

En determinados embutidos se emplean también como materia prima sangre y despojos, tales como pulmones, corazón, estómago, etc., que por ejemplo, dan lugar a diversos tipos de Morcillas, Botifarra perol y Botifarra de huevo en Cataluña, Longaniza o Chanfaino en Galicia, Buche de costillas en Extremadura, etc. (Jimenez & Carballo, s.f.)



1.2.2.4 Componentes de procedencia no cárnica

La sal común es el ingrediente no cárnico más empleado en embutidos. Cumple con tres funciones: contribuye al sabor, actúa como conservador retardando el desarrollo microbiano, fundamentalmente porque reduce la disponibilidad de agua en el medio para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas, y por último, ayuda a la solubilización de las proteínas, lo que favorece la ligazón entre las distintas materias primas, impartiendo una consistencia más adecuada a la masa embutida, mejora las propiedades emulsionantes, etc. (Jimenez & Carballo, s.f.)

A menudo se incorporan diversos componentes de procedencia no cárnica con el fin de actuar como ligantes y/o extensores, para mejorar la funcionalidad de las proteínas, ayudar a la formulación y estabilidad de la emulsión, disminuir costos, mejorar la retención de agua, facilitar el corte y evitar el encogimiento durante el cocido (Amerling, 2001). Se pueden utilizar productos con elevado contenido proteico como la proteína de soja (harina, concentrados, aislados), almidones modificados de diferentes cereales, harinas y féculas.

1.2.2.5 Condimentos y especias

Son sustancias aromáticas de origen vegetal que se agregan a los productos cárnicos para conferirles sabores y olores peculiares, la lista es larga: pimienta blanca, pimienta negra, pimentón, laurel, jengibre, canela, clavo de olor, comino, orégano, perejil, nuez moscada y tomillo, entre otros (SAGARPA, s.f.). Además de producir aromas y sabores especiales al embutido, ciertas especias, como la pimienta negra, el pimentón, el tomillo o el romero, y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes (Martínez, 2013).

1.2.2.6 Aditivos

Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento y que se adiciona intencionalmente al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos), en cualquiera de sus fases de producción, con el fin de afectar sus características (CODEX, 2015). Los aditivos se añaden a los alimentos para asegurar la inocuidad del alimento, aumentar la estabilidad del producto, ayudar a la fabricación, transformación, preparación, transporte y almacenamiento del alimento, así como en su conservación, mejorar y mantener su frescura, sabor, textura o aspecto.



Existen varias razones por las que se utilizan los aditivos en la industria alimentaria, pero básicamente son de tipo económico y social. Por un lado los alimentos se deterioran con el paso del tiempo y ciertos aditivos extienden la vida útil. Por otro la aceptación del consumidor depende estrictamente de las propiedades organolépticas del producto, las cuales se ven afectadas por los diferentes tratamientos en la fabricación, y el uso de aditivos que mejoren tales características es indispensable.

En cuanto a razones nutricionales y de seguridad, una de las funciones más importantes de los aditivos es la de mantener la inocuidad de alimento, ya que impiden el desarrollo de los microorganismos indeseables y letales para el ser humano y ciertas reacciones químicas que disminuyen el valor nutritivo de los alimentos e incluso generan compuestos tóxicos.

El (CODEX, 2015) establece que el uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos, y cumple una o más de las funciones tecnológicas que se indican a continuación y únicamente cuando estos fines no pueden alcanzarse por otros medios que son factibles económica y tecnológicamente:

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento.
- b) Proporcionar los ingredientes o constituyentes necesarios para los alimentos fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales.
- c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
- d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

Según la función que cumplen los aditivos (Barros, 2009) establece la siguiente clasificación:

- Aditivos que actúan contra las alteraciones químicas y biológicas: conservantes y antioxidantes.



- Aditivos estabilizadores de las características físicas: estabilizantes, espesantes y gelificantes, emulsionantes, antiespumantes, reguladores de pH, etc.
- Sustancias modificadoras de las características organolépticas: colorantes, potenciadores del sabor, edulcorantes artificiales, aromas, etc.

Los aditivos más usados en la industria de la elaboración de productos cárnicos dependen de su función y son los siguientes:

- Colorantes: ácido carmínico, curcumina, carotenoides, xantofilas, etc.
- Reguladores de pH: ácidos cítrico, láctico, etc.
- Antioxidantes: ácido ascórbico y sus sales, BHT, eritorbato de sodio, entre otros.
- Conservantes: nitrito de sodio y potasio, nitrato de sodio y potasio, ácido sórbico, lactato de sodio y de potasio, etc.
- Reguladores de maduración: azúcares, dextrinas, almidón, entre otros.
- Correctores y potenciadores de sabor: ácido glutámico y sus sales, etc.
- Emulsificante: tripolifosfato de sodio.

1.2.3 El chorizo

Según la NTE INEN 1338:2012 chorizo es “el producto elaborado con carne de animal de abasto, solas o en mezclas, con ingredientes y aditivos de uso permitido y embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, puede ser fresco (crudo), cocido, madurado, ahumado o no.”

1.2.3.1 Clasificación

Para que un producto cárnico sea considerado como chorizo, debe contener carne de cerdo y tocino de cerdo, pero también se puede añadir carne de vacuno y dependiendo de su composición, la (FAO, 2014) los clasifica en cuatro categorías:

- Primera o especial: hechos con lomo o jamones puros.
- Segunda categoría o industrial: contiene 50% de lomo o jamones de cerdo y 50% de carne de ternera.
- Tercera: elaborada con un 75% de carne de vacuno y 25% de cerdo.
- Cuarta o tipo económica: lleva carne de vacuno, otros tipos de carne o sustitutos de carne, adicionadas con grasa de cerdo.



1.2.3.2 Características

El chorizo es un producto típicamente español que contiene como ingrediente principal el ajo y el pimiento, el mismo que le da el color característico rojo y sabor ligeramente picante, y lo diferencia del resto de chorizos del mundo. Pero las especies que se pueden encontrar en el chorizo pueden ser varias, como pimienta, comino, laurel, tomillo, cebolla, orégano, etc., los cuales en conjunto le dan características organolépticas especiales. En función de la presencia o ausencia de pimienta rojo se los clasifican en chorizo rojo y blancos respectivamente.

El chorizo es un producto con elevado poder calórico, el cual depende del contenido de macronutrientes y fundamentalmente de la cantidad de grasa. Las grasas del chorizo están compuestas aproximadamente en un 38% por grasas saturadas, en un 43% por grasas insaturadas y una porción pequeña de ácidos grasos poliinsaturados. Además contiene colesterol. El chorizo proporciona proteínas de elevado valor biológico y una pequeña cantidad de hidratos de carbono. Además, el chorizo es fuente de minerales: hierro, zinc, magnesio, fósforo, selenio y principalmente sodio (MAPAMA, 2014).

1.2.3.3 Proceso de elaboración

Existen diferentes clases y técnicas de elaboración de los chorizos dependiendo de los gustos de cada país. En algunos países se los venden en forma cruda, requiriéndose de una etapa de freído antes de su consumo. No obstante, en el procedimiento tradicional el chorizo es desecado y ahumado, proceso en que la actividad acuosa se disminuye hasta un punto en el que se impide el crecimiento microbiano (0.6-0.75) (FAO, 2014). Sin embargo, en algunos países el chorizo es vendido en forma cocida, es decir, listo para su consumo. Las etapas de la elaboración del chorizo tradicional se presentan a continuación:

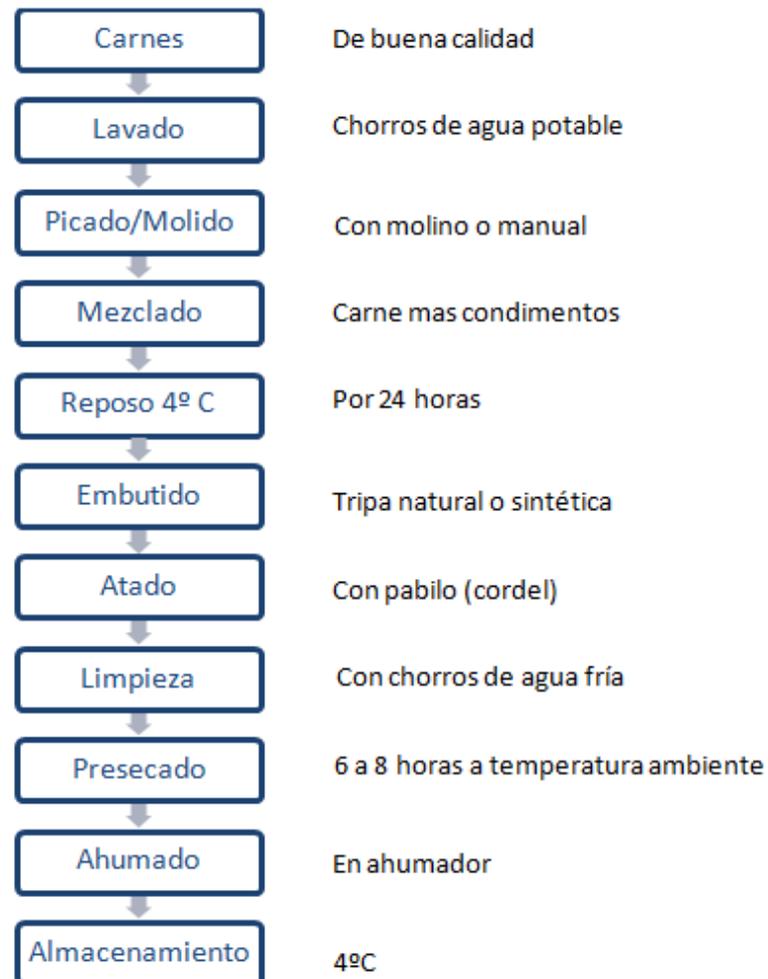


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del chorizo tradicional

Fuente: FAO, 2014

Durante el proceso de reposo y principalmente el desecado, ocurre la maduración, el cual es un fenómeno bioquímico y microbiano muy complejo, donde se presentan tres fenómenos importantes: el enrojecimiento, el aumento de consistencia y la aromatización (FAO, 2014).

A nivel industrial, además de los ingredientes ya mencionados se suelen añadir los siguientes aditivos autorizados: nitritos y nitratos (necesarios para que se genere el color rojo característico del chorizo y para evitar el botulismo), ácido ascórbico (acelera el enrojecimiento y coloración al impedir que la grasa se oxide) y reguladores de la maduración (azúcares que se incorporan y que favorecen el desarrollo de bacterias implicadas en la maduración) (Madrid, 2014).



1.3 OXIDACIÓN DE LOS LÍPIDOS

Los lípidos representan un papel irremplazable en nuestra alimentación. Tiene un papel nutricional como fuente de energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles, precursores de hormonas pero también un papel organoléptico por su contribución a la textura y al sabor de los alimentos (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

El principal defectos de los lípidos es que se oxida fácilmente. Se trata de una de las principales causas de deterioro de los alimentos, que origina la aparición de olores y sabores indeseables, que en conjunto se conoce como enranciamiento. Por otro lado, puede reducir la calidad nutricional (al destruir ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles), modificar la textura y color de los alimentos e incluso generar compuestos tóxicos para la salud (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

La oxidación lipídica es la reacción por la cual el oxígeno molecular reacciona con los ácidos grasos insaturados para generar compuestos que mantienen y aceleran la reacción y se sintetizan sustancias de bajo peso molecular, muchas de ellas volátiles, que confieren el olor típico a grasa oxidada. El proceso oxidación lipídica consta de tres etapas: iniciación, propagación y terminación (Badui, 2006).

1.3.1 Mecanismo de aparición de radicales libres

La susceptibilidad de las grasas a la oxidación está determinada sobre todo por el grado de insaturación de sus ácidos grasos, es decir, cuanto mayor sea el número de insaturaciones, las grasas presenta mayor facilidad a la oxidación. Sin embargo, la oxidación de las grasas no se produce espontáneamente entre el oxígeno molecular (triplete) y moléculas de ácido graso insaturado en su estado fundamental (singlete) ya que es un spin prohibido. El oxígeno molecular no puede reaccionar más que con moléculas con electrones no apareados, es decir, radicales libres (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

Entonces para que tenga lugar la oxidación lipídica es necesaria la intervención de iniciadores que catalicen el proceso de formación de radicales libres, entre los que se encuentra la energía de la luz o la temperatura, radiaciones ionizantes, la presencia de iones metales polivalente (hierro, cobre, etc.) libres o unidos a moléculas orgánicas (metaloproteínas como la hemoglobina), enzimas y algunos microorganismos (Iglesias Neira, 2009).



1.3.2 Mecanismo de autooxidación

Las etapas del mecanismo de autooxidación según (Iglesias Neira, 2009) son las siguientes:

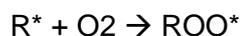
1.3.2.1 Etapa de iniciación

Las reacciones de autooxidación se inician mediante la substracción de un átomo de hidrógeno de un grupo metilo (ruptura homolítica del enlace C-H) adyacente al doble enlace de un ácido graso insaturado (RH), rindiendo un radical alquilo (R*).



1.3.2.2 Etapa de propagación

El radical alquilo reacciona con el oxígeno molecular en su estado fundamental, oxígeno triplete, para formar un radical peroxilo (ROO*), el cual al ser un producto intermedio inestable para estabilizar su estructura puede abstraer un átomo de hidrógeno de un nuevo ácido graso para formar un peróxido lipídico (ROOH) y un nuevo radical alquilo (R*), el cual puede continuar la reacción en cadena siguiendo el mismo principio.



Los hidroperóxidos se acumulan al principio de la reacción de oxidación de los lípidos. Son relativamente estables, pero en presencia de iones metálicos o elevadas temperaturas, se descomponen fácilmente, formando nuevos radicales (RO* y ROO*) altamente reactivos, los cuales estabilizan su estructura bien arrebatando un átomo de hidrógeno a la primera molécula que encuentra y por lo tanto formando nuevos radicales libres que autocatalizan el proceso de oxidación, o uniéndose a otros productos de la oxidación, formando gran cantidad de constituyentes volátiles y no volátiles (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

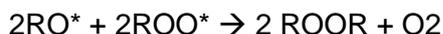
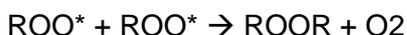
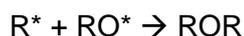


Dónde: RO* radical alcoxi y *OH es un radical hidroxilo.



1.3.2.3 *Etapa de terminación*

Se da cuando dos radicales se combinan para dar productos no radicales que no pueden formar parte en las reacciones de la etapa de propagación. Pueden ocurrir de forma simultánea a las reacciones de propagación y motiva la formación de diversos compuestos volátiles responsables de la rancidez.



1.3.3 **Productos secundarios de la oxidación lipídica**

Los hidroperóxidos formados en la etapa de propagación, comúnmente llamados productos primarios de la oxidación, son compuestos sin sabor ni olor. Por otro lado, se denomina productos secundarios de la oxidación a los compuestos que proceden de la descomposición de los hidroperóxidos. Dichos compuestos comprenden alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, hidrocarburos, polímeros, entre otros compuestos de bajo peso molecular. Muchos de estos compuestos son volátiles y confieren aromas desagradables a muy bajas concentraciones, especialmente los aldehídos (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

1.3.4 **Métodos para medir la oxidación lipídica**

Al ser la oxidación un proceso espontáneo y producir en los alimentos características que generan el rechazo de los consumidores, la industria alimenticia se ha enfocado en el estudio del nivel de oxidación que ha sufrido las grasas y mucho más la susceptibilidad de las mismas a oxidarse. Existen muchas pruebas que pueden medir estas características en los alimentos, pero su correlación con el grado de deterioro organoléptico o su capacidad para determinar la duración de su conservación no siempre resultan satisfactorias (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

Medir el nivel de oxidación lipídica no es fácil, puesto que a excepción de la etapa de formación de radicales libres, el resto de reacciones se dan de forma simultánea, con la aparición y desaparición de numerosos compuestos volátiles, sin embargo, se han establecido modelos que facilitan el estudio de la oxidación de las grasas, como se puede ver en la siguiente figura:

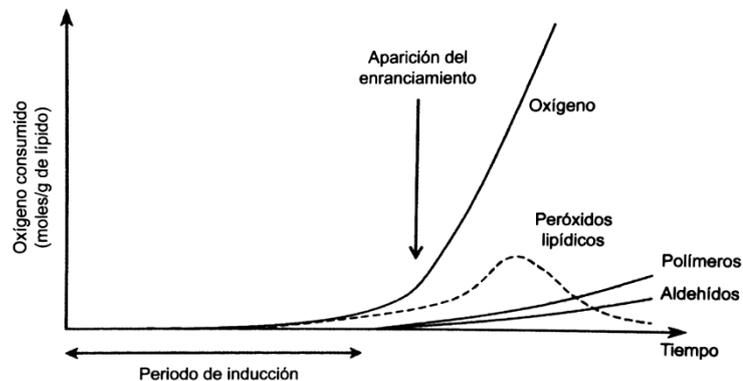


Figura 5. Cinética de la reacción de oxidación de las grasas

Fuente: (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013)

En la figura 5 se observa un período de inducción durante el cual la oxidación se desarrolla lentamente seguida de una aceleración brutal de la oxidación de los lípidos con una acumulación de peróxidos, en primer momento, que rápidamente serán descompuestos en pequeñas moléculas volátiles o condensadas. La aparición de enranciamiento generalmente ocurre al final de la etapa de inducción (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

El comportamiento de la oxidación de lípidos en forma aislada, difiere cuando este se encuentra en un sistema tan complejo como es un alimento, existiendo un acortamiento o incluso ausencia del período de inducción y un retraso de la etapa de propagación, debido a la presencia de diferentes compuestos que interactúan con los productos de degradación, impidiendo que se descompongan y haciendo que los fenómenos de enranciamiento aparezcan más tarde (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

Los métodos desarrollados se basan en la medida de uno o una clase de productos obtenidos en la oxidación de los lípidos que dan una indicación del nivel de oxidación en un momento dado (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013). Los métodos para medir el grado oxidativo de los lípidos varían desde evaluaciones sensoriales sencillas, hasta algunos análisis químicos o físicos que requieren de instrumentos de laboratorio muy sofisticados (Badui, 2006).



1.3.4.1 Índice de peróxidos

El índice de peróxidos es una medida de la concentración de los productos primarios de la oxidación de la grasa o hidroperóxidos, que se expresa como miliequivalentes de los peróxidos por kilogramo de grasa extraída. El índice de peróxidos se determina por yodometría y se basa en la capacidad de los peróxidos de oxidar el ión yoduro del KI y producir yodo que se valora con tiosulfato (Badui, 2006).

Como se puede observar en la figura 5, el índice de peróxidos aumenta hasta un punto máximo, después del cual empieza a disminuir. Sin embargo, la generación de compuestos oloríferos continúa aumentando a lo largo del tiempo. Es por esto que, el método está limitado a las primeras etapas de la oxidación, y que una grasa demasiado oxidada tenga un índice bajo a pesar que las propiedades organolépticas de la misma sea característica de reacciones avanzadas. Por lo tanto, se debe tener cuidado al momento de interpretar los resultados (Badui, 2006).

Se trata de una determinación sencilla y, por lo tanto, de fácil aplicación. Sin embargo, los resultados presentan rangos de variabilidad amplios y son métodos extremadamente sensibles a los cambios de temperatura (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

1.3.4.2 Medida de los productos de descomposición de los peróxidos

La presencia de los productos de descomposición de los peróxidos es señal de un elevado estado de oxidación. Los análisis de los compuestos volátiles se pueden determinar por espectrofotometría, fluorescencia, cromatografía de gases, etc. (Badui, 2006). Su determinación presenta una correlación con los olores rancios a diferencia del índice de peróxidos y proporciona informaciones útiles sobre el origen de los compuestos volátiles. (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

Los productos de descomposición analizados comúnmente son los aldehídos y cetonas. El test del ácido tiobarbitúrico (TBA) es el método más común para comprobar la extensión del grado de oxidación en los lípidos, el cual es una medida de un complejo coloreado obtenido mediante la reacción de algunos aldehídos, en particular el aldehído malónico y el TBA, que se mide a 503 nm por espectrofotometría (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).



Estos métodos son muy sofisticados y costosos, y necesitan de estrictas condiciones, por lo que se utilizan poco en la industria para el control rutinario (Badui, 2006). Sin embargo, este tipo de análisis son muy utilizados en el campo de la investigación para determinar la capacidad antioxidante de nuevos compuestos.

1.3.4.3 Análisis sensorial

Las propiedades organolépticas o sensoriales de un alimento son aquellas captadas directamente a través de los sentidos y se evalúan a través de atributos que, al ser captados por los sentidos, nos informan sobre la magnitud y cualidad del estímulo provocado, una vez que han sido interpretados por el cerebro. Tales atributos remiten al olor, color, sabor, textura y aspecto (Gutierrez, 2000).

La evaluación sensorial es de gran importancia comercial para la industria alimentaria, ya que asegura un nivel de calidad constante al consumidor y pone a punto nuevos productos que respondan al gusto mayoritario de la población a la que van destinados (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

Atributos sensoriales

- **Aspecto:** el aspecto de un alimento incluye su tamaño, forma, color, estructura, transparencia o turbidez, palidez o brillo y el tipo de envoltura y etiqueta. Este atributo es detectado por el sentido de la vista (Astudillo, 2014).
- **Color:** propiedad que se detecta por el sentido de la vista. Este parámetro es uno de los más importantes en los alimentos, dado que es el primer contacto del consumidor con el producto. Los colores de los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos (Astudillo Segovia, 2014).
- **Sabor:** es la sensación recibida en respuesta al estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre las papilas gustativas. Los cuatro sabores básicos que detectan las papilas gustativas son: dulce, salado, ácido y amargo (Gutierrez, 2000).
- **Olor:** conjunto de sensaciones que se producen en el epitelio olfativo, cuando es estimulado por determinadas sustancias químicas volátiles liberadas por los alimentos (Gutierrez, 2000).



- **Textura:** La textura de un alimento depende de su proporción y disposición de sólidos con respecto al agua y gases dando lugar a unas micro y macroestructuras responsables de la textura y apariencia de cada alimento. Es el parámetro sensorial cuyo estudio es más complejo y que el consumidor distingue con la boca, los ojos, las manos y oídos cuando el alimento sufre una deformación (Badui, 2012).

- **Pungencia:** la pungencia o picor es una sensación relacionada con el nervio trigeminal que va de las cavidades bucal, nasal y facial hacia el cerebelo; causa dolor, irritación, lagrimeo y es generada por tres compuestos vegetales: la capsaicina, que es el más importante y tiene mayor intensidad, los isotiocianatos y los capsaicinoides. La capsaicina de los chiles se encuentra en el pericarpio o venas blancas, de donde se difunde a las semillas (Badui, 2012).

Métodos de evaluación sensorial

La determinación de las características organolépticas es fundamentalmente subjetiva, razón por la cual no es posible establecer, en general, métodos concretos y definitivos. Pero a pesar de ello, son de gran importancia, ya que corresponden a la primera aproximación a la calidad del producto, por ser las características que se detectan más fácilmente y las primeras que se recogen; además de que no necesitan instrumentación y resultan muy económicas (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

La evaluación de las propiedades organolépticas se lleva a cabo mediante catadores entrenados o grupos representativos de consumidores potenciales, que utilizan un sistema de puntuación, para que posteriormente, los datos puedan ser analizados y comprobados estadísticamente.

Según (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999), para realizar exámenes organolépticos sistematizados, se pueden aplicar fundamentalmente dos métodos:

- **Mediante equipos de degustación:** constituidos por un gran número de personas no entrenadas en las técnicas de evaluación sensorial, escogidos aleatoriamente entre la población en general. Se suelen utilizar para estudios de mercado, al introducir un producto nuevo, o al evaluar algunas características de otra ya existente.



- **Mediante paneles de catadores:** están formados por personas entrenadas y seleccionadas por su agudeza gustativa o por su umbral de identificación de olores y sabores. Para hacer los análisis se exigen condiciones ambientales muy estandarizadas que eviten interferencias en los juicios, así se toma en cuenta la temperatura, humedad, ausencia de olores, iluminación, aislamiento del catador, etc.

Tipos de pruebas usadas en el análisis sensorial:

El análisis de las propiedades organolépticas se puede realizar mediante diferentes tipos de pruebas, como son: pruebas descriptivas, discriminatorias, de aceptación, de comparación, etc. (Sancho, Bota, & Castro, 2002).

Las más utilizadas son las pruebas comparativas, con sus variantes por diferencia, pareadas o triangulares. Su objetivo suele ser descubrir la existencia de diferencias significativas entre muestras. Se usan como controles de calidad, o para ensayos de consumidores si lo que se pretende es establecer una preferencia entre dos muestras (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

Técnicas de análisis sensorial:

La correcta realización del análisis sensorial implica la disponibilidad de unos medios materiales adecuados: la sala de degustación, el material que contiene los alimentos y el ambiente en general. Además deberá disponer de una serie de personas que realicen el proceso de degustación denominado panel de cata y un director o jefe del panel que planeará y dirigirá el ensayo. El proceso se llevará de manera organizada y permitirá un posterior tratamiento estadístico de los datos obtenidos (Sancho, Bota, & Castro, 2002).

Evaluación organoléptica para detectar rancidez oxidativa

El desarrollo de aromas por oxidación de grasas en los alimentos requiere siempre un análisis sensorial, y el valor de cualquier método físico o químico objetivo depende, en buena medida, de su correlación con las propiedades organolépticas (Larrañaga, Carballo, Rodríguez, & Fernández, 1999).

En las industrias este análisis se lleva a cabo de manera muy organizada y rutinaria, por personal entrenado, capaz de detectar pequeñas concentraciones de los aldehídos, cetonas, etc. generados en la autooxidación y característicos de la rancidez (Badui, 2006).



Sin embargo, los resultados son poco precisos y muy subjetivos, aun cuando dan una idea inmediata del grado de deterioro. Las primeras etapas de la rancidez no se perciben olfativamente, ya que se forman peróxidos inodoros; cuando se identifica el olor a rancio, y dependiendo del umbral de detección del catador, la reacción generalmente ya se ve avanzada (Badui, 2006).

1.4 ANTIOXIDANTES

Como se estudió anteriormente, la oxidación de las grasas genera el rechazo por parte de los consumidores al desarrollar propiedades organolépticas desagradables en los alimentos y como consecuencia disminuyen su tiempo de vida útil. Por lo tanto, el proceso de oxidación de las grasas y métodos para disminuirla, son de gran interés en la industria alimentaria.

Por esta razón se han desarrollado varias técnicas para inhibir esta forma de deterioro, tales como: la refrigeración, escaldado, empacado al vacío o en atmósferas modificadas, ausencia de luz, etc. Sin embargo, dichas técnicas aunque necesarios no son suficiente y se tiene que acudir al uso sustancias antioxidantes para complementar la acción de dichas medidas y controlar de la rancidez oxidativa.

Los antioxidantes son moléculas capaces de inhibir o retardar la oxidación de los lípidos y como consecuencia, extienden la vida útil del producto. Así, disminuyen la velocidad de aparición de colores, olores y sabores indeseables. Los antioxidantes son preventivos y no actúan sobre los aceites y grasas ya oxidadas. Algunos presentan ligera actividad antimicrobiana.

1.4.1 Mecanismos de acción de los antioxidantes

Básicamente existen dos mecanismos de acción de los antioxidantes y son:

1.4.1.1 Acción antirradicalaria de los antioxidantes

El mecanismo de acción antirradicalaria se refiere a las sustancias capaces de reaccionar con los radicales libres de los ácidos grasos, disminuyendo así su disponibilidad y por lo tanto, deteniendo la reacción en cadena. De esta manera la velocidad de oxidación de las grasas, así como las alteraciones producidas por la misma disminuyen. Las sustancias con este tipo de mecanismo se los conoce como antioxidantes propiamente o como antioxidantes primarios o verdaderos.

Estas moléculas actúan en la etapa de iniciación y propagación de la oxidación al ceder un átomo de hidrógeno a los radicales alquil (R^*) y mayormente a los radicales peróxido (ROO^*), ya que se encuentran en mayor concentración. Así, se logra estabilizar a los radicales libres, al restaurar el ácido graso (RH) y el hidroperóxido (ROO), y evitan la reacción en cadena (Badui, 2006).

La eficacia de un antioxidante es resultado de la presencia en la molécula de un enlace de baja energía que provoca la fácil intervención de un átomo de hidrógeno a un radical lipídico. La eficacia de un antioxidante también depende de su capacidad para reducir la energía de su estructura para que no actúe como un catalizador. Así, los radicales antioxidantes se estabilizan a menudo por una deslocalización de los electrones por resonancia (Figura 6) (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

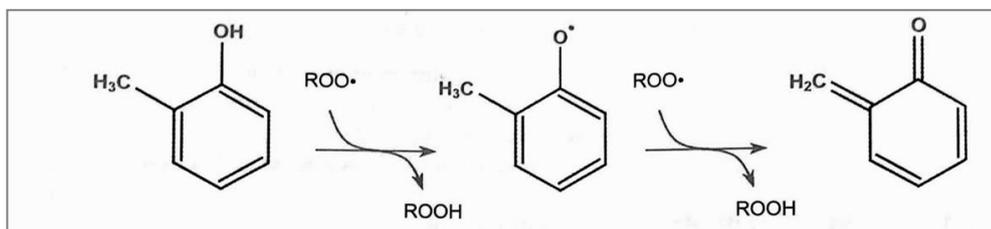


Figura 6. Mecanismo de acción de los antioxidantes

Fuente: Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013

Las estructuras química más frecuentes que participan en el secuestro de los radicales libres son los grupos hidroxilos de los derivados fenólicos, cuya fórmula general se representa en la figura 7. Transfieren rápidamente uno o dos átomos de hidrógeno y forman un derivado fenólico estable, radical o no. Los derivados orto- y para- son los más eficaces porque generan radicales libres relativamente estables por la deslocalización del electrón entre las resonancias (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

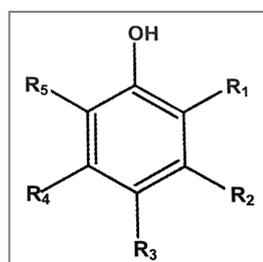


Figura 7. Fórmula química general de los derivados fenólicos

Fuente: Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013



El período de protección de los antioxidantes sobre los lípidos es temporal, ya que estos ejercen su acción antioxidante a causa de destruirse ellos mismos, es decir, se consumen en la reacción hasta su completa desaparición. Por lo tanto, la estabilidad del lípido siempre va a depender de la cantidad residual y mientras el antioxidante esté presente en el sistema, el proceso de oxidación se limita a la fase primaria (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

1.4.1.2 Acción anticatalítica de los antioxidantes

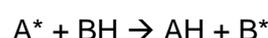
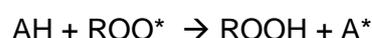
Como se estudió anteriormente, para que la oxidación de las grasas tenga lugar, es necesario de la intervención de sustancias iniciadoras o catalizadoras capaces de formar radicales libres que dan lugar al inicio de la reacción de oxidación. Sin embargo, ciertas sustancias son capaces de inactivar a dichos iniciadores mediante diferentes mecanismos y se los denomina antioxidantes secundarios.

Algunas moléculas como los carotenoides entran en competencia con los lípidos insaturados por la adición del oxígeno singlete o inactivan a los fotosensibilizadores en estado excitado absorbiendo su exceso de energía. Estas moléculas pasan por un estado excitado, pero son capaces de volver a su estado de mínima energía, por disipación del exceso de energía en el medio que los rodea (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

Por otro lado, existen moléculas capaces de acomplejar metales de transición evitando su acción catalizadora. Se los conoce como secuestradores o agentes quelantes. Destacan algunos ácidos como el fosfórico, cítrico, tartárico, ascórbico y sus sales. Sin embargo, no todas las combinaciones son buenas, ya que algunos promueven la oxidación al incrementar la solubilidad y el potencial óxido-reducción del ión metálico, favoreciendo su efecto catalítico (Badui, 2006).

1.4.2 Efecto sinérgico de los antioxidantes

Cuando la efectividad de los antioxidantes aumenta considerablemente al combinarse entre sí, se denomina efecto sinérgico. Es decir, la mezcla de dos de ellos es más efectiva que los antioxidantes en forma individual a la misma concentración (Badui, 2006). También puede ocurrir una sinergia entre el antioxidante y compuestos que no poseen propiedades antioxidantes directas. A continuación se presenta el mecanismo del efecto sinérgico:





Donde AH es el antioxidante, ROO* el radical peróxido, A* el radical antioxidante y BH es cualquier molécula capaz de regenerar el antioxidante. El compuesto BH puede ser menos reactivo que el antioxidante con respecto a ROO*, y el radical libre B* debe ser más estable que A*. Entonces hay recuperación del antioxidante AH (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

1.4.3 Antioxidantes en función de su lugar de origen

Algunas moléculas presentes de forma natural en los alimentos ejercen una acción antioxidante sobre los lípidos. En algunos casos, estas moléculas están presentes en pequeñas cantidades o son eliminadas y/o destruidas durante los tratamientos tecnológicos, por lo que es necesario la incorporación de antioxidantes de manera artificial para compensar tal carencia. Los antioxidantes más utilizados en la alimentación se obtienen por síntesis química aunque la tendencia general es reducir la utilización de aditivos alimentarios sintéticos y sustituirlos por aditivos naturales. (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

1.4.3.1 Antioxidantes sintéticos

En general los antioxidantes sintéticos son compuestos fenólicos, propiamente donadores de hidrógeno, es decir, su mecanismo de acción es antirradicalaria y detienen la reacción en cadena de los radicales libres. Son utilizados ampliamente debido a su potente efecto y bajo costo. Dentro de los más utilizados en la industria alimentaria están el BHA (butilhidroxianisol), BHT (butilhidroxitolueno), el galato de propilo y el TBHQ (butilhidroquinona terciaria).

El BHA (E-320) Y BHT (E-321) son solubles en grasas y resisten bien el calor, pero tienen el inconveniente de evaporarse fácilmente desprendiendo olores desagradables, por lo que dificulta su utilización en alimentos deshidratados. El TBHQ, por presentar dos hidroxilos, es un poco más soluble en agua que los anteriores y es un antioxidante muy efectivo para los aceites. Por otros lado, el galato de propilo (E-310) es soluble en agua pero es inestable a altas temperaturas y forma sales de colores oscuros con el hierro (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013) y (Badui, 2006).

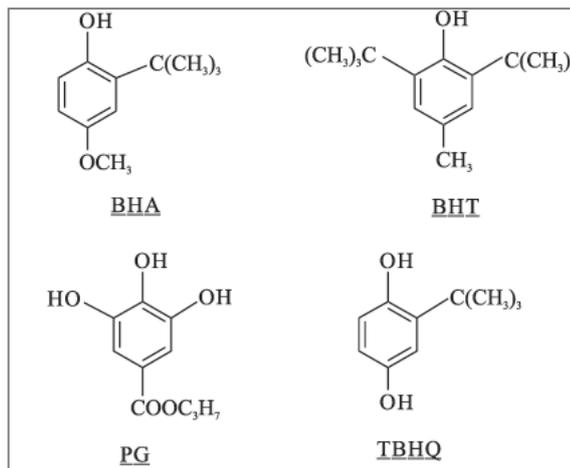


Figura 8. Fórmula química de algunos antioxidantes sintéticos

Fuente: Ramalho & Neuza, 2006

1.4.3.2 Antioxidantes naturales

El empleo de antioxidantes sintéticos en los alimentos ha sido cuestionado desde el punto de vista de seguridad alimentaria, ya que diversos estudios han comprobado su efecto tóxico, por lo que su uso es regulado e incluso restringido en algunos países. Por esta razón, el rechazo por parte de los consumidores al uso de aditivos sintéticos ha ido aumentando (Armenteros, Ventanas, Morcuende, Estévez, & Ventanas, 2012).

Muchos vegetales e ingredientes obtenidos de ellos, tales como frutas, semillas oleaginosas, aceites vegetales, especias, etc., contiene sustancias con actividad antioxidantes, las cuales pertenecen a familias químicas diversas e intervienen interrumpiendo la fase de propagación de la oxidación, o inactivando a los catalizadores de la oxidación. Los antioxidantes naturales más importantes son los compuestos fenólicos, los tocoferoles y el ácido ascórbico (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013).

- **Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos comprenden un extenso número de compuestos y sus derivados. Son esencialmente los ácidos y alcoholes fenólicos, los flavonoides (flavonas e isoflavonas, flavonoles, flavanonas) y los antocianatos (Jeantet, Croguennec, Scruck, & Brulé, 2013). Se encuentran grandemente distribuidas en las plantas y actúan mediante diferentes mecanismos, pero el más importante es la antirradicalaria. Los estudios han demostrado que este tipo de compuestos presentan una mejor actividad antioxidantes que los sintéticos.

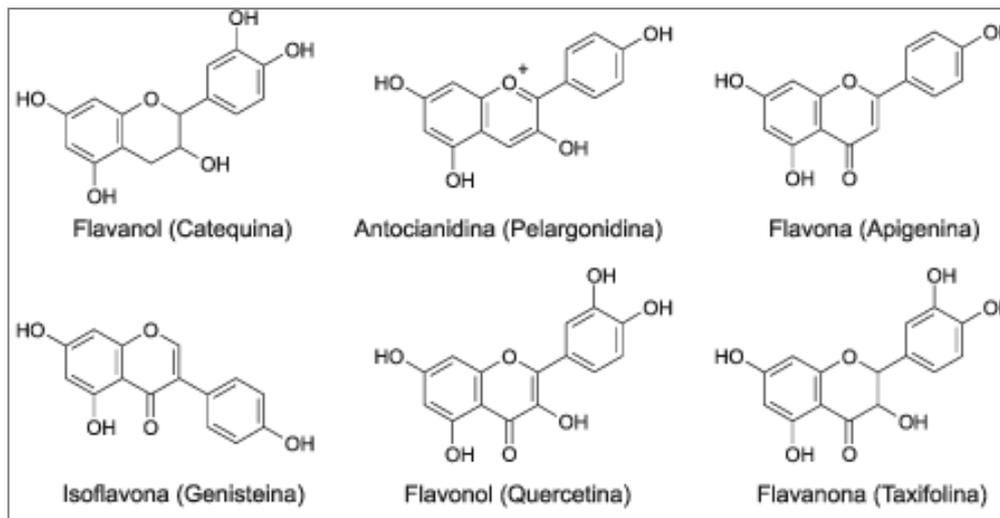


Figura 9. Estructura química de las principales clases de flavonoides

Fuente: Menezes, Gennari, & Augusto, 2007

- **Los tocoferoles**

Los tocoferoles son importantes antioxidantes naturales conocidos como vitamina E, término que engloba ocho compuestos de la familia de los tocoferoles y tocotrioles, y son: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ tocoferol y $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ tocotriol (Badui, 2006). El mecanismo de acción de los tocoferoles es secuestrar los radicales libres y evitar la propagación en cadena. El alfa tocoferol presenta la mayor actividad antioxidante, es el más abundante en los alimentos y aparte de su actividad antirradicalaria, se considera un importante secuestrador de peróxidos, oxígeno singlete y otras especies reactivas del oxígeno (Segundo & Bague, 2011).

Los tocoferoles son antioxidantes liposolubles, resistentes al calor, no son volátiles, no alteran el sabor y no producen decoloraciones cuando se cocinan a altas temperaturas. Además, presentan una superior actividad antioxidantes que el BHT, BHA, TBHG y galato de propilo (Maestro Durán & Borja Padilla, 1993). Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza y sus fuentes fundamentales son los aceites de soya, maní, girasol, algodón, en las hojas y otras partes verdes de las plantas. Constituyen nutrientes muy importantes en la dieta del hombre y alimentos dado que son sintetizados solo por plantas (Segundo & Bague, 2011).

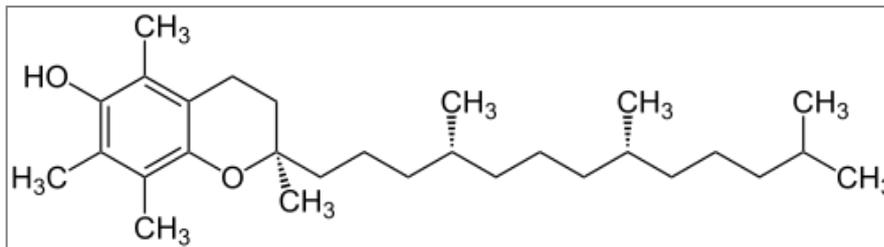


Figura 10. Estructura química de la vitamina E (α - *tocopherol*)

Fuente: Recuperado de: <https://commons.wikimedia.org>

- **Ácido ascórbico**

El ácido ascórbico, también conocido como vitamina C, es un antioxidante de origen natural que se encuentra presente en diversas frutas y vegetales frescos, en cantidades variables, como se puede ver en la tabla 4.

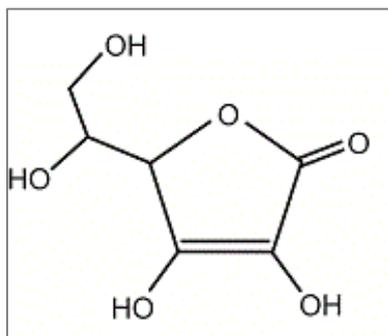


Figura 11. Estructura química del ácido ascórbico

Fuente: Méndez, 2011

Desde hace mucho tiempo, el ácido ascórbico ha sido conocido por su actividad antioxidante. Si bien su actividad como antioxidante antirradicalario sobre las grasas no es muy eficiente debido a que son hidrosolubles, este presenta una importante acción como antioxidante secundario. Actúa regenerando la vitamina E después de actuar como antioxidante, es decir, presentan un efecto sinérgico. También es un potente compuesto quelante, por lo que es uno de los antioxidantes más efectivos en la carne debido a que acompleja al hierro (prooxidante de la oxidación de las grasas). Por otro lado, el ácido ascórbico actúa directamente con el oxígeno y sus especies reactivas del oxígeno (Segundo & Bague, 2011).

Tabla 4. *Contenido de vitamina C de diversas frutas y verduras frescas*

Frutas y verduras	mg/100 g
Durazno	4
Plátano	10
Piña	25
Papa	30
Toronja	40
Naranja	50
Col	60
Chiles	120
Guayaba	300
Brócoli	300
Acerola	1600
Escaramujo	2000
Camu Camu	2800
Ciruela Kakadu	3100

Fuente: Modificado de Badui, 2006

- **Estudios realizados**

Dada la compleja estructura de los alimentos y la variedad de compuestos antioxidantes que existen en un mismo alimento, los estudios se han enfocado al análisis de la capacidad antioxidante total que tiene un producto natural o sus extractos, mediante diferentes técnicas, entre las más conocidas están el método de DHHP y ABST, los cuales determinan la capacidad para captar radicales libres. Los estudios también están enfocados al descubrimiento de nuevos compuestos antioxidantes, especialmente fenólicos.

Entre los estudios de frutas debido a su actividad antioxidante se tiene: ciruelas, uvas, arándanos, guayaba, granada, camu-camu, cítricos (lima, limón, naranja), manzana, pera, entre otras. Entre los extractos se mencionan: los de pepa de uva, ajo y cebolla, pimienta, té verde, café, maní, hojas de pino, hojas de cacao, hojas de menta, hojas de olivo, hojas de ortiga, jengibre, cáscara de rosa mosqueta, cúrcuma, piel de granada, canela, toronjil, y aceites de romero, tomillo, salvia, clavo de olor, orégano, oliva, canola, palma, soya, algodón, sésamo, lino, ají, etc. (Valenzuela & Pérez, 2016).

En cuanto a la industria cárnica, existe un gran campo de investigación y aplicación de antioxidantes naturales, como una manera de reducir el uso de antioxidantes sintéticos. A continuación se presentan algunas investigaciones realizadas:

Tabla 5. *Antioxidantes naturales usados en carne y productos cárnicos*

Producto antioxidante	Carne / Producto cárnico	Resultados
Jugo de granada	Pechugas de pollo cruda	Reduce la oxidación lipídica
Extracto de hoja de curri y menta	Carne cruda de cerdo	Reduce la oxidación lipídica
Aceite de orégano	Carne fresca de vacuno	Aumento de la vida útil
Extracto de grosella negra	Hamburguesas de cerdo	Reduce la oxidación lipídica y proteica
Té verde y semillas de uva	Paté	Mejoramiento de la estabilidad oxidativa de los lípidos y el color
Extracto de té verde y romero	Salchichas de cerdo	Reduce la oxidación lipídica y proteica

Fuente: Modificado de Valenzuela & Pérez, 2016

Una de las limitaciones de los antioxidantes naturales, es la impartición de colores, olores y sabores al alimento en donde se apliquen. Por ejemplo, los extractos de especias como clavo, romero, salvia, orégano y pimienta gorda presentan actividad antioxidante, pero no se usan por su intenso aroma y color (Badui, 2006). Por el contrario, en el caso de los embutidos, estos toman ventaja de estas propiedades al usarlos como condimentos, especias o aderezos, realzando así su sabor, color y olor.

1.5 AJÍ ESCABECHE

El ají escabeche también conocido como ají amarillo o ají serrano, y científicamente como *Capsicum baccatum L.*, es una especie del género *Capsicum* de las solanáceas endémica del Perú, por lo que también se lo denomina ají peruano. Se cultiva principalmente en Perú y otros países como Colombia, Ecuador, Bolivia y Brasil. Este ají es uno de los principales ingredientes dentro de la gastronomía peruana. Se utiliza como condimento y colorante en muchos platos y salsas, especialmente por su sabor y color característico (Animales y plantas del Perú, 2014).



Figura 12. Ají escabeche

Fuente: Recuperado de <https://www.comedera.com/aji-amarillo/>

1.5.1 Características

- *Fruto*: alargado, el color varía de amarillo a naranja brillante en su estado de madurez, tamaño promedio de 8,5 cm, pudiendo alcanzar hasta los 15 cm de largo y 2– 3.5 cm de ancho (Animales y plantas del Perú, 2014).
- *Pungencia*: posee 10000 a 23000 unidades Scoville, es decir, su sensación picante es moderada (Badui, 2012).
- *Clima*: la floración y fructuación deben darse entre los 18 – 25 °C. (Animales y plantas del Perú, 2014).

1.5.2 Valor nutricional

Tabla 6. Composición por 100 g de porción comestible del ají escabeche

Componente	Cantidad
Energía (Kcal)	39
Agua (g)	88,9
Proteínas (g)	0,9
Grasa Total (g)	0,7
Carbohidratos totales (g)	8.8
Fibra cruda (g)	2.4
Cenizas(g)	0.7
Vitamina C (mg)	60

Fuente: Reyes, Gómez, Espinoza,
Bravo, & Ganoza, 2009



1.5.3 Propiedades

De forma general los ajíes presentan múltiples beneficios para la salud. Poseen propiedades termogénicas que estimulan el metabolismo y ayudan a perder de peso, propiedades anti-bacteriana, anti-carcinógena, reductores del dolor y antidiabética. Por otro lado, ayuda a reducir los niveles de colesterol LDL y poseen propiedades antioxidantes, las cuales son de interés para esta investigación (Williams, 2012).

1.5.4 Compuestos y propiedades antioxidantes

Los ajíes se caracterizan por contener una amplia variedad de compuestos antioxidantes tales como: compuestos fenólicos, tocoferoles, flavonoides, carotenoides, y se caracterizan por tener un alto contenido de vitamina C. A continuación se presentan datos de la caracterización bioquímica y el contenido de compuestos antioxidantes del ají escabeche seco, tomado del catálogo de ajíes (*Capsicum spp.*) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas INIA Perú:

Tabla 7. Caracterización bioquímica del fruto seco (ají amarillo)

Localidad	Capsai- noides mg/100g	Vitamina E mg/100g	Capacidad antioxidante mmol/100g	Flavonoides mg/100g	Quercetina mg/100g	Grasa mg/100g
Chiclayo	119,0	7.1	4.5	7.0	5.2	9.3
Tambo grande	82,2	5.5	2.3	4.1	3.4	7.4
Pucallpa	121,2	5.1	4.5	5.1	4.0	7.2
Promedio	107.5	5.9	3.8	5.4	4.2	8.0

Fuente: Libreros, y otros, 2013

En donde, los flavonoides corresponde a la suma de la quercetina, luteolina kaempferol y apigenina. La quercetina es uno de los compuestos antioxidantes más potentes que se encuentran actualmente, por lo cual es muy apreciado por la industria farmacéutica (Libreros, y otros, 2013).

Por otro lado (Zimmer, y otros, 2012) determinaron la capacidad antioxidante, contenidos fenólicos total y flavonoides del *Capsicum Baccatum* y las semillas del mismo, y concluyeron que éste contiene compuestos antioxidantes y antiinflamatorios potenciales que se podrían probar como medicamentos contra procesos patológicos oxidativos e inflamación.



2. METODOLOGÍA

La presente investigación consta de dos parte: primero la formulación y elaboración de los diferentes tratamientos, y el posterior análisis del producto terminado. El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en los laboratorios de análisis de agua y alimentos, y la planta piloto de tecnología de cárnicos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca. El método de recolección de datos se fundamentó en dos tipos: cuantitativo, debido a que se realizaron pruebas bromatológicas de los productos elaborados para medir sus características más importantes y cualitativo para el análisis sensorial, en las cuales se analizaron características organolépticas, tales como: olor, color, sabor, textura y aspecto.

2.1 FORMULACIÓN

Se elaboraron cuatro tratamientos de chorizo ahumado de 2,2 Kg cada uno, los mismos que constaron de la misma formulación, excepto por el antioxidante utilizado. Se elaboró un tratamiento control con eritorbato de sodio (antioxidante sintético) y tres tratamientos con diferentes concentraciones de ají escabeche (antioxidante natural), las cuales fueron: 3%, %5 y 7%. Cabe señalar que las concentraciones de ají escabeche fueron determinadas mediante bases bibliográficas y pruebas preliminares a las muestras definitivas. En la siguiente tabla se presentan los ingredientes y las concentraciones utilizadas en los diferentes tratamientos:

Tabla 8. Formulación de los diferentes tratamientos de chorizo ahumado

Ingredientes (g/2,2 kg chorizo)	Ají escabeche			
	Control	3%	5%	7%
Carne de res	500	500	500	500
Carne de cerdo	500	500	500	500
Grasa de cerdo	500	500	500	500
Agua	718	718	718	718
Retenedores humedad	165	165	165	165
Ají escabeche	0	66,53	110,88	155,23
Eritorbato de sodio	3,33	0	0	0
Aditivos	88	88	88	88
Condimentos	52	52	52	52

Fuente: Manual de prácticas de la tecnología de cárnicos de la Facultad de Ciencias Química de la Universidad de Cuenca



2.2 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE AJÍ ESCABECHE

El ají escabeche está compuesto principalmente por agua, por lo cual su adición directa a la formulación es significativa. Entonces, fue necesario determinar el porcentaje de humedad del ají, para determinar la cantidad exacta de agua que aportaría a la formulación y realizar las respectivas correcciones. La determinación de humedad se realizó de acuerdo a la metodología (AOAC, 2000).

Procedimiento:

- Secado de una cápsula de porcelana a 103 ± 2 °C en la estufa durante 60 min.
- Enfriado de la cápsula de porcelana hasta temperatura ambiente en un desecador y posterior pesado con aproximación de 1mg.
- Se añadió aproximadamente 10 g de ají escabeche finamente dividido en la cápsula de porcelana y se determinó el peso exacto con aproximación de 1mg.
- Secado de la cápsula de porcelana más muestra durante 24 h a 103 ± 2 °C en la estufa.
- Enfriado de la cápsula de porcelana más muestra hasta temperatura ambiente en un desecador.
- Pesado de la cápsula de porcelana más muestra con aproximación de 1mg.
- Determinación del porcentaje de humedad de la muestra.

Tabla 9. Datos para la determinación del % humedad del ají escabeche

Característica	Nomenclatura	Peso (g)
Capsula vacía seca	C	143.3616
Peso de la muestra	M	10.1930
Capsula + muestra antes del secado	C+M	144.2713

Fuente: Elaboración propia

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad: } \frac{100 * [C+M - (C+M)]}{M}$$

$$\% \text{ Humedad: } \frac{100 * [143.3616 + 10.1930 - (144.2713)]}{10.1930}$$

$$\% \text{ Humedad: } 91.075\%$$



Fotografía 1. Muestra de ají escabeche previo al secado

Laboratorio de bromatología de la Universidad de Cuenca



Fotografía 2. Muestra de ají escabeche después del secado

Laboratorio de bromatología de la Universidad de Cuenca

2.3 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL CHORIZO

El chorizo de la presenta investigación se trata de un producto cárnico de pasta fina, emulsionado, cocido y ahumado, y para su elaboración se siguieron los siguientes pasos:

2.3.1 Caracterización de la materia prima

La carne de res, la carne y grasa de cerdo, previamente descongelados a temperatura de refrigeración, fueron troceadas en pequeños pedazos de aproximadamente 5 x 5 cm, de manera que estos pasen por la tolva del molino. Este proceso se realizó de forma manual con la ayuda de tablas de picar y cuchillos.



Fotografía 3. Caracterización de la materia prima

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.3.2 Molido

Con la finalidad de reducir el tamaño de las materias primas, estas fueron molidas en conjunto, en un molino con disco de 5 mm.



Fotografía 4. Molido de las materias primas

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

2.2.3 Dosificación

En función de la formulación establecida, se pesaron las cantidades exactas de los condimentos, los aditivos, el ají escabeche y el agua.



Fotografía 5. Proceso de dosificación

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

Caracterización del ají escabeche:

- Selección de los ajíes, posterior lavado y desinfectado.
- Retirado de las semillas y venas blancas (aquí se concentra mayoritariamente la capsaicina) cuidadosamente con la ayuda de un chuchillo.
- Cortado de los ajíes en pequeñas tiras y posterior lavado. Primero, estos fueron lavados con abundante agua fría y después se realizó un enjuague con agua hirviendo.
- Pesado de la cantidad necesaria de ají para cada tratamiento.
- Ajuste con agua, para aportar la misma humedad al pastón.
- Finalmente se licuó la mezcla agua-ají.



Fotografía 6. Retirado semillas y venas blancas

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca



Fotografía 7. Dosificación del ají escabeche al 3%, 5% 7%

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.2.4 Mezclado

En la mezcladora se colocó la materia prima molido y en orden secuencial los condimentos, aditivos y el agua (mitad en forma de hielo) durante el proceso de mezclado. Cabe recalcar que en esta etapa no se añadieron los antioxidantes, con el fin de elaborar una pasta base.



Fotografía 8. Proceso de mezclado

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.2.5 Dosificación de los antioxidantes en la pasta

La pasta obtenida del proceso anterior, fue dividida en cuatro partes. Cada pasta fue colocada en el cutter, y durante el proceso de picado, se añadió el antioxidante correspondiente a cada tratamiento, como se puede ver en la tabla 8. El proceso de picado terminó cuando se obtuvo una pasta fina emulsificada, denominada pastón.



Fotografía 9. Dosificación de los antioxidantes

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

Posteriormente los tratamientos se dejaron reposar en refrigeración durante 24 h. Esta etapa se conoce como añejamiento o maduración de la masa y en ella se da reacciones que generan el olor, aroma y conservación del chorizo.



Fotografía 10. Tratamientos control, al 3%, 5% y 7% de ají escabeche

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.2.6 Embutido y porcionado

El pastón fue introducido cuidadosamente en la embudidora, con la precaución de que no queden cápsulas de aire. La pasta fue embutida en tripa artificial de celulosa de 22 mm. El porcionado se realizó cada 8cm.



Fotografía 11. Proceso de embutido

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

2.2.7 Tratamiento térmico

- *Secado y ahumado*: El producto fue llevado al horno, en donde se realizó el proceso de secado y ahumado, durante un tiempo aproximado de 30 y 15 min respectivamente, a 80°C, siempre controlando que la temperatura no supere los 90°C. Este proceso se realiza con el fin de formar una película de proteína coagulada bajo la envoltura, desarrollar el color característico del chorizo y proporcionar un aroma superficial a humo, además de mejorar su capacidad de conservación.



**Fotografía 12. Proceso de secado y
ahumado del chorizo**

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca



- *Escaldado*: este proceso se realizó en una marmita con agua a una temperatura máxima de 80 °C, hasta que la temperatura del punto frío del chorizo alcanzó los 72 °C en un tiempo aproximado de 15 min.



Fotografía 13. Proceso de escaldado

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

- *Enfriado*: después del escaldado los chorizos fueron introducidos inmediatamente en una marmita con agua fría a flujo continuo durante 10 min para generar un shock térmico.

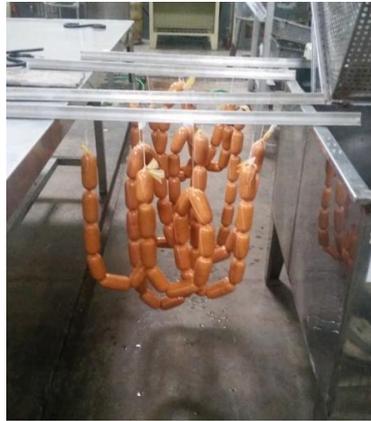


Fotografía 14. Proceso de enfriado

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

2.2.8 Oreado

Los chorizos fueron colgados en espetones para ventilarlos durante un tiempo de 15 min aproximadamente, proceso mediante el cual se elimina el agua superficial del embutido y evita el crecimiento microbiano.



Fotografía 15. Proceso de oreado

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.2.9 Empacado al vacío

Este es uno de los procesos tecnológicos que se utiliza para disminuir la cantidad de oxígeno disponible, el cual influye en los procesos de deterioro por microorganismo y rancidez oxidativa. Por tal motivo, este proceso se realizó cuidadosamente, observando que el envase este perfectamente sellado.



Fotografía 16. Empacado al vacío

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.2.10 Almacenamiento

Se procedió a etiquetar los chorizos clasificándolos en los tratamientos correspondientes. Posteriormente fueron almacenados a refrigeración hasta el momento de realizar los análisis.

2.2.11 DPO de la elaboración del chorizo ahumado

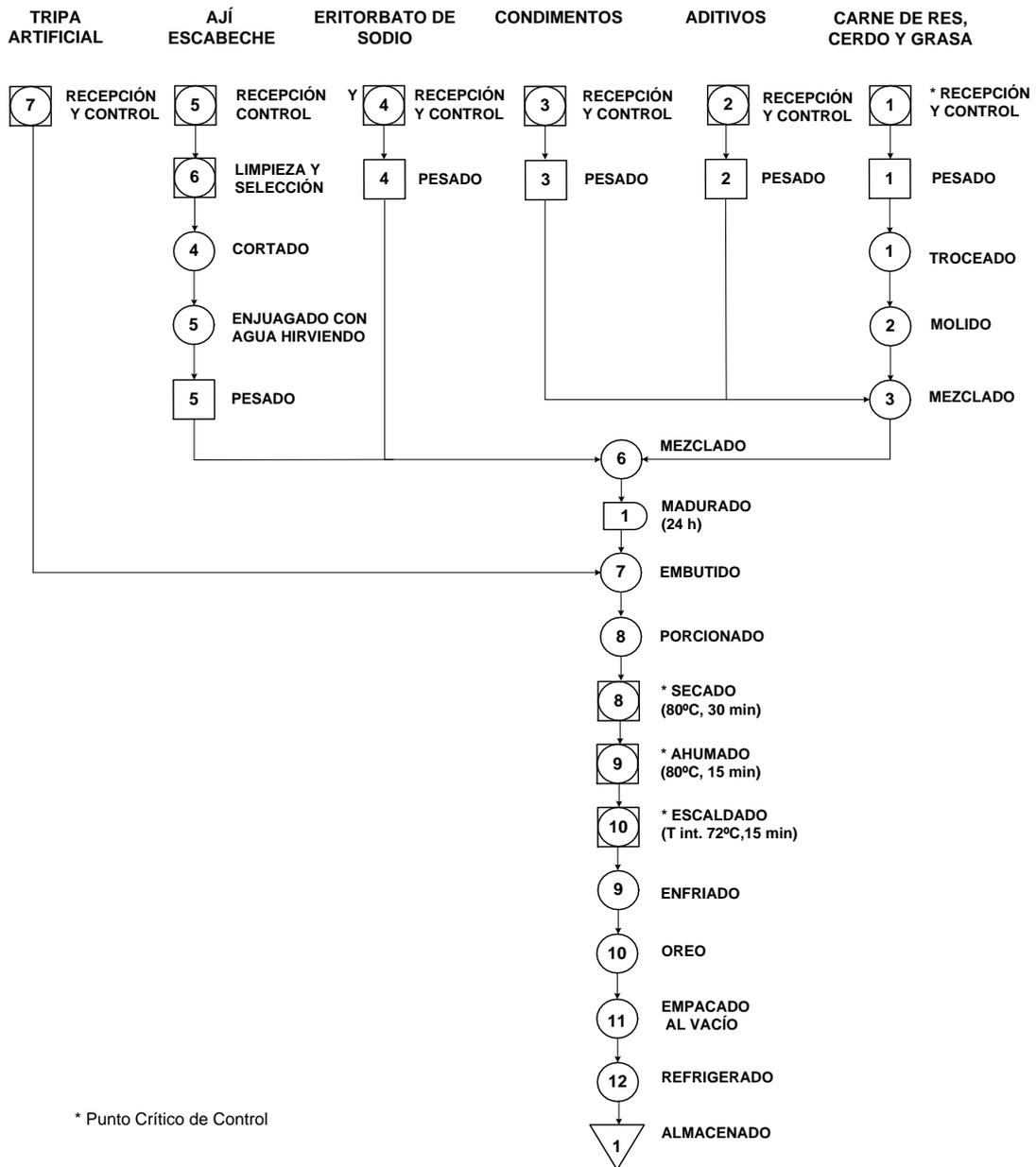


Figura 13. DPO del proceso de elaboración del chorizo ahumado

Fuente: Elaboración propia



2.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

2.4.1 Determinación de la humedad del chorizo

Fundamento: se basa en la determinación del peso perdido de un alimento debido a la eliminación del agua por calentamiento a condiciones normalizadas. La determinación de humedad se realizó de acuerdo a la metodología descrita en la NTE INEN 0777:1985.

Procedimiento:

- Secado de una cápsula de porcelana a 103 ± 2 °C en la estufa durante 60 min.
- Enfriado de la cápsula de porcelana hasta temperatura ambiente en un desecador.
- Pesado de la cápsula de porcelana en una balanza con aproximación de 1mg.
- Se añadieron aproximadamente 20 g de chorizo finamente dividido en la cápsula previamente secada y se determinó el peso exacto con aproximación de 1mg.
- Secado de la cápsula de porcelana más muestra en la estufa durante 2 h a 103 ± 2 °C.
- Enfriado de la cápsula de porcelana más muestra hasta temperatura ambiente en un desecador.
- Pesado de la cápsula de porcelana más muestra con aproximación de 1mg.
- El proceso de secado, enfriado y pesado se repitió hasta que los resultados de dos pesadas sucesivas efectuadas con una hora de diferencia no difieran en más de 0,1%.
- El contenido de humedad en la carne y productos cárnicos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad: } 100 \times \frac{P1-P2}{M}$$

Donde:

- M = peso de la muestra
- $P1$ = (Peso de la cápsula seca + M) inicial
- $P2$ = (Peso de la cápsula + M) final



Fotografía 17. Proceso de determinación de la humedad del chorizo

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.4.2 Determinación del contenido de grasa mediante el método de Soxhlet

Fundamento: se trata de una extracción semicontinua con disolvente. El proceso consiste en la evaporación de un disolvente que se encuentre en un matraz por calentamiento. Posteriormente el disolvente es condensado y acumulado en la cámara de extracción en donde rodea completamente la muestra. A continuación, el disolvente retorna por efecto de sifón al matraz de ebullición (Nielsen, 2009). El contenido de la grasa se determina por el peso de la grasa extraída. La determinación de la grasa bruta se realizó de acuerdo a la metodología descrita en la NTE INEN 778:1985, utilizando como disolvente el éter de petróleo.

Procedimiento:

- Secado del balón de destilación del equipo Soxhlet en la estufa durante 1h a 103 ± 2 °C. Posterior enfriado en un desecador hasta temperatura ambiente y pesado en una balanza analítica con aproximación de 1 mg.
- Se pesó 7g de la muestra de chorizo seco del apartado...2.4.1... con aproximación de 1 mg y se trasladó a un papel filtro, el cual posteriormente fue sellado y etiquetado. A continuación se colocó el papel filtro en el cartucho de extracción.
- Posteriormente se colocó el cartucho en el aparato de extracción y se añadió el solvente de extracción en el balón de destilación seco.
- Encendido del equipo. El proceso de extracción de la grasa se llevó a cabo durante 8h, tiempo en el cual se tuvo que controlar el flujo de agua para el proceso de condensación, y que no se tape el orificio del sifón.
- Luego de la extracción, se retiró el matraz del equipo extractor y se secó en la estufa durante 2 h a 103 ± 2 °C. Posteriormente se dejó enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó con aproximación de 1 mg.

- El contenido de grasas total en la carne y productos cárnicos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\%GT: \frac{(m2-m1)}{m} \times 100$$

Donde:

- %G: contenido de grasa total, en %.
- m = masa de la muestra en g.
- $m1$ = masa del balón, en g.
- $m2$ = masa del balón más la grasa extraída, después del secado, en g.



Fotografía 18. Equipo Soxhlet

Laboratorio de análisis de alimento de la Universidad de Cuenca

2.4.3 Determinación de la dureza

La dureza o firmeza de los alimentos se determina con la ayuda de un penetrómetro o durómetro, el cual mide la fuerza necesaria para penetrar un alimento y hace referencia a la fuerza requerida para comprimir y deformar el alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Consiste en presionar perpendicularmente con el puntal adecuado hasta penetrar el alimento y posteriormente leer su valor. El durómetro utilizado en el análisis nos proporcionó valores en unidad de gf.



Fotografía 19. Determinación de la dureza del chorizo

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.4.4 Determinación de la proteína, grasa y humedad aplicando el número de Feder.

Según (Ramírez, 2006) existe un método matemático para determinar la composición química teórica de los productos cárnicos, la cual se basa en el análisis de la formulación del mismo. Para el desarrollo de este método es necesario conocer las cantidades exactas y la relación proteína - grasa de las materias primas e ingredientes utilizados en la formulación.

A partir del número de Feder, se puede calcular la composición de cada una de las carnes utilizadas en la formulación, y los datos de la composición del resto de ingredientes no cárnicos como proteínas vegetales, ligantes, condimentos, etc. se pueden obtener fácilmente de las fichas técnicas de los mismos.

El número de Feder se basa en la capacidad de retención del agua de las proteínas miofibrilares de carne; y considerando que la proteína cárnica tiene una capacidad de retención de agua 3,58 veces su peso, se tiene:

$$\frac{\%H}{\%P} = 3,58 \quad (\text{Número de Feder}) \quad (1)$$

Fuente: Ramírez, 2009

La carne está constituida principalmente por proteínas, grasa, agua, cenizas y representan el 100 %:



$$\%P + \%G + \%H + \%C = 100 \quad (2)$$

A partir de la ecuaciones (1) y (2) y considerando el contenido de cenizas del 1%, tenemos:

$$\%P + \%G + 3,85 \%P + 1\% = 100 \%$$

$$\%P = \frac{99 - \%G}{4,85}$$

Donde:

- %P: porcentaje de proteína
- %G: porcentaje de grasa
- %H: porcentaje de humedad
- %C: porcentaje de cenizas

Mediante el desarrollo de un simulador a partir de las ecuaciones anteriores, se calculan los porcentajes y kg de proteína, grasa, humedad y almidón de cada ingrediente.

Tabla 10. Evaluación de la formulación del chorizo ahumado

Ingredientes	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón		
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	kg	%	Kg
CRI (90/5)	2	20,524	0,410	5	0,1	73,476	1,470	0	0
CCI (90/10)	2	19,432	0,389	10	0,2	69,568	1,391	0	0
Grasa (10/90)	2	1,965	0,039	90	1,8	7,035	0,141	0	0
P.A.S	0,09	92,000	0,083	0	0	0	0,000	0	0
Almidón	0,48	0	0,000	0	0	0	0,000	100	0,48
Hielo	2,87	0	0,000	0	0	100,000	2,870	0	0
Total	9,44		0,921		2,1		5,872		0,48

Fuente: Manual de prácticas de la tecnología de cárnicos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca

Con los valores encontrados en la tabla anterior procedemos a calcular la composición porcentual de cada nutriente en el producto terminado, mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

- Porcentaje de proteína en el producto terminado

$$\%P = \frac{Kg \text{ de proteína total} \times 100}{Kg \text{ producto terminado}}$$



- Porcentaje de grasa en el producto terminado

$$\%P = \frac{Kg \text{ de grasa total } x 100}{Kg \text{ producto terminado}}$$

- Porcentaje de humedad en el producto terminado

$$\%P = \frac{Kg \text{ de humedad total } x 100}{Kg \text{ producto terminado}}$$

- Porcentaje de almidón en el producto terminado

$$\%P = \frac{Kg \text{ de almidón total } x 100}{Kg \text{ producto terminado}}$$

Los datos obtenidos mediante este simulador, pueden ser comprobados con las pruebas bromatológicas realizadas en el laboratorio. Por otro lado, estos datos serán utilizados para realizar el informe bromatológico y determinar su cumplimiento con la normativa, el informe nutricional y el semáforo.

2.4.4.1 Requisitos bromatológicos

La NTE INEN 1338:2012, establece los requisitos para carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos cocidos-precocidos.

Conforme al proceso tecnológico de elaboración del chorizo y según esta norma, el chorizo elaborado es un producto cárnico cocido. Los requisitos y la clasificación de los productos cárnicos cocidos establecidos por la norma se presentan a continuación:

Tabla 11. Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos

REQUISITO	TIPO I		TIPO II		TIPO III	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Proteína total %	12	-	10	-	8	-
Proteína no cárnica %	-	2	-	4	-	6

Fuente: NTE INEN 1338:2012

El contenido de proteína de acuerdo al análisis bromatológico calculado, será comparado con la tabla de requisitos bromatológicos para determinar su clasificación como un producto cárnico tipo I, II o III.



2.4.4.2 Informe nutricional

El etiquetado nutricional es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento, es decir, es la información sobre el aporte de energía, proteínas, carbohidratos, grasa, vitaminas o minerales que contienen los productos alimenticios (NTE INEN 1334-2, 2011).

La siguiente tabla presenta los nutrientes de declaración obligatoria así como los valores de Valor Diario Recomendado.

Tabla 12. Nutrientes de declaración obligatoria y valor diario recomendado (VDR)

Nutrientes a declararse	Unidad	Niños mayores a 4 años y adultos
Valor energético, Energía	KJ	8380
(calorías)	Kcal	2000
Grasa total	g	65
Ácidos grasos saturados	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2400
Carbohidratos totales	g	300
Proteínas	g	50

Fuente: NTE INEN 1334-2, 2011

Para los cálculos de energía que aporta cada nutriente se tomarán en cuenta los siguientes factores de conversión:

Tabla 13. Factores de conversión para el cálculo de energía

NUTRIENTE	FACTOR
Carbohidratos	4 kcal/g
Proteína	4 kcal/g
Grasa	9 kcal/g

Fuente: NTE INEN 1334-2, 2011

2.4.4.3 Semáforo nutricional

El semáforo nutricional es un requisito que deben cumplir los productos procesados para poder ser comercializados en Ecuador; el cual pretende informar y concientizar a los consumidores de manera clara y sencilla acerca de los niveles de grasa, sal y azúcar que contienen los productos procesados de consumo humano.



La valoración del alimento procesado en lo referente las concentraciones permitidas de grasas, azúcares y sal, se debe referir según lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 14. Contenido de componente y concentraciones permitidas

Componente	CONCENTRACION “BAJA”	CONCENTRACION “MEDIA”	CONCENTRACIÓN “ALTA”
Grasa total	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 1.5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 1,5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a y menor a gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 7,5 gramos en 100 mililitros
Sal (sodio)	Menor o igual a 120 miligramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos en 100 mililitros	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos en 100 mililitros

Fuente: RTE 022-1R

El semáforo nutricional es un sistema gráfico con barras horizontales de color rojo, amarillo y verde, que representan niveles altos, medios y bajos respectivamente, del contenido en grasa, sal o azúcar dependiendo de la naturaleza del producto (RTE 022-1R).

2.4.5 Pruebas control de vida útil del chorizo

El deterioro de los productos cárnicos se ve reflejado en el cambio de ciertos parámetros a lo largo del tiempo, las mismas que determinan el tiempo de vida útil del producto. El análisis de la vida útil se realizó en un período de 30 días, mediante pruebas fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Los parámetros escogidos para determinar la vida útil de los diferentes tratamientos se detallan a continuación.

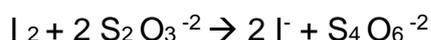
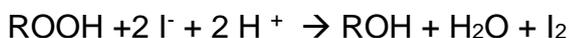
2.4.5.1 Índice de peróxidos

Fundamento: El índice de peróxidos es una medida del grado de oxidación o rancidez de las grasas y se determina a partir de los ml de tiosulfato sódico gastados en reducir el yodo formado a partir de la oxidación del yoduro potásico por la acción de los peróxidos presentes en la muestra (Universidad Zaragoza, s.f.).



El punto final de la titulación se determina cuando la solución pase de color azul a incoloro, por la presencia de almidón como indicador. Los resultados se expresan como miliequivalentes de peróxido por kilogramo de grasa.

Reacción química:



Fuente: (Universidad Zaragoza, s.f).

Materiales y equipos

- Balanza analítica
- Bureta 25 ml
- Erlenmeyer 250 ml
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Luna de reloj
- Cocineta

Reactivos:

- Solución saturada de yoduro de potasio:
- Solución de tiosulfato de sodio 0.01N y 0.001 N:
- Solución indicadora de almidón al 1%:
- Yodato de potasio
- Ácido acético
- Cloroformo

Preparación de reactivos:

Este método requiere de condiciones estrictas de preparación de los reactivos, caso contrario inducirán error en los resultados.

- *Solución saturada de yoduro de potasio:* Preparado justo antes de la determinación, por la disolución de un exceso de IK en agua destilada recién hervida y fría.
- *Solución de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.01N y 0.001 N:* Debidamente estandarizada con un patrón primario (KIO_3) antes de la determinación.
- *Solución indicadora de almidón al 1%:* Preparada justo antes de la determinación, mediante disolución en caliente con agua destilada.

Procedimiento de la extracción de las grasas (método de Bligh y Dyer):

Previo a la determinación del índice de peróxidos es preciso extraer la grasa del producto, para lo cual se utilizó el método de Bligh y Dyer. Se trata de un método rápido para la extracción de lípidos de tejidos y productos alimenticios que contienen una cantidad significativa de agua. El método se basa en la homogenización de la muestra con cloroformo, metanol y agua en proporciones tales que se forme una sola fase miscible con el agua de la muestra (UNAM, 2017).

Procedimiento (Herrera, Bolaños, & Lutz, 2003):

- Pesar 10 g de muestra con precisión de 0.1 mg y licuar a alta velocidad.
- Añadir 30 ml de solución cloroformo-metanol 1:2 y licuar por dos minutos a baja velocidad.
- Añadir 10 ml de cloroformo y licuar por media minuto más.
- Filtrar la mezcla anterior usando el papel filtro. Licuar el residuo con 20 ml más de cloroformo y filtrar nuevamente. Lavar el residuo con 10 ml de cloroformo.
- Colocar los filtrados en un embudo separador y descartar la fase acuosa.
- Guardar el extracto en tubos de ensayo.

**Fotografía 20. Filtración de la muestra**

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca



Fotografía 21. Extracción de la grasa

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la
Universidad de Cuenca

Procedimiento de la determinación del índice de peróxidos (Herrera, Bolaños, & Lutz, 2003):

- Tomar 20 ml de la solución clorofórmica preparada anteriormente en un matraz erlenmeyer. Agregar 15 ml de ácido acético glacial, una punta de espátula de bicarbonato de sodio y 2 ml de solución saturada de KI. Tapar con un vidrio de reloj, agitar y mantener en la oscuridad por una hora.
- Agregar de 30-50 ml de agua destilada y 2 ml de disolución indicadora de almidón.
- Titular con una disolución patrón de tiosulfato de sodio 0.001 N, hasta que el color azul desaparezca.
- El índice de peróxidos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P \text{ (meq/Kg)} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{M}$$

Dónde:

- IP= Índice de peróxidos, expresado en milliequivalentes de peróxidos por 1000 g de muestra.
- V: Volumen de tiosulfato de sodio consumido, en ml
- N: Normalidad del tiosulfato de sodio
- M: Peso de la grasa extraída de la muestra, en g
- 1000: Factor de conversión de unidades (g/Kg)



Fotografía 22. Normalización del tiosulfato de sodio

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

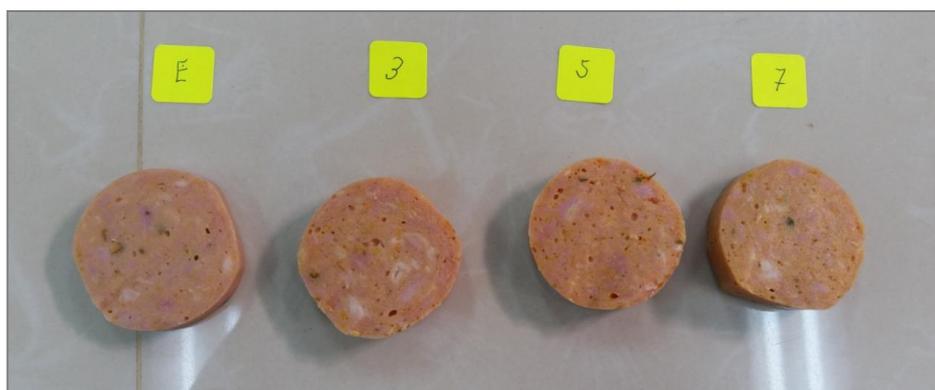


Fotografía 23. Determinación del índice de peróxidos

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.4.5.2 Fichas de estabilidad

Como se estudió anteriormente, las propiedades organolépticas sufren cambios negativos durante el almacenamiento de los productos cárnicos, limitando por tanto el tiempo de vida útil de los mismos. Para la determinación de la vida de estante se utilizaron fichas de estabilidad... apartado 3.4... en donde se analizaron los siguientes atributos organolépticos junto con el pH: olor, color, sabor y textura. El análisis se llevó a cabo cada dos días, durante un período de 30 días después de la fecha de elaboración.



Fotografía 24. Evaluación organoléptica de los chorizos

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca



- **Determinación del pH:**

El pH es una medida de la concentración de los iones H⁺, que en muchos casos su cambio en los alimentos se debe a la actividad enzimática, así como el desarrollo de bacterias. En los productos cárnicos el pH permite determinar el tiempo de vida de estante. La NTE INEN 1338-96 indica que el valor de pH debe estar comprendido entre 5.9 a 6.2 para poder ser consumido, y bajo estas condiciones el alimento no causará daños en la salud. La determinación del pH se hizo de acuerdo a la metodología descrita en la norma NTE INEN 0783:

Procedimiento:

- La determinación se debe efectuar por duplicado sobre la misma muestra.
- Pesar aproximadamente 10 g de chorizo finamente picado y colocarlo en un vaso de precipitación de 250 ml.
- Agregar 90 ml de agua destilada. Agitar y dejar en maceración durante 1h.
- Introducir los electrodos del potenciómetro (previamente calibrado) en la muestra, que debe encontrarse a 20 ± 2 °C y efectuar la lectura respectiva.
- Una vez concluido el ensayo, limpiar los electrodos y colocarlos en un vaso de precipitación con agua destilada.



Fotografía 25. Determinación del pH

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca

2.4.5.3 Análisis microbiológico

Uno de las principales causas de deterioro de los productos cárnicos es por la acción de los microorganismos. Por lo tanto, para el análisis de la vida de estante de los chorizos se realizaron pruebas microbiológicas con el fin de determinar el cumplimiento con los requisitos microbiológicos de inocuidad establecidos por la NTE INEN 1338:2012.



Se realizó la determinación de aerobios mesófilos, al ser un requisito para determinar término de vida útil. La NTE INEN 1338: 2012 establece para los aerobios un nivel de aceptación de $5,0 \times 10^5$ ufc/g y un nivel de rechazo de 1.0×10^7 ufc/g. El análisis microbiológico fue realizado en el laboratorio MSV de análisis de alimentos, agua y suelos, y en el laboratorio de agua y alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca. Se realizaron tres mediciones: al inicio (día 1), a los 15 días y a los 30 días. La toma de las muestras fue realizada conforme a la NTE INEN 1529-2:2013.

2.5 ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

Para determinar la aceptación de los diferentes tratamientos de chorizo, se realizaron pruebas de catación o degustación a estudiantes de ingeniería química de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca de los últimos ciclos. A cada estudiante se le proporcionó de una ficha de catación (Anexo 1) en donde se evaluaron el color, olor, sabor, textura y aspecto de las muestras, mediante el siguiente sistema de puntuación:

Tabla 15. Sistema de puntuación de propiedades organolépticas

Valoración	Puntuación
Muy malo	1
Malo	2
Normal	3
Bueno	4
Excelente	5

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, debido a la presencia de ají escabeche en el chorizo, se analizó la pungencia del producto (sensación del picante) y su aceptación por parte de los degustadores, con el siguiente sistema de puntuación:

Tabla 16. Sistema de puntuación de la pungencia

Valoración	Puntuación
Nada	1
Poco	2
Medio	3
Alto	4

Fuente: Elaboración propia



2.4.2 Cálculo del número de catadores:

Para la determinación del tamaño muestral, se utilizó la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Fuente: (Fernández, 2011)

Donde:

- n = Tamaño de la muestra.
- N = Tamaño de la población o universo.
- k = Constante que depende del nivel de confianza que se asigne. Indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos.
- e = Límite aceptable de error muestral.
- p = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=0.5$.
- q = Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

En el presente estudio, los valores que se utilizaron para determinar el número de encuestas necesarias se observan en la siguiente tabla:

Tabla 17. Valores aplicados para el cálculo de tamaño de muestra

Parámetro	Valor
N	59
k	1.96
e	0.05
p	0.5
q	0.5

Fuente: Fernández, 2011

Al remplazar los valores de la tabla 17 en la fórmula de tamaño muestral se determinó un tamaño de muestra $n=51$. Valor que indica el número de personas a ser encuestadas.

Procedimiento:

- El proceso se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos, el cual consta de un espacio físico amplio, iluminado y con una correcta ventilación.
- La preparación de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de cárnicos, con el objetivo de evitar la persistencia de olores y que los catadores vean o presuman la ordenación de las muestras. A cada muestra se le asignó una codificación al azar, para impedir cualquier inducción del orden al catador.
- Los chorizos fueron cortados en rodajas homogéneas de 1 cm de grosor y colocados en platos desechables, los mismos que fueron desechados después de cada prueba para evitar la persistencia de olores.
- Las muestras fueron colocadas en orden aleatorio en el centro de mesa con el objetivo de permitir un acceso fácil y cómodo de ellas a los catadores.
- Se suministró de un vaso de agua potable sin olor ni sabor a cada catador, para los enjuagues de la boca entre muestra y muestra.
- La evaluación se realizó en grupos de 10 personas. Previo a la encuesta, los catadores recibieron instrucciones y explicación acerca del llenado de la misma.



Fotografía 26. Proceso de degustación

Laboratorio de tecnología de cárnicos de la Universidad de Cuenca



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Informe bromatológico

En la siguiente tabla se muestra el informe bromatológico del chorizo ahumado obtenido mediante el simulador:

Tabla 18. Informe bromatológico del chorizo ahumado

Componente	Porcentaje %
Humedad	62
Proteína	10
Grasa	22
Almidón	5
Cenizas	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los requisitos establecidos en la NTE INEN 1338:2012, para productos cárnicos cocidos (tabla 11), en función de la proteína obtenida del chorizo, éste se clasifica como un producto cárnico TIPO II.

3.1.1 Informe nutricional

En la siguiente tabla se muestra el informe nutricional del chorizo ahumado obtenido mediante el simulador:

Tabla 19. Valor nutricional del chorizo ahumado

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción:	1 chorizo: 60g	
Porciones por envase	6 unidades	
Cantidad por porción		
Energía Total:	155 Kcal (649 KJ)	
		%Valor Diario*
Grasa Total	13.35 g	20.5
Proteína	5.86 g	11.7
Carbohidratos	3.05 g	1.0
Sodio	448.59 mg	

* Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380KJ)

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Semáforo nutricional

Conforme a lo establecido por el RTE 022- 1R, en lo referente a las concentraciones permitidas del contenido de sal, azúcar y grasa, el presente producto, chorizo ahumado, presenta el siguiente semáforo nutricional:



Figura 14. Semáforo nutricional del chorizo ahumado

Fuente: Elaboración propia

3.2 Dureza

A continuación se presentan los resultados de la dureza de cada uno de los tratamientos:

Tabla 20. Dureza los diferentes tratamientos

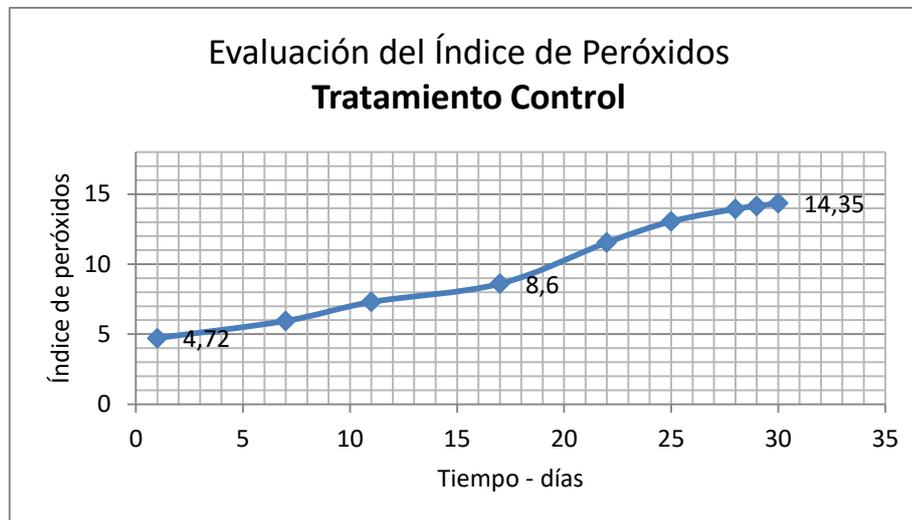
Tratamiento	Dureza (gf)
Control	210
3%	210
5%	210
7%	210

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20 muestra que, en comparación con el tratamiento control, la incorporación de ají escabeche no genera cambios en la dureza de ninguno de los tratamientos en donde fue adicionado, como son el tratamiento 3, 5 y 7%.

3.3 Índice de peróxidos

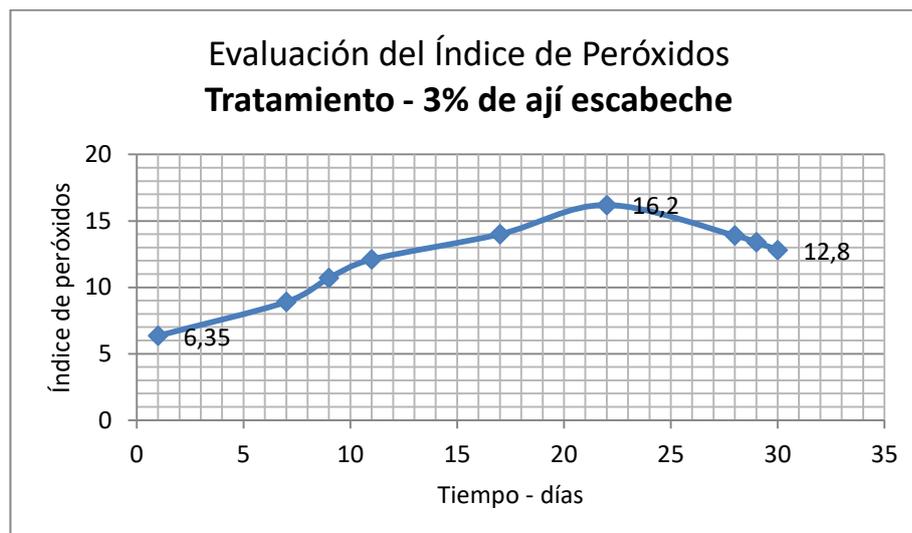
En las gráficas 1, 2, 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos de la variación del índice de peróxidos durante 30 días de los tratamientos control, al 3%, 5% y 7% de ají escabeche.



Gráfica 1. Curva índice de peróxidos del tratamiento control

Fuente: Elaboración propia

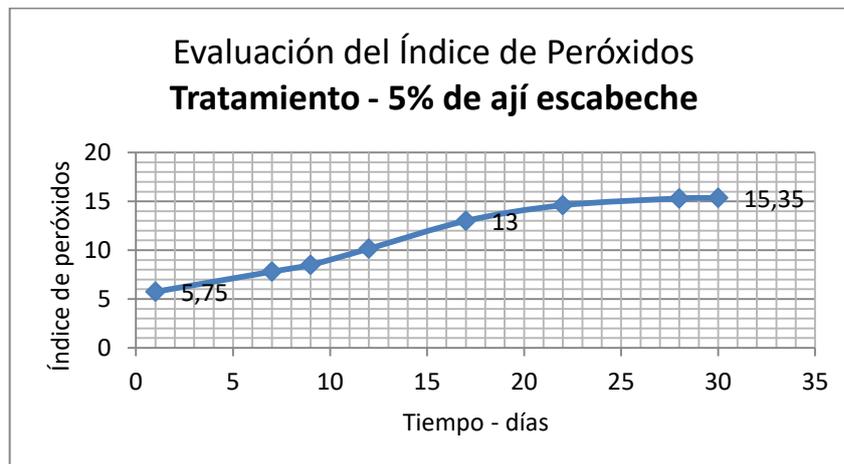
En la gráfica 1 se observar que el índice de peróxidos del tratamiento control empieza con un valor de 4.72 y aumenta lentamente con una tendencia lineal hasta un punto de inflexión en el día 17 con un valor de 8.6. Posteriormente se observa un incremento hasta el día 30, alcanzando un valor máximo de 14.35.



Gráfica 2. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 3% de ají escabeche

Fuente: Elaboración propia

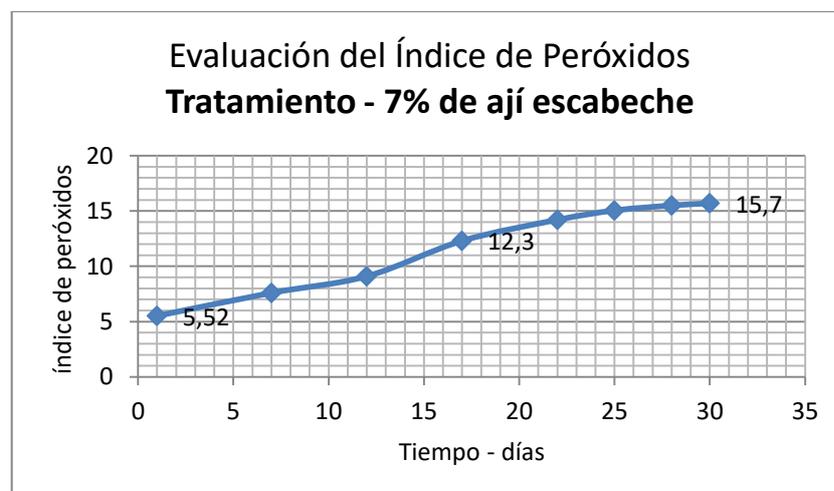
En la gráfica 2, se observa que el índice de peróxidos del tratamiento al 3% de ají escabeche empieza con un valor de 6.35 y después un incremento acelerado, hasta alcanzar un valor máximo de 16.2 en el día 22. Posteriormente se observa que el índice de peróxidos va declinado hasta alcanza un valor de 12,8 en el día 30. El punto de declinación representa la descomposición de los peróxidos y la aparición de sustancias que generan olores y sabores rancios.



Gráfica 3. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 5% de ají escabeche

Fuente: Elaboración

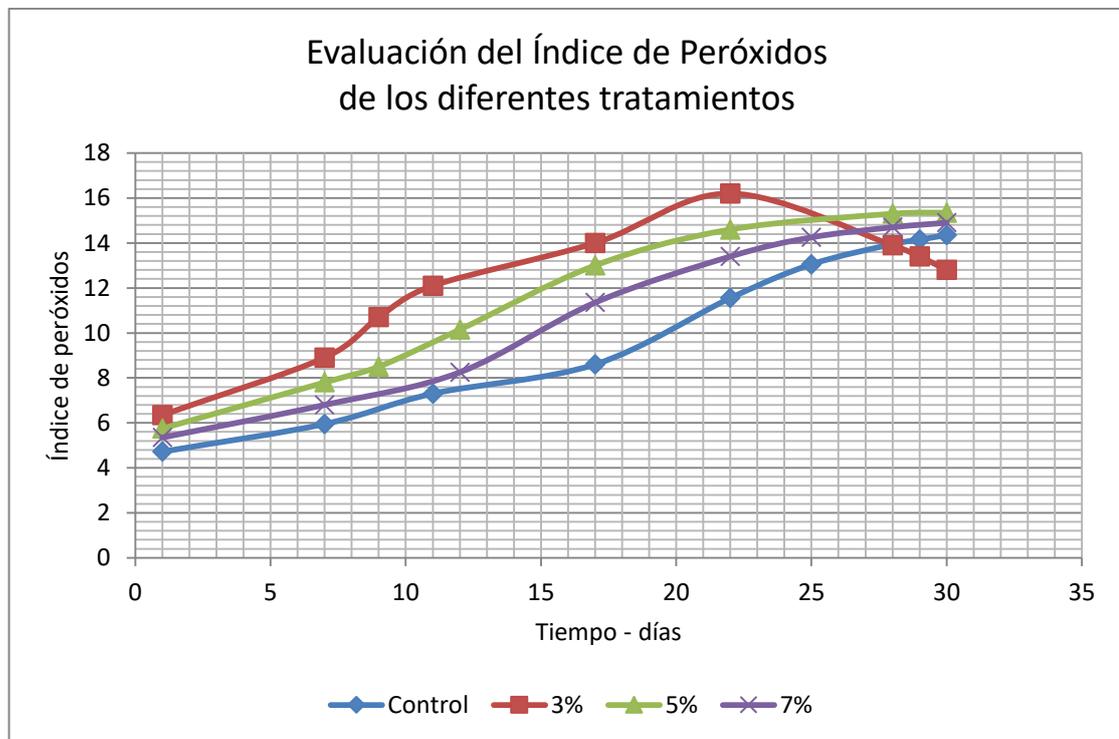
En la gráfica 3, se observa que el índice de peróxidos del tratamiento al 5% de ají escabeche empieza con un valor de 5.75 y después un incremento de la concentración hasta el día 17, con un valor de 13. Luego se observa una desaceleración, alcanzando un valor máximo de 15.35 en el día 30. En el tiempo de análisis no se observó un punto de declinación de la curva.



Gráfica 4. Curva índice de peróxidos del tratamiento al 7% de ají escabeche

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 4, se observa que el índice de peróxidos del tratamiento al 7% de ají escabeche empieza con un valor de 5.52 y aumenta su concentración con una tendencia lineal hasta el día 17 con un valor de 12.3. Posteriormente se observa una leve desaceleración, alcanzando un valor máximo de 15.7 en el día 30. En el tiempo de análisis no se observó un punto de declinación de la curva.



Gráfica 5. Curvas índice de peróxidos de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

Entonces, el tratamiento que presentó la menor estabilidad fue el tratamiento al 3% de ají escabeche, al alcanzar la mayor concentración de índice de peróxidos en un período corto de tiempo (día 22) y la temprana declinación o descomposición de los peróxidos.

Por otro lado, tanto la muestra control como los tratamientos al 5% y 7% de ají escabeche, mostraron ser eficientes en el tiempo de análisis a la hora de proteger las grasas de la oxidación. El tratamiento control generó la menor cantidad de hidroperóxidos, seguido por el tratamiento al 7% y sus tendencias no muestran el inicio de la etapa de declinación de los peróxidos. Por otro lado, el tratamiento al 5% generó mayor índice de peróxidos que el tratamiento control y 7%.



3.4 Fichas de estabilidad

En las tablas 21, 22, 23 y 24 se muestran las fichas de estabilidad de los tratamientos control, al 3%, 5% y 7% de ají escabeche respectivamente. Las fichas de estabilidad permitieron evaluar la estabilidad de las propiedades organolépticas y pH en un período de 30 días y en base a ellas se estableció el tiempo de vida útil de los diferentes tratamientos. Por otro lado, permitieron analizar la relación entre las propiedades organolépticas con el índice de peróxidos.

Nombre del producto: Chorizo ahumado
Tratamiento: Control (elaborado con eritorbato de sodio)
Fecha de elaboración: 26/06/17
Fecha de caducidad: 26/07/17

Tabla 21. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado (Tratamiento control)

Fecha	Día	pH	Color	Sabor	Aroma	Textura
26/06/17	0	5.85	Rosado	Normal	Normal	Normal
28/06/17	2	5.91	Rosado	Normal	Normal	Normal
30/06/17	4	5.91	Rosado	Normal	Normal	Normal
03/07/17	7	5.93	Rosado	Normal	Normal	Normal
05/07/17	9	5.94	Rosado	Normal	Normal	Normal
07/07/17	11	5.95	Rosado	Normal	Normal	Normal
10/07/17	14	6.11	Rosado	Normal	Normal	Normal
12/07/17	16	6.11	Rosado	Normal	Normal	Normal
14/07/17	18	6.13	Rosado	Normal	Normal	Normal
17/07/17	21	6.15	Rosado	Normal	Normal	Normal
19/07/17	23	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
21/07/17	25	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
24/07/17	28	6.19	Rosado	Normal	Normal	Normal
26/07/17	30	6.20	Rosado	Normal	Normal	Normal

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 21, se observa estabilidad de las propiedades organolépticas del tratamiento control en el tiempo de análisis. En cuanto al pH se observa un incremento a lo largo del tiempo, sin embargo, no sobrepasa el límite máximo establecido por la NTE INEN 1338:1985, de 6.2.



Por lo tanto, en contraste con los resultados del índice de peróxidos se observa una correcta protección del producto ante la oxidación de las grasas, pudiendo extenderse aún más el tiempo de vida útil.

Nombre del producto: Chorizo ahumado
Tratamiento: Elaborado con ají escabeche al 3%
Fecha de elaboración: 26/06/17
Fecha de caducidad: 17/07/17

Tabla 22. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 3% de ají escabeche

Fecha	Día	pH	Color	Sabor	Aroma	Textura
26/06/17	0	5,88	Rosado	Normal	Normal	Normal
28/06/17	2	5.89	Rosado	Normal	Normal	Normal
30/06/17	4	5.90	Rosado	Normal	Normal	Normal
03/07/17	7	6.12	Rosado	Normal	Normal	Normal
05/07/17	9	6.15	Rosado	Normal	Normal	Normal
07/07/17	11	6.15	Rosado	Normal	Normal	Normal
10/07/17	14	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
12/07/17	16	6.19	Rosado	Normal	Normal	Normal
14/07/17	18	6.21	Rosado	Normal	Normal	Normal
17/07/17	21	6.23	Rosado	Normal	Normal	Normal
19/07/17	23	6.23	Rosado	Normal	Normal	Normal
21/07/17	25	6.25	Rosado	L.P. Rancio	L.P. Rancio	Normal
24/07/17	28	6.28	Rosado	M. P. Rancio	M. P. Rancio	Normal
26/07/17	30	6.30	Rosado	Rancio	Rancio	Normal

* LP: Leve percepción
* MP: Mayor percepción

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 22, en el tratamiento correspondiente al 3% de ají escabeche se observa un cambio en las propiedades organolépticas por la presencia de sabor y olor a rancio a partir de día 25. En cuanto al pH se observa un incremento a lo largo del tiempo, alcanzando un valor de 6.30, el mismo que sobrepasa el límite máximo establecido por la NTE INEN 1338: 1985, de 6.2.



Por lo tanto, en contraste con los resultados del índice de peróxidos se observa una protección ineficiente contra la oxidación de las grasas y que a partir de la descomposición de los peróxidos en el día 22, la percepción de olor y sabor a rancio aparecen hasta el día 25.

Nombre del producto: Chorizo ahumado
Tratamiento: Elaborado con ají escabeche al 5%
Fechas de elaboración: 26/06/17
Fechas de caducidad: 26/07/17

Tabla 23. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 5% de ají escabeche

Fecha	Día	pH	Color	Sabor	Aroma	Textura
26/06/17	0	5.88	Rosado	Normal	Normal	Normal
28/06/17	2	5.88	Rosado	Normal	Normal	Normal
30/06/17	4	5.87	Rosado	Normal	Normal	Normal
03/07/17	7	5.90	Rosado	Normal	Normal	Normal
05/07/17	9	5.93	Rosado	Normal	Normal	Normal
07/07/17	11	5.95	Rosado	Normal	Normal	Normal
10/07/17	14	5.95	Rosado	Normal	Normal	Normal
12/07/17	16	6.10	Rosado	Normal	Normal	Normal
14/07/17	18	6.12	Rosado	Normal	Normal	Normal
17/07/17	21	6.15	Rosado	Normal	Normal	Normal
19/07/17	23	6.16	Rosado	Normal	Normal	Normal
21/07/17	25	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
24/07/17	28	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
26/07/17	30	6.19	Rosado	Normal	Normal	Normal

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 23, se observa estabilidad de las propiedades organolépticas del tratamiento al 5% de ají escabeche a través del tiempo de análisis. En cuanto al pH se observa un incremento a lo largo del tiempo, sin embargo, no sobrepasa el límite máximo establecido por la norma INEN 1338:1985, de 6.2. Por lo tanto, en contraste con los resultados del índice de peróxidos se observa una correcta protección ante la oxidación de las grasas, pudiendo extenderse aún más el tiempo de vida útil.



Nombre del producto: Chorizo ahumado
Tratamiento: Elaborado con ají escabeche al 7%
Fecha de elaboración: 26/06/17
Fecha de caducidad: 26/07/17

Tabla 24. Ficha de estabilidad del chorizo ahumado al 7% de ají escabeche

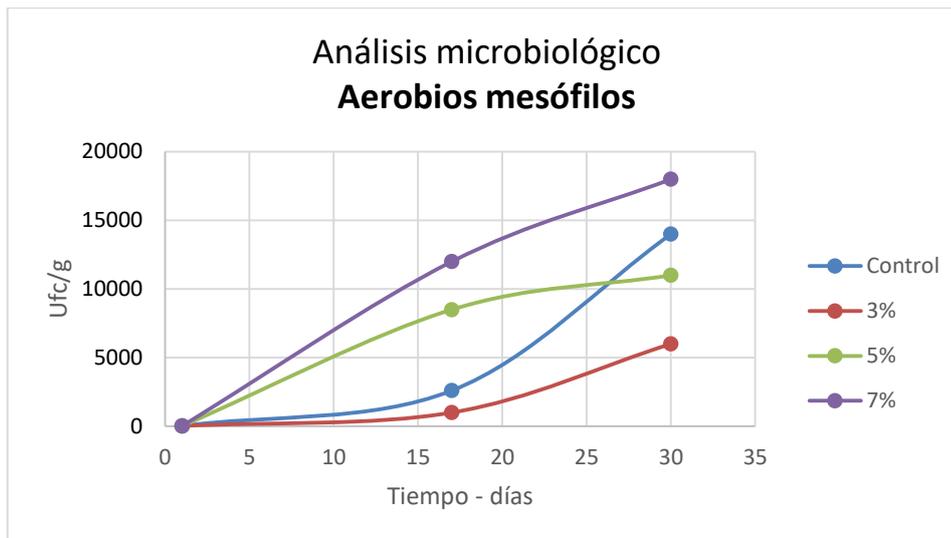
Fecha	Día	pH	Color	Sabor	Aroma	Textura
26/06/17	0	5.86	Rosado	Normal	Normal	Normal
28/06/17	2	5.87	Rosado	Normal	Normal	Normal
30/06/17	4	5.89	Rosado	Normal	Normal	Normal
03/07/17	7	5.91	Rosado	Normal	Normal	Normal
05/07/17	9	5.91	Rosado	Normal	Normal	Normal
07/07/17	11	5.95	Rosado	Normal	Normal	Normal
10/07/17	14	5.97	Rosado	Normal	Normal	Normal
12/07/17	16	6.10	Rosado	Normal	Normal	Normal
14/07/17	18	6.12	Rosado	Normal	Normal	Normal
17/07/17	21	6.12	Rosado	Normal	Normal	Normal
19/07/17	23	6.15	Rosado	Normal	Normal	Normal
21/07/17	25	6.16	Rosado	Normal	Normal	Normal
24/07/17	28	6.18	Rosado	Normal	Normal	Normal
26/07/17	30	6.19	Rosado	Normal	Normal	Normal

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 24, se observa estabilidad de las propiedades organolépticas del tratamiento al 7% de ají escabeche a través del tiempo de análisis. En cuanto al pH se observa un incremento a lo largo del tiempo, sin embargo, no sobrepasa el límite máximo establecido por la NTE INEN 1338:1985, de 6.2. Por lo tanto, en contraste con los resultados del índice de peróxidos se observa una correcta protección ante la oxidación de las grasas, pudiendo extenderse aún más el tiempo de vida útil.

3.5 Análisis microbiológico

En la siguiente gráfica se expresan los resultados de análisis microbiológico, en dónde se analizó la cantidad de ufc/g de aeróbios mesófilos, en el día 1, día 17 y 30.



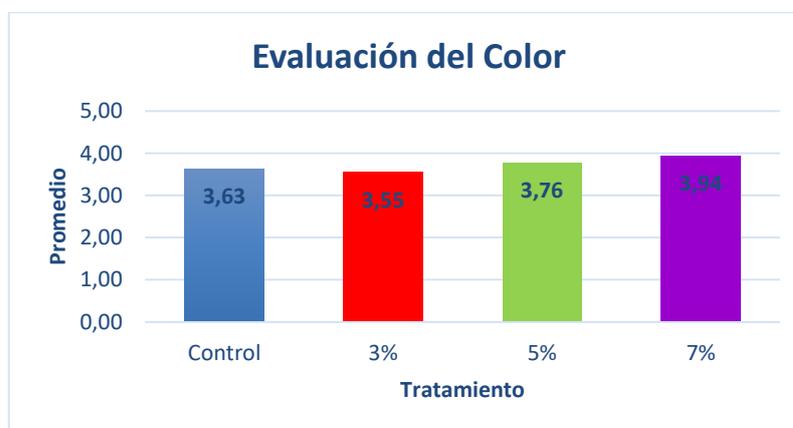
Gráfica 6. Resultados del análisis microbiológico de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 6 se observa que las ufc/g de aerobios mesófilos del tratamiento al 7% presenta el máximo valor, seguido por el tratamiento control, el tratamiento al 5% y el tratamiento al 3%. Se observa un incremento de las ufc/g conforme aumenta la concentración de ají escabeche, sin embargo, los cuatro tratamientos se encuentran por debajo del nivel de aceptación de $5,0 \times 10^5$ ufc/g aerobios mesófilos y por lo tanto cumplen con la NTE INEN 1338:2012.

3.6 Aceptación del producto

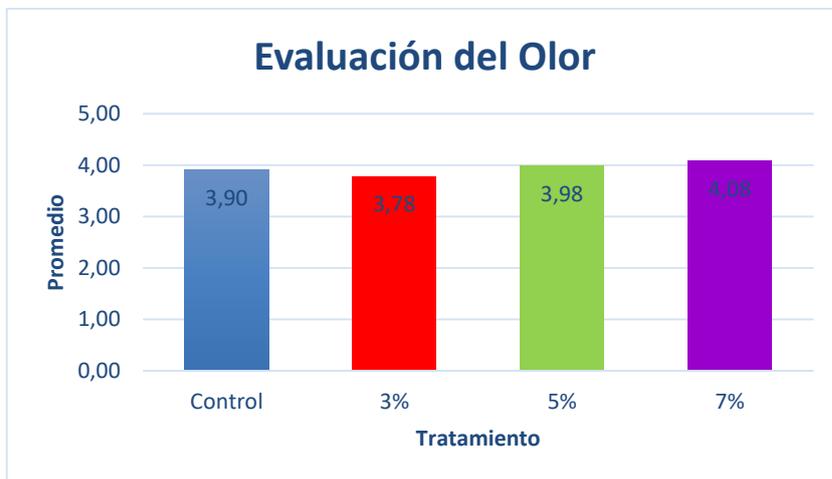
A continuación se expresan los resultados de la valoración por parte de los catadores del color, olor, sabor, textura, aspecto y pungencia de cada tratamiento, expresado en promedio.



Gráfica 7. Evaluación de color de los diferentes tratamientos

Fuente: elaboración propia

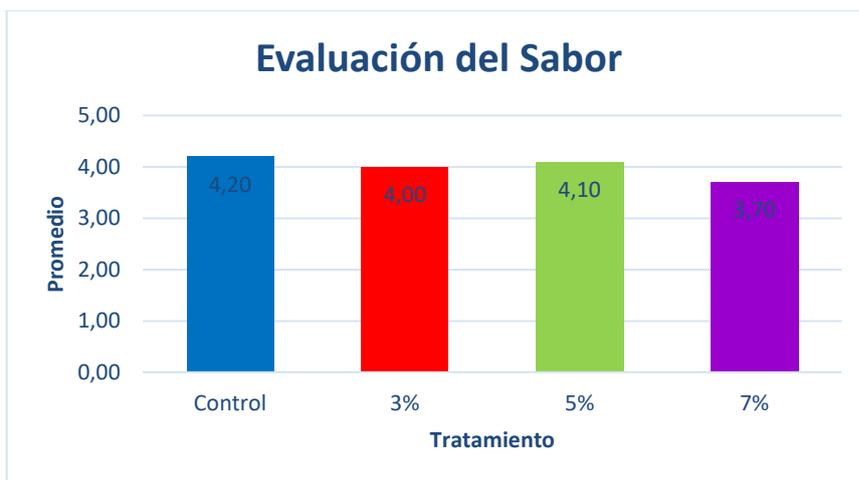
Según la gráfica 7, el nivel de aceptación del color se encuentra entre valores de 3,55 y 3,94. El tratamiento de menor aceptación fue el correspondiente al 3% de ají escabeche, seguido por el tratamiento control, el tratamiento al 5% y finalmente el tratamiento al 7%, siendo este último al tratamiento de mayor aceptación. Cabe notar la influencia del color del ají sobre los diferentes tratamientos.



Gráfica 8. Evaluación de olor de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

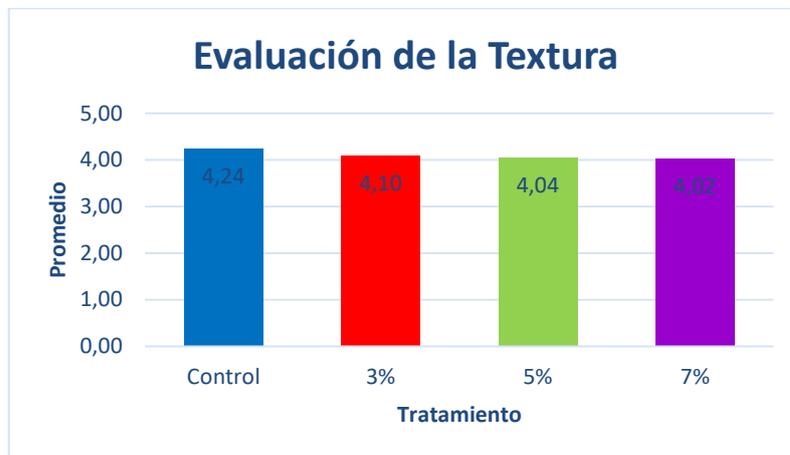
Según la gráfica 8, el nivel de aceptación del olor se encuentra entre valores de 3,78 y 4,08. El tratamiento de menor aceptación fue el correspondiente al 3% de ají escabeche, seguido por el tratamiento control, el tratamiento al 5% y finalmente el tratamiento al 7%, siendo este último el tratamiento de mayor aceptación.



Gráfica 9. Evaluación de sabor de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

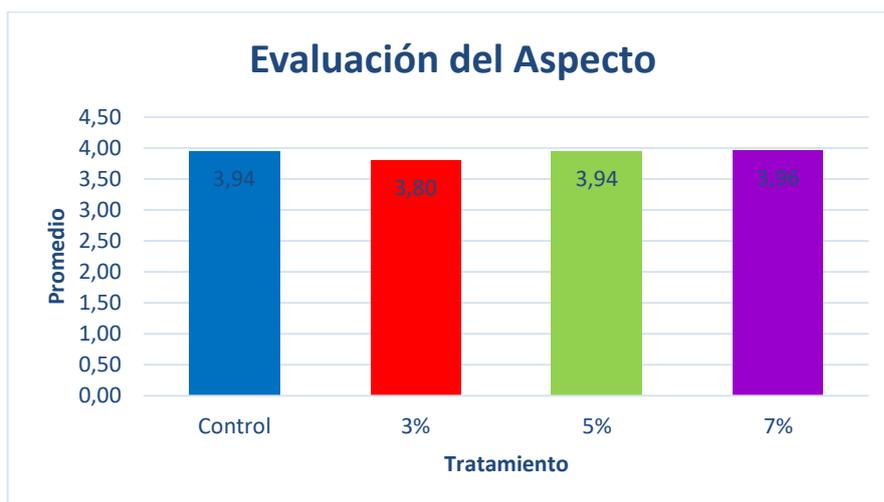
En la gráfica 9, se observa que el nivel de aceptación del sabor se encuentra entre valores de 3,7 y 4,20. El tratamiento de mayor aceptación fue tratamiento control, seguido por el tratamiento al 5%, después el tratamiento al 3% y finalmente, el producto con menor aceptación fue el tratamiento al 7% de ají escabeche.



Gráfica 10. Evaluación de la textura de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

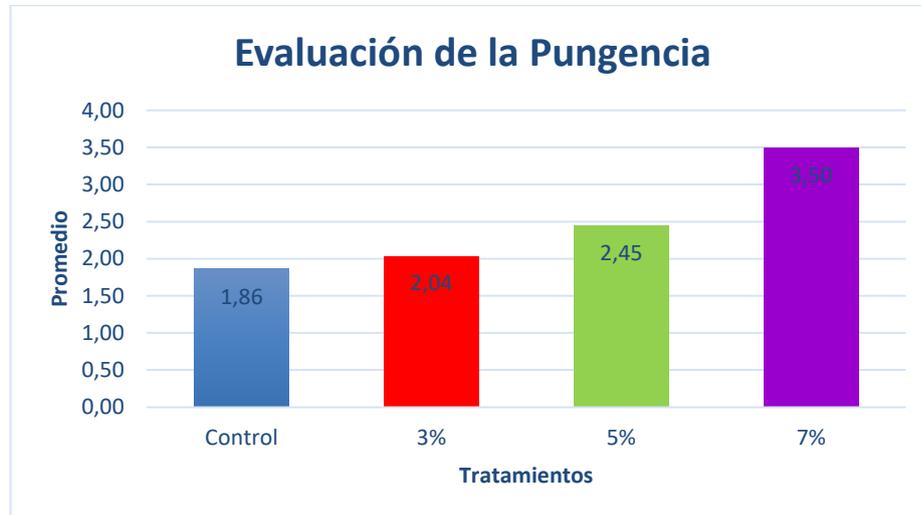
En la gráfica 10, se observa que el nivel de aceptación de la textura se encuentra entre valores de 4,02 y 4,24. El tratamiento de mayor aceptación fue tratamiento control, seguido por el tratamiento al 3%, después el tratamiento al 5% y finalmente, el tratamiento al 7% de ají escabeche, sin embargo, no se observan fluctuaciones grandes entre los tratamientos.



Gráfica 11. Evaluación del aspecto de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 11, se observa que el nivel de aceptación del aspecto se encuentra entre valores de 3,8 y 3,96. El tratamiento de menor aceptación fue el tratamiento al 3% de ají escabeche, seguido por el tratamiento control, el tratamiento al 5% y finalmente, el tratamiento al 7%, siendo este último al tratamiento de mayor aceptación.



Gráfica 12. Evaluación de la pungencia de los diferentes tratamientos

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 12, se observa que el nivel de aceptación de la pungencia, se encuentra comprendido entre valores de 1,86 y 3.5. Como era de esperarse el tratamiento control obtuvo la menor calificación seguida por el tratamiento al 3%, %5 y 7% de ají escabeche. La máxima calificación obtenida por el tratamiento al 7% fue de 3.5, este valor indica que los encuestados piensan que la sensación de pungencia es alta. Sin embargo, este parámetro depende de la sensibilidad y los hábitos de consumo de los catadores.



4. CONCLUSIONES

- Mediante el presente proyecto de investigación se pudo determinar el efecto antioxidante del ají escabeche sobre las grasas del chorizo ahumado, dado que conforme aumentó la concentración de ají escabeche también aumentó la estabilidad a la oxidación de las grasas del tratamiento correspondiente.
- El tratamiento elaborado con ají escabeche al 3% presentó la menor estabilidad a la oxidación de las grasas, al alcanzar los valores más altos de índice de peróxidos y una pronta declinación del mismo, lo que representa la descomposición de los peróxidos y la formación de compuestos con olores y sabores rancios, resultado que se vio reflejado en las propiedades organolépticas a partir del día 25. El tratamiento al 5% y 7% presentaron comportamientos similares y excelentes resultados, al retardar el tiempo de oxidación de las grasas y no presentar deterioro en las propiedades organolépticas en el período de análisis.
- El factor limitante para determinar el tiempo de vida útil de los diferentes tratamiento, fueron los resultados de las fichas de estabilidad, dado que aunque se observó un incremento de la población microbiana con el aumento de la concentración del ají escabeche, los cuatro tratamientos cumplieron con los requisitos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 1338:2012 para productos cárnicos cocidos. Entonces el tratamiento al 3% obtuvo un tiempo de vida útil de 21 días, al presentar olores y sabores rancios a partir del día 25, mientras que para los tratamientos al 5%, 7% y control se estableció un tiempo de vida útil de 30 días al no presentar olores y sabores rancios en el período de análisis.
- La adición de ají escabeche a los diferentes tratamiento, no modificó la dureza del producto, sin embargo, el color, olor, sabor y el aspecto sí. El ají escabeche proporciono una mejor coloración y aroma a los tratamiento conforme aumentó su concentración.
- El análisis bromatológico del chorizo, permitió establecer el cumplimiento de los tratamientos con las especificaciones dispuestas por la NTE INEN 1338:2012 y clasificarlos como un producto cárnico Tipo II.



- A la hora de determinar la concentración ideal de ají escabeche, el análisis de aceptación por parte de los consumidores representó el factor decisivo. En primer lugar, el tratamiento al 3% de ají escabeche fue descartado al presentar la menor estabilidad a la oxidación. Entonces, se determinó que la concentración ideal a usar fue el tratamiento al 5%, por presentar la mayor calificación de sabor y un valor aceptable en cuanto a la pungencia. El tratamiento al 7% presentó la mayor estabilidad de las grasas, mayor aceptación del color, pero fue descartado al existir una mayor percepción del ají, la cual no fue del agrado de los consumidores, ya que recibió la menor puntuación en el sabor y se calificó con un valor alto de picante.
- La presente investigación logró utilizar el ají escabeche como reemplazo total a un antioxidante sintético (eritorbato de sodio), pudiendo así ofrecer al consumir productos más sanos y competir con los productos del mercado.
- El reemplazo de ají escabeche como antioxidante natural aportó propiedades organolépticas especiales, sin embargo, solo se pueden añadir a elaborados cárnicos en los que se utiliza pimientos en su formulación, como en el chorizo y pasteles de legumbres.



5. RECOMENDACIONES

- Preferir el consumo de productos cárnicos elaborados con antioxidantes naturales.
- Se recomienda continuar las investigaciones con el fin de encontrar nuevas fuentes de antioxidantes naturales para otros tipos de embutidos.
- Hacer el análisis de costos para determinar qué tan viable resulta ser el lanzamiento de estos productos a la venta.
- Controlar los puntos críticos de la elaboración del chorizo, pues de ellos depende en gran parte la calidad del producto final.
- Se recomienda formular los diferentes tratamientos equilibrando el conservante con la cantidad de ají escabeche adicionado para generar la misma carga microbiana en todos los tratamientos.
- Se recomienda formular los diferentes tratamientos con colorante natural equilibrando el color que aporta el ají escabeche.



BIBLIOGRAFÍA

- ALNICOLSA del Perú S.C.A. (2011). *El ají escabeche o ají amarillo*. Disponible en:
<http://taninos.tripod.com/ajiescabeche.htm>
- Amerling, C. (2001). *TECNOLOGÍA DE LA CARNE*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Animales y plantas del Perú. (2014). *Ají - Capsicum baccatum*. Disponible en:
<https://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2014/07/aji-capsicum-baccatum.html>
- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., & Ventanas, J. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Eurocarne*, 207, 63-73.
- Astudillo Segovia, S. R. (2014). Utilización de aceites esenciales naturales como conservantes en la elaboración de salchichas de pollo. Cuenca. Tesis de Maestría. *Universidad Politécnica Salesiana*.
- Atmosferas Modificadas en Colombia . (García, Esther; Gago, Lara; Fernández, José). *Productos carnicos* . s.f.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4 ed.). México: Pearson Educación.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson.
- Barros, C. (2009). *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso* (2ed). Madrid, España: Vision Libros.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2005). *Código de practicas de higiene para la carne*.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2015). *Norma general para los aditivos alimentarios*.
- ESPAÑA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2014). *Chorizo*. MAPAMA.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2012). *Tocino*. MAPAMA.
- ESPAÑA. Universidad Zaragoza. (s.f.). Determinación del grado de oxidación lipídica. Planta piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.



- FEDERACIÓN DE DETALLISTAS DE LA CARNE. (2009). *Guía nutricional de la carne*. Madrid, España: Fedecarne.
- Fernández, P. (2011). Determinación del tamaño muestral. *Cad Aten Primaria*, 3, 138-141.
- Garrido Pertierra, a., Teijón Rivero, J. M., Blanco Gaitán, D., Villaverde Gutiérrez, C., Mendoza Oltras, C., & Ramírez, J. (2006). *Fundamentos de bioquímica estructural* (2 ed.). Madrid: TÉBAR.
- Graciani, E. (2006). *Los aceites y las grasas: composición y propiedades*. Sevilla, España: A. MADRID VICENTE.
- Gutierrez, J. (2000). *Ciencia bromatológica : principios generales de los alimentos*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Herrera, C., Bolaños, N., & Lutz, G. (2003). *Química de alimentos : Manual de laboratorio*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Iglesias Neira, J. (2009). Diseño de ingredientes antioxidantes de origen natural y su aplicación en la estabilidad de productos derivados de la pesca. Tesis Doctoral (Doctor en Química). *Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Química. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología*.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN . (1985). *NTE INEN 0778: Carne y productos cárnicos. Determinación de la grasa total*.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1985). *NTE INEN 0777: Carne y productos cárnicos. Determinación de la pérdida por calentamiento* .
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1985). *NTE INEN 0783: Carne y productos cárnicos. Determinación del pH*.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2011). *NTE INEN 1334-2: Rotulado de productos alimeticios para consumo humano. Parte 2. Rotualdo nutricional. Requisitos*. Quito.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2012). *NTE INEN 1217. Carne y productos cárnicos. Definiciones*. Quito.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. (2012). *NTE INEN 1338. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos*. Quito.

Jeantet, R., Croguennec, T., Scruck, P., & Brulé, G. (2013). *Ciencia de los alimentos: Bioquímica - Microbiología - Procesos - Productos* (Vol. 1). Zaragoza, España: ACRIBIA.

Jimenez, F., & Carballo, J. (s.f.). *Principios básicos de elaboración de embutidos*. Madrid: Ministerio de agricultura pesca y alimentación.

Laboratorio de alimentos I, Departamento de alimentos y biotecnología, Facultad de Química, UNAM. (2008). *Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos*.

Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M. d., & Fernández, J. (1999). *Control e higiene de los alimentos*. Madrid. España: McGrall Hill.

Libreros, D., van Zonneveld, M., Petz, M. M., Ríos, L., Peña, K., Amaya, K., & Ramírez, M. (2013). *Catálogo de ajíes (Capsicum spp.) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA - Perú*. Cali, Colombia : Biodiversity International.

Lopez, M. E. (2011). *Elaboración de curados y salazones cárnicos*. Antequera, España: INNOVA.

Madrid, V. (2014). *La carne y los productos cárnicos : ciencia y tecnología*. Madrid, España: AMV.

Maestro Durán, R., & Borja Padilla, R. (1993). Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grasas y Aceites*.

McMurry, J. (2008). *Química Orgánica* (7 ed.). México: Cengage Learning.

Menezes, F., Gennari, M., & Augusto, O. (2007). Antioxidantes dietéticos: Controversias y perspectivas . *Química Nova*, 446.

MÉXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN. (s.f.). *Elaboración de productos cárnicos*. SAGARPA.

Moreira, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de Composición de alimentos* : Pirámide.



- Nielsen, S. (2009). *Análisis de los Alimentos* (3 ed.). Zaragoza, España: ACRIBIA.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2012). *grasas y ácidos grasos en la nutrición humana : consulta de expertos*. Granda, España: FAO y FINUT.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. (2014). *Procesado de carnes* . FAO.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2015). *Composición de la carne*. FAO.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). (2017). *Aditivos alimentarios*.
- Palou Oliver, A., Picó Segura, C., Monet Piña, M. L., Serra Vich, F., Oliver Vara, P., & Rodríguez Guerrero, A. M. (2008). *Las grasas en la alimentación funcional*. España: Unilever España.
- Peña Díaz, A., Arroyo Begovich, Á., Gomez Puyou, A., & Ricardo, T. (2004). *BIOQUÍMICA*. México, D.F.: LIMUSA Noriega.
- Ramalho, C., & Neuza, J. (2006). Antioxidantes utilizados en aceites, grasas y alimentos grasos. *Scielo*.
- Ramírez, R. (2006). *Tecnología de Cárnicos*. Bogotá, Colombia: UNAD.
- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO . (2014). *RTE INEN 022 (1R): Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados*.
- Reyes, M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (8 ed.). Instituto Nacional de Salud.
- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Barcelona, España: Edicions Universitat de Barcelona.
- Segundo, N., & Bague, A. J. (2011). *Los alimentos funcionales: Una oportunidad para una mejor salud*. Madrid, España: A. MADRID VICENTE.
- Serra, H., & Cafaro, T. (2011). Ácido ascórbico. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*.
- Tovar, A. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos*. Bogotá, Colombia: CAB.



Valenzuela, C., & Pérez, P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 188-195.

Venegas, O., & Pérez, D. (2009). Determinación de rancidez en carne. *Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia* .

Zimmer, A. R., Leonardi, B., Miron, D., Schapoval, E., Oliveira, J., & Gosmann, G. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: from traditional use to scientific approach. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(1), 228-233.



ANEXOS

Anexo 1. Ficha de catación de chorizo ahumado

El objetivo de la presente encuesta es analizar la aceptabilidad del uso de ají escabeche como antioxidantes naturales en chorizo ahumado a través de la evaluación de sus propiedades organolépticas. Su opinión es importante para el desarrollo del presente proyecto de investigación, por lo cual se requiere leer detenidamente el siguiente cuestionario.

Datos personales:

Edad: ___ ___

Sexo F M

1. Prefiere embutidos con: (Marque con una X)

Aditivos sintéticos Aditivos naturales

2. Califique las muestras considerando la siguiente escala de puntuación:

1: Muy malo 2: Malo 3: Normal 4: Bueno 5: Excelente

Muestra A					
Propiedad	Calificación				
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aspecto	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5

Muestra B					
Propiedad	Calificación				
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aspecto	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5

Muestra C					
Propiedad	Calificación				
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aspecto	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5

Muestra D					
Propiedad	Calificación				
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aspecto	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5



3. Califique las muestras de acuerdo a la siguiente escala de pungencia (sensación de picante):

1: Nada 2: Poco 3: Medio 4 Mucho

Muestra	Calificación			
A	1	2	3	4
B	1	2	3	4
C	1	2	3	4
D	1	2	3	4

4. Señale el producto que más le gustó:

A	B	C	D
---	---	---	---

¿Por qué?:

5. Señale el producto que menos le gustó:

A	B	C	D
---	---	---	---

¿Por qué?:

6. Estaría dispuesto a comprar chorizo ahumado con antioxidantes naturales:

Si

NO

¿Por qué?:

OBSERVACIONES:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN ☺

Anexo 2. Etiqueta del chorizo ahumado

ALTO en GRASA

ALTO en SAL

BAJO en AZÚCAR

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción:	1 chorizo:	60g
Porciones por envase	6 unidades	
Cantidad por porción		
Energía Total:	155 Kcal (649 KJ)	
%Valor Diario*		
Grasa Total	13.35 g	20.5
Proteína	5.86 g	11.7
Carbohidratos	3.05 g	1.0
Sodio	448.59 mg	

* Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380KJ)

Ingredientes: carne de cerdo, carne de res, grasa de cerdo, ají escabeche, retenedores de humedad, aditivos, condimentos.
Manténgase refrigerado de 0 a 4 °C
Tiempo máximo de consumo 30 días.
Según Norma INEN 1338.
Cuenca-Ecuador



TIPO II

CHORIZO

ECUAEMBUTIDOS



PESO NETO
240 g

Anexo 3. Ají escabeche



**Anexo 4. Análisis Económico del chorizo**

Ingredientes	Tratamiento	3%	5%	7%
	control	Ají escabeche	Ají escabeche	Ají escabeche
	\$	\$	\$	\$
Carne de res	2,20	2,20	2,20	2,20
Carne de cerdo	2,95	2,95	2,95	2,95
Grasa de cerdo	1,65	1,65	1,65	1,65
Retenedores				
humedad	0,71	0,71	0,71	0,71
Agua	0,25	0,25	0,25	0,25
Ají escabeche	0,00	0,30	0,50	0,70
Eritorbato de				
sodio	0,03	0,00	0,00	0,00
Aditivos	0,35	0,35	0,35	0,35
Condimentos	0,26	0,26	0,26	0,26
Tripa celulosa	0,55	0,55	0,55	0,55
Total/2,2 kg	\$8,94	\$9,21	\$9,41	\$9,61



Anexo 5. Análisis microbiológico



Análisis de alimentos, aguas y suelos



Acreditación N° SAE-LEN-16-018
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

Informe N°: MSV-IE 33017
Orden de ingreso: OI-228-17

CLIENTE: Paola Carrión	LOTE: N/A
DIRECCIÓN: Totoracocho	FECHA DE RECEPCIÓN: 22/06/2017
IDENTIFICACION: Chorrizo Cocido E3	FECHA DE ANALISIS: 23/06/2017-25/06/2017
PROCEDECENCIA: Laboratorio de Carnicos de la Universidad de Cuenca	FECHA DE ENTREGA: 27/06/2017
TIPO DE MUESTRA: Alimento	FECHA DE ELAB/TOMA: 21/06/2017
CODIGO DE LA MUESTRA: 17228	FECHA DE CAD: 21/07/2017
TIPO DE ENVASE: Funda de Polietileno	FORMA DE CONSERVACION: Refrigeración
	MUESTREO: Por el cliente

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO NORMA NTE INEN 1338:2012	
				m	M
AEROBIOS MESOFILOS	PEMSVMB01 BAM CAP 03	UFC/g	2.0x10 ¹	5.0x10 ⁵	1.0x10 ⁷

1CONCLUSION: El producto analizado **CUMPLE** con los criterios microbiológicos de acuerdo a la norma NTE INEN 1338:2012 Carne y Productos cárnicos. Productos Cárnicos Crudos, Productos Cárnicos curados-Maduros y productos Cárnicos Precocidos -Cocidos . Requisitos. Punto 6.1. Requisitos Específicos. Tabla 10. Requisitos microbiológicos para productps cárnicos cocidos.

Dra. Sandra Guaraca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO

1 Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación SAE.

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.