

UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS - VENEZUELA



EFFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PROVENIENTES DE LA
TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN UNA CONSERVA CÁRNICA TIPO
JAMÓN ENDIABLADO.

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroindustrial

Br. Jesus Castro C.I. V- 27.890.049
Br. Jehinsson Castillo C.I. V- 28.364.474
Tutor: MSc. Ing. José Alejandro Ramos

ENERO, 2024.



**ACTA DE VEREDICTO FINAL DEL JURADO EXAMINADOR DEL
TRABAJO DE GRADO (ART. 29 DE LA NORMATIVA)**

Hoy 25 de enero del dos mil veinticuatro, siendo las 12:00 pm., reunidos en el aula C del Programa Ciencias del Agro y del Mar de la UNELLEZ VIPI; los profesores (a) José Alejandro Ramos C.I. 10.623.612, Gámez Villazana Jordy C.I. 14.521.492 y Flores Morales Anni C.I. 14.948.200, Tutor (a) y Jurados designados por la Comisión Asesora del Programa Ciencias del Agro y del Mar en Resolución CAPCAM N° 2024/025, Fecha: 18/01/2024; Acta N°: 421 EXTRAORDINARIA; PUNTO N°: 06, para evaluar la presentación oral y pública de la versión final del Trabajo de Grado titulado: "EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PROVENIENTES DE LA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN UNA CONSERVA CÁRNICA TIPO JAMÓN ENDIABLADO"; requisito final para optar al Título de Ingeniero (a) Agroindustrial realizado por los bachilleres Br. Jesús Castro C.I. 27.890.049 y Br. Jehinsson Castillo C.I. 28.364.474

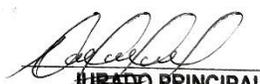
Durante la presentación, el Jurado Examinador verificó el cumplimiento de los Artículos 26 y 27 (literal b) de la Norma Transitoria del Trabajo de Grado para las Carreras de Ingeniería y Medicina Veterinaria del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de La UNELLEZ. Culminado el acto a las 12:45 pm, se deliberó para totalizar la Calificación Parcial (60%) (Documento y la Presentación), obteniéndose el siguiente resultado:

EXPOSITOR	NOTA OBTENIDA (1 - 5)
Br. Jesús Castro C.I. 27.890.049	4.90
Br. Jehinsson Castillo C.I. 28.364.474	4.90

Por el Jurado:


JURADO PRINCIPAL
14.521.492




JURADO PRINCIPAL

Prof. José Ramos

TUTOR-COORDINADOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y MAR
SAN CARLOS - VENEZUELA**

San Carlos, 19 de julio del 2023.

Ciudadanos:

Profesora: Patricia Rojas

Presidente y demás miembros de la Comisión Asesora del Programa de Ciencias del Agro y del Mar UNELLEZ San Carlos.

Presente.-

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Yo **Prof. José Alejandro Ramos**, cédula de identidad **Nº 10623612**, hago constar que he leído el Anteproyecto del Trabajo de Grado, titulado **“EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PROVENIENTES DE LA TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EN UNA CONSERVA CÁRNICA TIPO JAMÓN ENDIABLADO”** presentado por los bachilleres **Jesús Castro**, titular de la Cédula de Identidad **Nº 27.890.049** y **Jehinsson Castillo**, titular de la Cédula de Identidad **Nº 28.364.474** para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, del Programa Ciencias del Agro y del Mar y acepto asesorar al estudiante, en calidad de tutor, durante el periodo de desarrollo del trabajo hasta su presentación y evaluación.

En la ciudad de San Carlos, a los 19 días del mes de julio del año 2023.

Prof. José A. Ramos

C.I. Nº 10623612



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y MAR
SAN CARLOS - VENEZUELA**

San Carlos, 17 de enero del 2024.

Ciudadanos:

Profesora: Patricia Rojas

Presidente y demás miembros de la Comisión Asesora del Programa de Ciencias del Agro y del Mar UNELLEZ San Carlos.

Presente.-

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo **Prof. José Alejandro Ramos**, cédula de identidad **Nº 10623612**, hago constar que he leído el Trabajo de Grado, titulado **“EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PROVENIENTES DE LA TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EN UNA CONSERVA CÁRNICA TIPO JAMÓN ENDIABLADO”** presentado por los bachilleres **Jesús Castro**, titular de la Cédula de Identidad **Nº 27.890.049** y **Jehinsson Castillo**, titular de la Cédula de Identidad **Nº 28.364.474** para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, del Programa Ciencias del Agro y del Mar , y cumple con los requisitos para su presentación y evaluación.

En la ciudad de San Carlos, a los 17 días del mes de enero del año 2024.

Prof. José A. Ramos

C.I. Nº 10623612

DEDICATORIA.

A mis queridos padres, Amelia Escalona y Enrique Castro, les dedico este trabajo de investigación. Su apoyo, esfuerzo y amor incondicional han sido el faro que ha iluminado mi camino a lo largo de mi carrera y mi vida. Gracias por ser el pilar que me ha sostenido en los momentos difíciles.

Nuevamente a ti, mamá, quiero expresarte mi profundo agradecimiento. Con gran esfuerzo y sacrificio, me has brindado todos los recursos necesarios para avanzar en esta travesía académica. Aunque no estés presente físicamente, siempre te llevaré en mi corazón con un amor inmenso. Te amo, mamá.

A mis tías Arelis Escalona y Nelly Castro, les agradezco de todo corazón por su apoyo incondicional y por alentarme a seguir adelante en cada paso de este camino.

A mis abuelas, Petra Guerra y Martha Castro, les dedico este trabajo con profunda gratitud. Su apoyo y sus palabras alentadoras han sido una fuente de fortaleza en los momentos de duda. También quiero rendir homenaje a mis abuelos, quienes, aunque no están físicamente presentes, siguen siendo fundamentales en mi formación como persona.

Este proyecto de investigación es un tributo a todos ustedes, quienes han sido mis pilares y mi motivación. Con cariño y agradecimiento eterno.

Jesús Castro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), por brindarme la oportunidad de crecer académicamente y por ofrecerme un ambiente propicio para el desarrollo de este trabajo.

Agradezco sinceramente a mi profesor y tutor, Alejandro Ramos, por impartir sus valiosos conocimientos, por su dedicación y orientación experta a lo largo de este proyecto de investigación. Sus enseñanzas han sido fundamentales en mi crecimiento académico y su apoyo constante ha sido un pilar en este proceso.

Quiero extender mi gratitud a mis profesores, Eduardo Pérez y Annabelle Arvelo, por su valiosa contribución a mi formación académica. Su dedicación a la enseñanza ha dejado una huella en mi camino académico, y estoy muy agradecido por ello.

A mis amigos, Wuilliam Herrera, Jehinsson Castillo, Oscar Fuenmayor y Janethvys Figueredo, les agradezco profundamente por ser grandes compañeros de estudio y por estar a mi lado durante esta travesía académica. Gracias por estar siempre a mi lado y por compartir este viaje de aprendizaje y crecimiento conmigo. Su presencia ha hecho que cada desafío sea más llevadero y cada logro sea más significativo.

Desde el inicio de mi carrera hasta el momento de realizar mi proyecto de investigación, ha sido un viaje lleno de aprendizaje y crecimiento, y no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mi familia, la guía experta de mis profesores y el respaldo de mis amigos. Agradezco profundamente a todos los que han contribuido a este logro. Con gratitud y emoción, dedico este trabajo a quienes creyeron en mí.

Jesús Castro.

DEDICATORIA

Primero que nada, agradecer a Dios, por ser mi guía y ayudarme a salir adelante dándome fortaleza y fe además de su infinita bondad y amor. A mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi vida, las personas que me han animado en los momentos que he decaído dándome consejos y ayudándome a seguir adelante, les dedico este trabajo el cual es el último para lograr la meta de ser Ingeniero Agroindustrial, una meta que es fruto de su gran esfuerzo por depositar tanta fe, amor y confianza en mí, estoy orgulloso y agradezco a dios por los excelentes y padres que me otorgo, en especial mi madre, la persona que siempre estuvo ahí para mí dándome su infinito amor, cariño y comprensión sin importar la circunstancia, su gran anhelo era verme graduado y así será, aunque no estarás físicamente lo harás en mi corazón en el cual te llevare y me acompañaras por el resto de mi vida y seguirás estando por siempre, TE AMO MAMA. A mis hermanos, los cuales influyeron mucho en mi educación, ayudándome a seguir por el buen camino y ser una persona de bien con metas y sueños, por brindarme su apoyo en el momento que más los necesite por sus palabras de aliento y motivación.

Jehinsson Castillo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero que nada a mi querida UNELLEZ, la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, por pretermirme ser uno de sus estudiantes, dándome la oportunidad de crecer académicamente y formarme con una educación de calidad para ser un ingeniero agroindustrial con valores éticos y morales.

A mi tutor y querido profesor Alejandro Ramos, el cual me ha brindado su apoyo y conocimiento académico para el desarrollo de este trabajo, agradezco por su orientación y aprendizajes que he obtenido, el cual me ha ayudado y ha contribuido a ser un mejor profesional en la materia de granos y semillas área en el cual estoy laborando actualmente teniendo un gran desempeño.

A mis compañeros de clase con los cuales compartí muchos momentos felices y con los cuales estuve durante este trayecto de mi vida, en especial a mi amigo Jesús Castro, Oscar Fuenmayor, Wuilliam Herrera y Dayri Riera con los cuales formé equipos de trabajo durante todo este camino, y me ayudaron a seguir adelante.

Jehinsson Castillo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
I.1. EL PROBLEMA.....	3
I.1.1. Planteamiento del problema	3
I.1.2. Objetivos de la investigación.....	8
I.1.2.1. Objetivo general.....	8
I.1.2.2. Objetivos específicos	8
I.1.3. Justificación de la investigación	9
I.1.3.1. Aspecto social	12
I.1.3.2. Aspecto económico.....	12
I.1.3.3. Aspecto científico	13
I.1.3.4. Aspecto educativo.....	13
I.1.3.5. Aspecto cultural	13
I.1.4. Alcances y limitaciones	14
I.1.4.1. Alcances.....	14
I.1.4.2. Limitaciones.....	14
I.1.5. Ubicación geográfica	15
I.1.6. Institución, Investigador (es), Asesor Metodológico y Tutor Académico.....	15
CAPÍTULO II	16
II.1. MARCO TEÓRICO	16
II.1.1. Antecedentes de la investigación.....	16

II.1.1.2. Tecnologia de produção de conserva de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i> , linnaeus, 1758 - linhagem chitralada)	16
II.1.1.3. Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>).....	17
II.1.1.4. Desarrollo de formulación y procesamiento de conserva de tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>) preenvasada	18
II.1.2. Bases teóricas	20
II.1.2.1. Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	20
II.1.2.2. Anatomía de la tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	21
II.1.2.2.1. Morfología externa	23
II.1.2.2.2. Morfología interna.....	24
II.1.2.3. Composición proximal de la tilapia.....	25
II.1.2.4. Valor nutricional de la tilapia del Nilo	27
II.1.2.5 El cerdo (<i>Sus scrofa</i>)	27
II.1.2.6. Valor nutricional de la carne de cerdo.....	29
II.1.2.7. El jamón endiablado	30
II.1.2.8. Conserva alimentaria	31
II.1.2.9. Alimentos enlatados	33
II.1.2.10. Atributos de los alimentos enlatados.....	34
II.1.2.11. Conservación y procesamiento de alimentos enlatados por medio del calor.....	35
II.1.2.12. Tratamientos térmicos en alimentos enlatados.....	36
II.1.2.13. Principios básicos del procesamiento térmico de alimentos enlatados	37
II.1.2.13.1 Método de adición para el cálculo del valor de F.....	37

II.1.2.13.2. Concepto del valor de “D”	38
II.1.2.13.3. Concepto del valor de “F”	38
II.1.2.14. El Clostridium Botulinum	39
II.1.2.15. Ácidos grasos omega-3.....	40
II.1.2.16. Beneficios del omega-3	40
II.1.3. Definición de términos básicos	41
II.1.3.1. Curado	42
II.1.3.2. Solución curante	42
II.1.3.3. Formulación.....	42
II.1.3.4. Autoclave.....	42
II.1.3.5. Esterilización	42
II.1.3.6. Ingredientes	43
II.1.3.7. Aditivos	43
II.1.3.8. Microorganismos.....	43
II.1.3.9. Vida útil.....	43
II.1.3.10. Valor nutritivo	44
II.1.3.11. Las grasas	44
II.1.3.12. Las proteínas.....	45
II.1.4. Formulación del sistema de hipótesis.....	45
II.1.4.1. Hipótesis de investigación.....	45
II.1.4.2. Hipótesis operacional	45
II.1.4.3. Hipótesis estadística	46
II.1.5. Formulación del sistema de variables	46
II.1.5.1. Variables independientes de la matriz de diseño.....	46

II.1.6. Operacionalización de las variables	47
CAPITULO III	48
III.1. MARCO METODOLÓGICO	48
III.1.1 Tipo de investigación	48
III.1.2. Población y muestra	48
III.1.2.1. Población.....	48
III.1.2.2. Muestra.....	48
III.1.3. Diseño de la investigación	49
III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos.....	49
III.1.3.2. Materiales y métodos	49
III.1.3.2.1. Materiales	49
III.1.3.2.1.1. Equipos e instrumentos.	50
III.1.3.2.2. Métodos.....	51
III.1.3.3. Técnica de recolección de datos.....	62
III.1.3.3.1. Técnica de recolección de datos para la caracterización física y química del enlatado cárnico tipo jamón endiablado.....	62
III.1.3.4. Técnica de recolección de datos para el diseño estadístico.....	65
III.1.3.5. Técnica de recolección de datos para la evaluación sensorial del producto cárnico tipo jamón endiablado	65
III.1.3.6. Técnica de análisis de datos	66
CAPITULO IV	67
IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
IV.1.1. Resultados de la caracterización físicas y químicas de la materia en su estado natural: Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	67

IV.1.2. Optimizar el proceso tecnológico de obtención del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia.....	69
IV.1.3. Analizar las variables físicas y químicas que se proyecten como optimas del producto enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia, utilizando herramientas de software estadístico.	72
IV.1.3.1. Respuesta pH	73
IV.1.3.2. Respuesta ATT.....	74
IV.1.3.3. Respuesta Cenizas.....	75
IV.1.3.4. Respuesta Humedad.....	76
IV.1.3.5. Respuesta Potencial oxido reducción.....	77
IV.1.4. Evaluar los atributos sensoriales (olor, sabor, color, textura.) y la aceptación global del producto terminado a través de pruebas de comparación múltiples, con el fin de determinar su aceptabilidad entre los consumidores	79
IV.1.4.1 Atributo color.....	79
IV.1.4.2 Atributo olor	82
IV.1.4.3. Atributo sabor	84
IV.1.4.3. Atributo textura.....	86
IV.1.4.4. Aceptación global	88
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS	103

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.- Clasificación biológica de la especie.	21
Cuadro 2.- Composición proximal de la tilapia	26
Cuadro 3.- Contenido de minerales (mg/100g).....	26
Cuadro 4.- Taxonomía del cerdo (<i>Sus scrofa</i>)	28
Cuadro 5.- Matriz “D” de diseño con variables codificadas.	49
Cuadro 6.- Concentración de aditivos para la solución salina.	52
Cuadro 7.- Rangos de los factores experimentales de las pruebas pilotos.....	58
Cuadro 8.- Rangos y niveles de los factores de la investigación utilizados en el experimento final.	58
Cuadro 9.- Matriz de diseño con valores naturales en el experimento final de la conserva cárnica.	59
Cuadro 10.- Metodología para valorar los atributos sensoriales del producto terminado.	61
Cuadro 11.- Matriz de diseño experimental, de diseño completamente aleatorizado, con 3 unidades experimentales.	65
Cuadro 12.- Método para la recolección de datos para la evaluación sensorial	66
Cuadro 13. - Características físicas y químicas de la materia prima: Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).	67
Cuadro 14.- Formulación del producto final.....	70
Cuadro 15.- Análisis físicos y químicos del producto terminado	72
Cuadro 16.- Análisis de varianza para la respuesta pH.....	73
Cuadro 17.- Análisis de varianza para la respuesta ATT.....	74
Cuadro 18.- Análisis de varianza para la respuesta cenizas.....	75
Cuadro 19.- Análisis de varianza para la respuesta humedad.....	76
Cuadro 20.- Análisis de varianza para la respuesta ORP.....	77
Cuadro 21.- Test Kruskal-Wallis – Atributo color	79
Cuadro 22.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo color	80
Cuadro 23.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo color	81
Cuadro 24.- Test Kruskal-Wallis – Atributo olor	82

Cuadro 25.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo olor	82
Cuadro 26.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo olor	83
Cuadro 27.- Test Kruskall-Wallis – Atributo sabor	84
Cuadro 28.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo sabor	85
Cuadro 29.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo sabor	85
Cuadro 30.- Test Kruskall-Wallis – Atributo textura.....	86
Cuadro 31.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo textura	87
Cuadro 32.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo textura	88
Cuadro 33.- ANOVA - Análisis de la Varianza para la aceptación global.....	88
Cuadro 34.- Contraste múltiple de rango	89
Cuadro 35.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para aceptación global..	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Tilapia Áurea (<i>Oreochromis aureus</i>).	22
Figura 2.- Tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>).	22
Figura 3.- Tilapia del Mozambique (<i>Oreochromis mossambicus</i>).	23
Figura 4.- Morfología externa de la <i>Oreochromis niloticus</i>	24
Figura 5.- Morfología interna de la <i>Oreochromis niloticus</i>	25
Figura 6.- Cortes de la carne de porcino.	29
Figura 7.- Diagrama tecnológico para la obtención del pernil curado.	53
Figura 8.- Diagrama tecnológico para la obtención de pulpa de tilapia.	54
Figura 9.- Diagrama tecnológico para la obtención de la conserva cárnica tipo jamón endiablado.	57
Figura 10.- Gráfica de superficie de la variable respuesta pH	73
Figura 11.- Gráfica de superficie de la variable respuesta ATT	75
Figura 12.- Gráfica de superficie de la variable respuesta cenizas	76
Figura 13.- Gráfica de superficie de la variable respuesta humedad	77
Figura 14.- Gráfica de superficie de la variable respuesta POR	78
Figura 15.- Gráfico lineal de las variables respuestas	78
Figura 16.- Grafico de cajas y bigotes para atributo color	80
Figura 17.- Grafico de media para el atributo color	81
Figura 18.- Grafico de cajas y bigotes para atributo olor	82
Figura 19.- Grafico de medias para el atributo olor	83
Figura 20.- Grafico de cajas y bigotes para atributo sabor	84
Figura 21.- Grafico de medias para el atributo sabor	86
Figura 22.- Grafico de cajas y bigotes para atributo textura	87
Figura 23.- Grafico de medias para el atributo textura	88
Figura 24.- Grafico de medias para aceptación global	90

UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS - VENEZUELA



RESUMEN

Br. Jesus Castro C.I. V- 27.890.049

Br. Jehinsson Castillo C.I. V- 28.364.474

Tutor: MSc. Ing. José Alejandro Ramos

**EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PROVENIENTES DE LA
TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EN UNA CONSERVA CÁRNICA
TIPO JAMÓN ENDIABLADO**

El estudio destaca la importancia de investigar los efectos de los ácidos grasos omega-3 de la tilapia en una conserva cárnica tipo jamón endiabado. El objetivo principal es elaborar un producto cárnico que ofrezca los beneficios asociados al omega-3, mejorando la salud del consumidor y contribuyendo al avance en investigación y desarrollo tecnológico en la industria alimentaria. La metodología clave incluye diagramas de procesos detallados para la obtención de la pulpa de tilapia, la carne curada de cerdo y la realización del producto final, así como la recolección de análisis físico-químicos como pH, ORP, ATT, % humedad y % cenizas. El resultado más destacado es la optimización del proceso tecnológico para obtener un producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia. La conclusión significativa señala la optimización lograda en el tratamiento N°3, asegurando un producto de excelente calidad para el consumidor.

Palabras Clave: Tilapia, conserva, ácidos grasos, tratamiento térmico, esterilización, curado.

UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS - VENEZUELA



SUMMARY

Br. Jesus Castro C.I. V- 27.890.049

Br. Jehinsson Castillo C.I. V- 28.364.474

Tutor: MSc. Ing. José Alejandro Ramos

**EFFECT OF OMEGA-3 FATTY ACIDS FROM TILAPIA (*OREOCHROMIS*
NILOTICUS) IN A MEAT PRESERVE TYPE DEVILISH HAM**

The study highlights the importance of investigating the effects of omega-3 fatty acids from tilapia in a preserved meat type deviled ham. The main objective is to produce a meat product that offers the benefits associated with omega-3, improving consumer health and contributing to advances in research and technological development in the food industry. The key methodology includes detailed process diagrams for obtaining tilapia pulp, cured pork and making the final product, as well as collecting physical-chemical analyzes such as pH, ORP, ATT, % humidity and % ash . The most notable result is the optimization of the technological process to obtain a canned meat product enriched with tilapia omega-3. The significant conclusion points out the optimization achieved in treatment No. 3, ensuring a product of excellent quality for the consumer.

Keywords: Tilapia, preserves, fatty acids, heat treatment, sterilization, curing.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, se enfoca en el desarrollo de un producto cárnico enlatado tipo jamón endiablado, fortificado con los valiosos ácidos grasos omega-3 derivados de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Este enfoque combina elementos esenciales de la industria alimentaria para abordar desafíos nutricionales y de salud en Venezuela.

La *Oreochromis niloticus*, un pez de agua dulce originario de África, ha sido reconocida por su rápida tasa de crecimiento y su riqueza nutricional. No solo es una fuente de proteínas de alta calidad, sino que también aporta minerales esenciales y vitaminas que lo convierten en un alimento altamente nutritivo. Lo más destacado, es su contenido de ácidos grasos omega-3, específicamente el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Estos ácidos grasos poliinsaturados han demostrado ser beneficiosos para la salud cardiovascular y cognitiva, siendo ampliamente reconocidos por su capacidad para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, mantener niveles de colesterol saludables y mejorar la función cerebral.

En este contexto, la investigación propuesta busca explorar cómo la incorporación eficiente de omega-3 en productos cárnicos enlatados, como el jamón endiablado, puede ofrecer una solución viable para mejorar la salud de la población y reducir las enfermedades relacionadas con la dieta.

Además, la esterilización desempeña un papel fundamental en el procesamiento de alimentos enlatados al garantizar la seguridad nutricional y la conservación a largo plazo sin la necesidad de refrigeración. Por lo tanto, este estudio no solo abordará la adición de omega-3, sino también la tecnología de procesamiento y enlatado para preservar los beneficios nutricionales del producto final.

La baja ingesta de carne de pescado en Venezuela es una preocupación significativa que limita el acceso de la población a los beneficios nutricionales que ofrece este grupo de alimentos. En este sentido, esta investigación propone una solución innovadora que combina la familiaridad y practicidad de los productos

cárnicos con las propiedades nutricionales de la tilapia. De esta manera, se espera que el producto enlatado resultante no solo sea una opción más accesible y agradable, sino también una estrategia efectiva para promover una dieta más equilibrada y saludable.

Es importante destacar que esta investigación no solo se centra en el desarrollo del producto en sí, sino que también incluye un riguroso análisis tanto físico como químico para asegurar su calidad y seguridad nutricional. En consecuencia, los resultados obtenidos tendrán un valor significativo en el ámbito agroindustrial, ofreciendo información relevante sobre cómo enriquecer eficazmente los productos cárnicos enlatados con omega-3 y preservar sus beneficios para la salud.

CAPÍTULO 1

I.1. EL PROBLEMA

I.1.1. Planteamiento del problema

La *Oreochromis niloticus*, comúnmente conocida como tilapia del Nilo, es una especie de pez de agua dulce perteneciente a la familia Cichlidae. Originaria de África, específicamente de la cuenca del río Nilo, esta especie ha sido ampliamente introducida en diferentes partes del mundo debido a su rápido crecimiento, tolerancia a diversas condiciones ambientales y su valor como recurso alimenticio (Verdugo, 2012). En muchos países, la tilapia se ha convertido en una importante fuente de proteínas y nutrientes esenciales para la población.

La tilapia es un pez de hábitos omnívoros, lo que significa que se alimenta tanto de materia vegetal como de pequeños animales acuáticos. Esta característica dietética ha influido en la composición nutricional del pez y en su contenido de omega-3, especialmente de los ácidos grasos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA). Estos dos ácidos grasos poliinsaturados son conocidos por sus beneficios para la salud humana.

Desde el punto de vista nutricional, el pescado presenta diversas características deseables. Es fácilmente digerible y constituye una excelente fuente de proteínas. Además, contiene una variedad de minerales esenciales, como hierro, sodio, calcio, fósforo, potasio, entre otros, así como diversas vitaminas (Tapia y Benavides, 2008). Estas cualidades hacen del pescado un alimento altamente nutritivo y beneficioso para mantener una dieta equilibrada y saludable. Su aporte de proteínas de alta calidad y la presencia de minerales y vitaminas lo convierten en una opción valiosa para promover el bienestar general y el correcto funcionamiento del organismo.

Los ácidos grasos omega-3 se encuentran en alimentos como el pescado y la linaza, así como en suplementos dietéticos como el aceite de pescado. Los principales ácidos grasos omega-3 son el ácido alfa-linolénico (ALA), el ácido eicosapentaenoico

(EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). El ALA se encuentra principalmente en aceites vegetales como el de linaza, soja y canola, mientras que el DHA y el EPA se encuentran en pescados y mariscos. El ALA es un ácido graso esencial, lo que significa que el cuerpo no lo produce y debe obtenerse a través de la dieta. Aunque el organismo puede convertir algo de ALA en EPA y luego en DHA, esta conversión es limitada. En consecuencia, la vía más efectiva y realista para obtener estos ácidos grasos omega-3 es a través de la ingesta de alimentos o la consideración de suplementos dietéticos, siempre y cuando se consuman regularmente (National Institutes Of Health [NIH], 2022).

Numerosos estudios científicos han demostrado que el consumo regular de omega-3 puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, ayudar a mantener niveles de colesterol saludables, disminuir la presión arterial y promover una función cerebral óptima (NIH, ob cit.). Estos hallazgos resaltan la importancia de incorporar fuentes ricas en omega-3 en la dieta, como pescados, mariscos y aceites vegetales, para beneficiar la salud cardiovascular y cognitiva.

La situación de salud en Venezuela, ha sido objeto de preocupación debido al aumento de casos de hipertensión, colesterol alto y otras enfermedades relacionadas con la dieta. Un enfoque que busque mejorar la situación de salud de la población a través de la adición de omega-3 en los alimentos podría ser una estrategia prometedora. La incorporación de la *Oreochromis niloticus*, rica en omega-3, en un producto cárnico enlatado y esterilizado podría brindar una nueva alternativa alimenticia que contribuya a suplir las necesidades nutricionales de la población y, potencialmente, ayudar a reducir la incidencia de ciertas enfermedades crónicas (Castellanos y Rodríguez, 2015).

Además de la incorporación de la *Oreochromis niloticus* en productos enlatados como una estrategia nutricional, otro punto crucial en este trabajo de investigación es el proceso de esterilización del producto enlatado. Este proceso desempeña un papel fundamental al eliminar los microorganismos presentes en el producto, lo que garantiza una mayor durabilidad y conservación del mismo a lo largo del tiempo. La esterilización implica someter los alimentos poco ácidos o no ácidos, con un pH superior a 4,5, a altas temperaturas, generalmente por encima de 100°C, durante un

período adecuado para asegurar la completa erradicación de microorganismos y enzimas. Como resultado, los alimentos sometidos a este proceso pueden mantener su calidad y seguridad nutricional durante un período que a menudo supera el año (Baruffaldi y Oliveira, 1998).

El planteamiento del problema se enfoca en la influencia o efecto de los ácidos grasos omega-3 obtenidos de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una conserva cárnica similar al jamón endiablado, con el propósito de mejorar la salud de las personas en Venezuela aprovechando los beneficios del omega-3. Esta iniciativa busca crear una opción alimentaria accesible y enriquecida con nutrientes saludables, como el omega-3, con el fin de abordar carencias nutricionales y contribuir a la prevención de enfermedades relacionadas con la dieta. El estudio y desarrollo de este producto podrían tener un impacto positivo en la salud al ofrecer una alternativa nutricionalmente mejorada y adaptada a las necesidades de la población.

La incorporación del omega-3 en el producto cárnico enlatado también puede ser una estrategia de valor agregado para la industria alimenticia venezolana. Se considera que una dieta rica en ácidos grasos omega-3 es uno de los principales factores que contribuyen a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, disminuyendo la presión arterial y aumentando los niveles de colesterol HDL (colesterol "bueno") (Val, 2021). Al desarrollar un alimento funcional y enriquecido con nutrientes beneficiosos para la salud, se puede atraer a un segmento de consumidores que busca opciones más saludables y conscientes de su bienestar.

En este contexto, es importante destacar que Venezuela muestra una de las prevalencias más altas de hipertensión arterial en Latinoamérica, siendo una enfermedad crónica que afecta al 34,23% de la población en promedio, situándose entre las tasas más elevadas de toda la región (López, 2015). El consumo de omega-3 puede ofrecer beneficios significativos para la salud cardiovascular de la población venezolana, especialmente en el contexto de la alta prevalencia de hipertensión arterial. El omega-3 es un tipo de ácido graso esencial que se encuentra comúnmente en pescados como la tilapia y está asociado con una serie de efectos positivos en el sistema cardiovascular. Numerosos estudios han demostrado que el consumo regular de omega-

3 puede ayudar a reducir la presión arterial, disminuir los niveles de triglicéridos en sangre y disminuir el colesterol LDL (colesterol "malo") (NIH, ob cit.).

Dada la alta prevalencia de hipertensión arterial en Venezuela, promover el consumo de omega-3 a través de la incorporación de la tilapia en un producto cárnico enlatado podría representar una estrategia prometedora para abordar y controlar esta importante problemática de salud en el país, mejorando así la calidad de vida y el bienestar cardiovascular de la población.

Adicionalmente, es destacable mencionar que los ácidos grasos omega-3 ofrecen notables beneficios para la salud cerebral y la función cognitiva. Una abundante base de evidencia científica respalda la idea de que la incorporación regular de omega-3 en la dieta se correlaciona con mejoras en la memoria, el aprendizaje y otras capacidades cognitivas (Waitzberg y Garla, 2014).

Esta evidencia se complementa con investigaciones epidemiológicas y experimentales que respaldan la idea de que la inclusión de pescado y aceite de pescado en la alimentación, debido a su alto contenido de ácidos grasos EPA y DHA, puede tener un impacto positivo en la preservación de la función cognitiva y en la prevención de la enfermedad de Alzheimer (EA). De manera específica, se ha observado una asociación entre niveles más elevados de DHA y una reducción significativa del riesgo de demencia, con disminuciones del 65% en el riesgo de padecer demencia y del 60% en el riesgo de la enfermedad de Alzheimer. Además, una ingesta elevada de DHA en la dieta ha demostrado reducir el riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer en un 72% (Waitzberg y Garla, ob cit.). Estos hallazgos respaldan la importancia de incluir fuentes ricas en DHA, como el pescado y el aceite de pescado, en la alimentación para favorecer la salud cerebral y reducir el riesgo de enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer.

La creciente prevalencia de la enfermedad de Alzheimer y otras formas de demencia a nivel mundial y en Venezuela es motivo de preocupación para la salud pública. De acuerdo con el reporte de Alzheimer mundial de 2015, se estima que en ese año había aproximadamente 46 millones de personas diagnosticadas con demencia en todo el mundo, con 9,9 millones de casos nuevos reportados solo en ese año.

Además, se proyecta que este número podría aumentar significativamente, alcanzando los 131,5 millones de pacientes para el año 2050.

En el contexto venezolano, se calcula que alrededor de 130.000 adultos mayores, es decir, 7 de cada 10, sufren de esta patología. La incidencia de la enfermedad varía en diferentes regiones del país, siendo el estado Zulia el más afectado con un 12,13% de casos reportados, seguido por el estado Miranda con un 11,67%, y el Distrito Capital con un 9,91% (Fundación Alzheimer Venezolana, 2015). Además, se observa que el número de casos de demencia aumenta considerablemente con la edad, y Venezuela tuvo la mayor incidencia dentro del grupo de personas mayores de 80 años entre los países estudiados por el grupo 10/66 "Dementia Research Group" (Cuba, República Dominicana, Perú, México, China y Venezuela) (Prince *et al.*, 2012).

Un aspecto adicional en la problemática se relaciona con el bajo consumo de pescados en el país. En este sentido, la incorporación de la tilapia en un producto cárnico enlatado podría presentarse como una alternativa en el mercado que incentive a la población a aumentar su ingesta de pescado. Además, la baja frecuencia de consumo de pescado en la dieta de los venezolanos puede limitar el acceso a los beneficios nutricionales que ofrece este alimento, incluyendo el contenido de omega-3 y otros nutrientes esenciales para la salud.

Por otro lado, el análisis de los datos recopilados entre los años 2014 y 2017 en la población venezolana reveló una marcada diferencia entre el consumo per cápita de carne y pescado. Según un estudio realizado por Zambrano y Santiago en 2018, se observó que el consumo promedio de carne superaba en un 82.78% al consumo de pescado, evidenciando una preferencia significativa por la carne en la dieta de los venezolanos durante este período. Esta situación plantea una problemática relevante en cuanto a la baja ingesta de pescado en la alimentación de la población, lo cual podría estar limitando el acceso a los beneficios nutricionales y de salud asociados con el consumo regular de pescado, especialmente en lo que respecta al aporte de ácidos grasos omega-3.

Es importante destacar que diversos estudios han demostrado que una dieta rica en omega-3, como el que se encuentra en el pescado, puede tener efectos positivos en

la salud cardiovascular, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y otras afecciones relacionadas. Ante esta problemática, se hace necesario buscar alternativas que permitan aumentar la ingesta de pescado en la dieta de la población venezolana de manera accesible y conveniente. En este contexto, una de estas alternativas podría ser la incorporación de la tilapia para enriquecer un producto cárnico con los aceites grasos omega-3, ya que la tilapia es una especie de pescado ampliamente cultivada en Venezuela y es conocida por su contenido beneficioso de omega-3.

En este sentido, la incorporación de la tilapia para enriquecer un producto cárnico con los aceites grasos omega-3 representa una solución prometedora para abordar el desafío del bajo consumo de pescado en la dieta de la población venezolana. Esta estrategia no solo puede contribuir a mejorar la salud cardiovascular y nutricional de los ciudadanos, sino que también podría impulsar la industria pesquera y la producción de tilapia en el país, generando beneficios económicos y sociales. Es esencial promover la conciencia sobre los beneficios de esta alternativa alimentaria y trabajar en colaboración con la industria y el gobierno para hacerla accesible y atractiva para todos los venezolanos, contribuyendo así a una población más saludable y nutrida en el futuro.

I.1.2. Objetivos de la investigación

I.1.2.1. Objetivo general

- Efecto de los ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una conserva cárnica tipo jamón endiablado.

I.1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y químicas de la materia en su estado natural: Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

- Optimizar el proceso tecnológico de obtención del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia.
- Analizar las variables físicas y químicas que se proyecten como óptimas del producto enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia, utilizando herramientas de software estadístico.
- Evaluar los atributos sensoriales (olor, sabor, color, textura.) y la aceptación global del producto terminado a través de pruebas de comparación múltiples, con el fin de determinar su aceptabilidad entre los consumidores.

I.1.3. Justificación de la investigación

La justificación de esta investigación se fundamenta en la consideración de tres aspectos esenciales que resaltan la importancia y el impacto potencial de la investigación propuesta, centrada en el efecto de los ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una conserva cárnica tipo jamón endiablado. Estos aspectos abarcan la mejora de la calidad de vida de la población, el aprovechamiento de recursos pesqueros y acuícolas locales para promover la seguridad alimentaria, y la contribución al avance en investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la industria alimentaria.

El primer aspecto a considerar es el potencial para mejorar la calidad de vida de la población. El consumo regular de omega-3 ha demostrado estar relacionado con una mejor salud cardiovascular, cerebral y general (Mayo Clinic, 2023). Numerosos estudios científicos han evidenciado los beneficios de los ácidos grasos omega-3, especialmente el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), en la prevención y el manejo de enfermedades crónicas. En particular, se ha comprobado que el omega-3 contribuye a reducir los niveles de triglicéridos en la sangre, disminuir la presión arterial, mejorar la función cognitiva y la salud cerebral, y reducir la inflamación en el cuerpo (NIH, ob cit.). Al incorporar la tilapia del Nilo, rica en omega-3, en un producto cárnico enlatado, se proporcionaría a la población

venezolana una opción alimenticia que puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar su bienestar general.

La incorporación de la *Oreochromis niloticus* en los enlatados cárnicos podría brindar una serie de ventajas tanto desde el punto de vista nutricional como económico. En primer lugar, el contenido de omega-3 de la tilapia enriquecería significativamente el perfil nutricional de los productos cárnicos enlatados. El omega-3 es ampliamente reconocido por sus beneficios en la salud cardiovascular, incluyendo la reducción de los niveles de triglicéridos en la sangre, la disminución de la presión arterial y la prevención de la formación de coágulos sanguíneos. Además de proporcionar energía al organismo en forma de calorías, los omega-3 desempeñan numerosas funciones en el corazón, los vasos sanguíneos, los pulmones, el sistema inmunitario y el sistema endocrino (la red de glándulas productoras de hormonas) (NIH, ob cit.). Su inclusión en estos productos podría ser una estrategia efectiva para abordar los problemas de hipertensión y colesterol alto que afectan a la población venezolana.

Además, el consumo regular de omega-3 también se ha asociado con beneficios para la salud cerebral, como la mejora de la función cognitiva y la reducción del riesgo de enfermedades neurodegenerativas (NIH, ob cit.). Estos aspectos podrían ser especialmente relevantes en el contexto de la salud pública en Venezuela, donde el bienestar cognitivo y la prevención de enfermedades crónicas son prioridades importantes.

El segundo aspecto relevante en la justificación es el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas locales para promover la seguridad alimentaria. La tilapia del Nilo es una especie de pescado que ha demostrado ser adaptable a diferentes condiciones de crianza y se cultiva ampliamente en Venezuela.

Además de mejorar las condiciones de salud de la población venezolana, la creación de un producto cárnico enlatado tipo jamón endiablado enriquecido con omega-3 proveniente de la tilapia también podría tener un impacto positivo en el sector pesquero y acuícola del país. Los alimentos de origen animal enriquecidos con algas, harinas de pescado o aceites de pescado incrementan las concentraciones de EPA y DHA en los tejidos (por ej. músculo y yema de huevo) (Kris-Etherton *et al.*, 2000). La

tilapia del Nilo es un recurso pesquero importante y su cultivo en acuicultura se ha ido expandiendo en Venezuela y en otras regiones del mundo debido a su rápido crecimiento y versatilidad. El 85% de las capturas en aguas continentales están dominadas por cuatro grandes grupos de especies. Entre ellos, las "tilapias y otros cíclidos" forman el segundo grupo más importante, manteniendo una producción constante entre 700,000 y 850,000 toneladas anuales (The Food and Agriculture Organization [FAO], 2020).

Al fomentar el uso de la tilapia como materia prima para la producción de alimentos enlatados, se podría aumentar la demanda de esta especie, lo que a su vez podría incentivar a los productores y acuicultores locales a incrementar su producción y mejorar sus prácticas de cultivo.

Venezuela cuenta con un potencial sumamente elevado para el desarrollo de actividades acuícolas, gracias a una serie de factores que favorecen esta industria de manera significativa. Su envidiable ubicación geográfica le otorga ventajas competitivas para la comercialización internacional de los productos acuícolas, superando a nuestros países vecinos en términos de oportunidades y éxito en el mercado (Robaina, 2022).

El tercer aspecto clave en la justificación es la contribución a la investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la industria alimentaria. La optimización del proceso tecnológico para obtener el producto cárnico enlatado tipo jamón endiabado enriquecido con omega-3 representa un desafío científico y técnico significativo.

El enlatado de alimentos es un proceso de conservación que ha demostrado ser beneficioso para los alimentos, ya que permite prolongar significativamente su vida útil sin comprometer su calidad nutricional (Valdivia, 2019).

Este proceso requerirá la identificación de las mejores condiciones de adición de omega-3, el procesamiento adecuado de la tilapia para preservar sus nutrientes, y el desarrollo de métodos de enlatado que garanticen la estabilidad y calidad del producto final. Al abordar estos aspectos, la Investigación contribuirá al avance del conocimiento en la formulación de alimentos funcionales y enriquecidos, así como en la tecnología de procesamiento de productos cárnicos enlatados.

Concisamente, este proyecto se justifica por la relevancia de su enfoque en mejorar la calidad de vida de la población mediante un producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia. Además, el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas locales para promover la seguridad alimentaria y la contribución al avance en investigación y desarrollo tecnológico en la industria alimentaria añaden valor y trascendencia a la investigación propuesta.

I.1.3.1. Aspecto social

El aspecto social de esta investigación se centra en el impacto positivo que puede tener en la salud y bienestar de la población venezolana. La alta incidencia de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y otras afecciones relacionadas con la dieta ha generado una preocupación en la sociedad. Al desarrollar un enlatado enriquecido con omega-3, se brindaría a la población una opción alimenticia más saludable que puede contribuir a reducir la prevalencia de estas enfermedades y mejorar la calidad de vida de los consumidores. Asimismo, el acceso a una fuente de omega-3 a través de un producto enlatado asequible y conveniente podría beneficiar a diferentes segmentos de la población.

I.1.3.2. Aspecto económico

Desde el punto de vista económico, puede tener un impacto relevante en varios niveles. En primer lugar, el aprovechamiento de la tilapia del Nilo, un recurso pesquero y acuícola local, para la producción del producto, podría fomentar el desarrollo de la acuicultura y generar oportunidades de empleo en las comunidades pesqueras del país. Además, la producción y comercialización de este producto podrían abrir oportunidades en la industria alimentaria, creando una nueva línea de productos con valor agregado. La promoción de la acuicultura y la producción de alimentos funcionales también podrían impulsar el crecimiento del sector agroalimentario en Venezuela, generando ingresos y contribuyendo al desarrollo económico del país.

I.1.3.3. Aspecto científico

El aspecto científico del trabajo radica en la investigación y desarrollo tecnológico involucrados en la optimización del proceso para obtener el producto enlatado tipo jamón endiablado enriquecido con los aceites grasos omega-3 que proporcionara la tilapia. Esta investigación aportaría conocimientos y avances en la formulación de alimentos funcionales y enriquecidos, así como en la tecnología de procesamiento de productos cárnicos enlatados. Los resultados obtenidos podrían ser de interés para la comunidad científica y la industria alimentaria, proporcionando información relevante sobre cómo incorporar eficientemente el omega-3 en productos cárnicos y preservar sus beneficios nutricionales durante el procesamiento y enlatado.

I.1.3.4. Aspecto educativo

Desde el punto de vista educativo, nuestra investigación podría tener un impacto en la formación de profesionales en el área de la nutrición, la tecnología de alimentos y la acuicultura. La investigación realizada y los resultados obtenidos podrían ser incorporados en programas académicos y cursos relacionados, brindando a los estudiantes la oportunidad de aprender sobre la importancia del omega-3 en la dieta y las tecnologías utilizadas para enriquecer alimentos con este nutriente.

I.1.3.5. Aspecto cultural

El aspecto cultural radica en el valor que se le da a la tilapia del Nilo como recurso alimenticio en Venezuela y en cómo se incorpora en la dieta tradicional del país. La introducción de un producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia podría representar una adaptación de la gastronomía local, ofreciendo una opción que combina elementos culturales con la incorporación de nutrientes beneficiosos para la salud. La valorización de recursos locales y el fomento del

consumo de pescado nacional también podrían fortalecer la identidad cultural relacionada con la alimentación y promover prácticas alimenticias más sostenibles y conscientes.

I.1.4. Alcances y limitaciones

I.1.4.1. Alcances

El alcance de esta investigación se enfoca en expandir y reforzar los conocimientos agroindustriales adquiridos, centrándose específicamente en el desarrollo del proceso de creación de un producto enlatado tipo jamón endiabado enriquecido con los aceites grasos omega-3 que proporcionara la tilapia. (*Oreochromis niloticus*). El objetivo principal es optimizar el proceso tecnológico de obtención de este producto funcional, abordando aspectos relacionados con la adición de omega-3, el procesamiento adecuado de la tilapia y la formulación del producto final. Se llevarán a cabo análisis físicos, químicos y sensoriales para evaluar las propiedades nutricionales, organolépticas y la aceptación del producto terminado.

I.1.4.2. Limitaciones

La presente investigación, aunque tiene como objetivo conocer el efecto de los ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una conserva cárnica tipo jamón endiabado, enfrenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la investigación puede verse afectada por la posible falla de los equipos de laboratorio en la universidad, lo que podría retrasar o limitar la realización de algunos análisis y experimentos necesarios para la evaluación del producto. Además, la falta de disponibilidad de los reactivos necesarios para realizar los análisis físicos y químicos del producto también puede ser un obstáculo para obtener resultados completos y precisos. Por otro lado, los costos y gastos asociados con la realización del producto pueden ser un desafío, especialmente en términos de

adquisición de materias primas y equipos adicionales para el procesamiento y enlatado. Estas limitaciones podrían influir en la extensión y profundidad de la investigación, así como en la evaluación de la viabilidad económica del producto a gran escala. A pesar de estas limitaciones, se harán esfuerzos para mitigar su impacto y obtener resultados significativos que aporten valor a la investigación y al desarrollo del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia.

I.1.5. Ubicación geográfica

Esta investigación se ejecutará en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos, del vicerrectorado de infraestructura y procesos industriales (LITA – VIPI), San Carlos, Estado Cojedes-Venezuela.

I.1.6. Institución, Investigador (es), Asesor Metodológico y Tutor Académico

Institución: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales
“Ezequiel Zamora UNELLEZ – VIPI Núcleo San Carlos-Estado Cojedes.

Investigadores: Br. Jesús Castro

Br. Jehinsson Castillo

Tutor Académico: MSc. Ing. José Alejandro Ramos

Asesor Metodológico: MSc. Ing. Jesús Farfán

CAPÍTULO II

II.1. MARCO TEÓRICO

II.1.1. Antecedentes de la investigación

II.1.1.2. Tecnología de produção de conserva de tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 - linhagem chitralada)

Según Lucemário Xavier Batista (2005), se realizó un estudio titulado "Tecnología de produção de conserva de tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 - Linhagem chitralada)". El objetivo del estudio fue desarrollar una conserva de tilapia mediante el enlatado de ejemplares con un peso promedio de $100,0 \pm 19,8$ g, que después de ser tratados, se sumergieron en salmuera en la lata, se pre-cocieron y luego se les añadió una salsa de cobertura. Las latas se esterilizaron en autoclave con tres tratamientos térmicos de 15, 20 y 30 minutos, a una temperatura constante de 121° C.

Para determinar la mejor conserva, se realizó un estudio de aceptabilidad que consideró atributos como color, aroma, sabor, textura y calidad general. Además, se llevaron a cabo análisis físico-químicos, nutricionales y pruebas de esterilidad. También se realizó una prueba de preferencia entre la conserva estudiada y una conserva de otro tipo de pescado ya existente en el mercado.

Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos térmicos. Sin embargo, los tratamientos de 15 y 20 minutos obtuvieron una calificación inferior a 7 en el atributo de sabor, lo que llevó a la elección del tratamiento de 30 minutos como el mejor, que posteriormente se evaluó en la prueba de preferencia.

La composición físico-química de la conserva de tilapia reveló valores de humedad, proteínas, cenizas, lípidos y contenido calórico total compatibles con productos comerciales similares. La información nutricional por cada porción de 60 g del producto también fue satisfactoria, con bajos niveles de grasas y un alto contenido

de proteínas y calcio. En el análisis de esterilidad, no se encontraron alteraciones en el producto, y en la prueba de preferencia, no se detectaron diferencias significativas entre la conserva de tilapia y una conserva de pescado comercial existente en el mercado.

En conclusión, el estudio de Lucemário Xavier Batista demostró que la conserva de tilapia posee propiedades físico-químicas, nutricionales y sensoriales compatibles con productos comerciales similares, lo que confirma su viabilidad en el mercado de conservas a nivel nacional.

II.1.1.3. Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

Según Igor, J. y Velasco, A. (2011), en su estudio titulado "Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)", se evaluaron los parámetros físicos y químicos de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja en diferentes momentos después de su producción. El propósito de este estudio fue estimar la vida útil del producto terminado, el cual fue empacado al vacío y almacenado en condiciones de refrigeración a $2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

- Las salchichas tipo Frankfurt elaboradas a partir de surimi de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) mostraron una excelente composición química, siendo ricas en proteínas y grasas. Estos valores se mantuvieron constantes durante el período de almacenamiento considerado en la investigación.
- El producto elaborado demostró tener propiedades nutricionales destacadas, con un alto valor energético, el cual se mantuvo constante durante el tiempo de almacenamiento estipulado para las salchichas.
- Los análisis relacionados con las propiedades fisicoquímicas, como el pH, la actividad del agua (aw) y el contenido de agua retenida (CRA), no mostraron variaciones significativas durante los 120 días de almacenamiento. Esto sugiere

que dichos parámetros no afectaron la conservación del producto durante el período analizado.

- Los resultados de esa investigación indican que, desde un punto de vista fisicoquímico, no se observaron alteraciones significativas en las salchichas durante los primeros 30 días de almacenamiento. Esto sugiere que la vida útil del producto, empacado al vacío y almacenado a $2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, fue de al menos 30 días sin afectar su calidad.
- Esos resultados tenían un impacto importante en la industria acuícola y para los acuicultores, ya que la transformación de la tilapia roja en salchichas proporcionaba una forma de agregar valor al recurso. Esto podía generar beneficios significativos tanto en términos sociales como económicos.

En resumen, ese estudio demostró que las salchichas elaboradas a partir de tilapia roja mantuvieron una excelente calidad nutricional y fisicoquímica durante un período significativo de almacenamiento, lo que prometía ser beneficioso para la industria acuícola y la economía local.

II.1.1.4. Desarrollo de formulación y procesamiento de conserva de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) preenvasada

Según el estudio de Barragán (2017), titulado "Desarrollo de formulación y procesamiento de conserva de tilapia nilótica (*Oreochromis Niloticus*) Preenvasada", se enfocó en el desarrollo de conservas de tilapia preenvasadas. El objetivo principal del estudio fue determinar su análisis químico proximal, con un enfoque especial en su contenido proteico, y evaluar la efectividad microbiológica del tratamiento térmico utilizado. Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

- Se recomendó el consumo de pescado, ya que la tilapia contenía grasas insaturadas y ácidos grasos omega-3 y omega-6, que contribuían a la prevención de problemas cardiovasculares. El consumo de pescado podía

ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL (colesterol malo) en la sangre, disminuyendo la acumulación de placa en las arterias y mejorando la circulación sanguínea. Además, la tilapia era una fuente de proteínas, minerales como hierro, sodio, calcio, fósforo, potasio y vitaminas.

- Las conservas de tilapia, ya sea con o sin vegetales, esterilizadas a 121°C durante 15 y 30 minutos, se consideraron una fuente de proteína, ya que contenían más del 5% del Valor de Referencia Nutricional (VRN) por cada 100 Kcal. Esto indicaba que las conservas de tilapia mantenían un contenido proteico significativo, lo que las hacía nutricionalmente valiosas.
- Tanto la tilapia fresca como las conservas de tilapia con y sin vegetales, esterilizadas a 121°C durante 15 y 30 minutos, cumplieron con los parámetros microbiológicos establecidos en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 67.04.50:08 para la Inocuidad de Alimentos. Esto significó que eran microbiológicamente aceptables para su consumo, garantizando la seguridad alimentaria.
- No se encontraron diferencias significativas entre las conservas de tilapia con vegetales y las conservas de tilapia sin vegetales. Esto sugirió que ambas variantes podían compararse con conservas comerciales de características similares para determinar su aceptación en el mercado.
- Se concluyó que no había una diferencia significativa en la aceptación entre las conservas de tilapia con vegetales y las conservas comerciales de atún. Esto indicó que era posible comercializar las conservas de tilapia con éxito.

En resumen, este estudio resaltó la importancia de la tilapia como una fuente de proteína y ácidos grasos omega-3, lo que la hizo beneficiosa para la salud cardiovascular. Además, demostró que las conservas de tilapia eran una fuente nutricionalmente valiosa y microbiológicamente segura, con potencial para su comercialización en el mercado de alimentos enlatados.

II.1.2. Bases teóricas

II.1.2.1. Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), perteneciente a la familia de los Cíclidos (Cichlidae), es una especie nativa de África con un significado etimológico interesante. Su nombre deriva de la palabra nativa Bechuana "thalpe," que se traduce como "pez." Estos Cíclidos se encuentran clasificados en el Orden Perciformes y tienen una amplia distribución en las aguas dulces de África, el Medio Oriente, zonas costeras de la India, América Central, América del Sur y el Caribe. Además de su presencia en la naturaleza, los Cíclidos son conocidos como peces de acuario debido a su facilidad para adaptarse a diferentes entornos acuáticos.

Dentro de este diverso grupo de peces de aguas cálidas, la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) ocupa un lugar destacado. Es considerada una de las especies más importantes en el comercio mundial de peces. Su cultivo se ha vuelto cada vez más relevante gracias a su bajo costo de producción y la alta calidad de su carne, lo que la hace atractiva para la industria acuícola (Verdugo, ob cit). Este interés en su cultivo ha llevado a un crecimiento sostenido, con presencia en 85 países y la perspectiva de que su producción siga siendo crucial en el siglo actual.

Además de su capacidad de adaptación a diversos ambientes, la Tilapia Nilótica es conocida comúnmente como mojarra o tilapia del Nilo, y su nombre se relaciona con su origen en el río Nilo en África. Su crecimiento es comparable al de la cachaza, y su resistencia a la depredación la hace aún más atractiva para la acuicultura. La calidad de la semilla (los individuos jóvenes) es fundamental para asegurar poblaciones compuestas principalmente por machos, ya que estos suelen tener un mejor rendimiento en términos de crecimiento y producción de carne.

La distribución geográfica de la Tilapia se encuentra principalmente en áreas propicias para su cultivo, como la selva alta, la costa norte y las zonas de selva baja. A lo largo de los años, se ha introducido en diferentes hábitats, incluyendo ambientes lenticos como lagos, lagunas y reservorios, y en algunos casos, se encuentra en

ambientes lóticos (Yamileth, 2019). Su adaptabilidad y versatilidad la convierten en una especie de gran importancia económica y ecológica en muchas partes del mundo.

Cuadro 1.- Clasificación biológica de la especie.

Taxonomía	
Phylum	Vetebrada
Sub phylum	Craneata
Superclase	Gnostomata
Serie	Pisces
Clase	Telostei
Subclase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	Aureus, Niloticus, Mossambicus, Urolepis hornorum

Fuente: (Ziesler, 1997)

II.1.2.2. Anatomía de la tilapia (*Oreochromis niloticus*)

La anatomía de la tilapia del género *Oreochromis* presenta variaciones notables entre las diferentes especies, y estas diferencias a menudo se relacionan con la coloración del cuerpo y la aleta caudal. En Latinoamérica, se cultivan varias especies de *Oreochromis*, cada una con sus características distintivas. Entre las principales especies que se encuentran en la región, destacan las siguientes:

- ***Oreochromis aureus***: Esta especie se caracteriza por presentar líneas de color azul, rojo y blanco en su cuerpo y aleta caudal. Estas distintivas marcas de

colores contribuyen a su reconocimiento y distinción de otras especies de *Oreochromis*.



Figura 1.- Tilapia Áurea (*Oreochromis aureus*).

- ***Oreochromis niloticus*:** La tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*, se diferencia por tener líneas de color gris con tonalidades verde metálico y bandas verticales de color negro en su anatomía. Estas marcas de color son especialmente notables en su cuerpo y aleta caudal, lo que la hace reconocible en comparación con otras especies de tilapia.



Figura 2.- Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

- ***Oreochromis mossambicus***: Esta especie exhibe una variada paleta de colores en su cuerpo y aleta caudal, con líneas que abarcan el gris, el rojo y el anaranjado. Estas distintas tonalidades a menudo se distribuyen de manera llamativa en su anatomía.



Figura 3.- Tilapia del Mozambique (*Oreochromis mossambicus*).

Cada una de estas especies de *Oreochromis* presenta características anatómicas específicas en cuanto a su forma, tamaño y coloración, lo que las hace únicas y distintas entre sí. Estas diferencias en la anatomía pueden ser de interés tanto en la acuicultura como en la identificación de las especies en su entorno natural.

II.1.2.2.1. Morfología externa

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) presenta características anatómicas distintivas que son notables en su estructura corporal. En cuanto a su sistema respiratorio, posee un solo orificio nasal en cada lado de la cabeza, que cumple la función tanto de entrada como de salida para la cavidad nasal. Su cuerpo suele ser generalmente comprimido y discoidal, aunque en ocasiones puede presentar una forma alargada. La boca es protractil y, por lo general, ancha, a menudo rodeada por labios

gruesos. Las mandíbulas están equipadas con dientes cónicos y, en algunas ocasiones, también pueden tener dientes incisivos.

Una característica anatómica importante de la tilapia es su aleta caudal, que es redonda y trunca, raramente cortada. Esta aleta, como en todos los peces, cumple un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua (Comité Sistema Producto Tilapia de México, 2012).

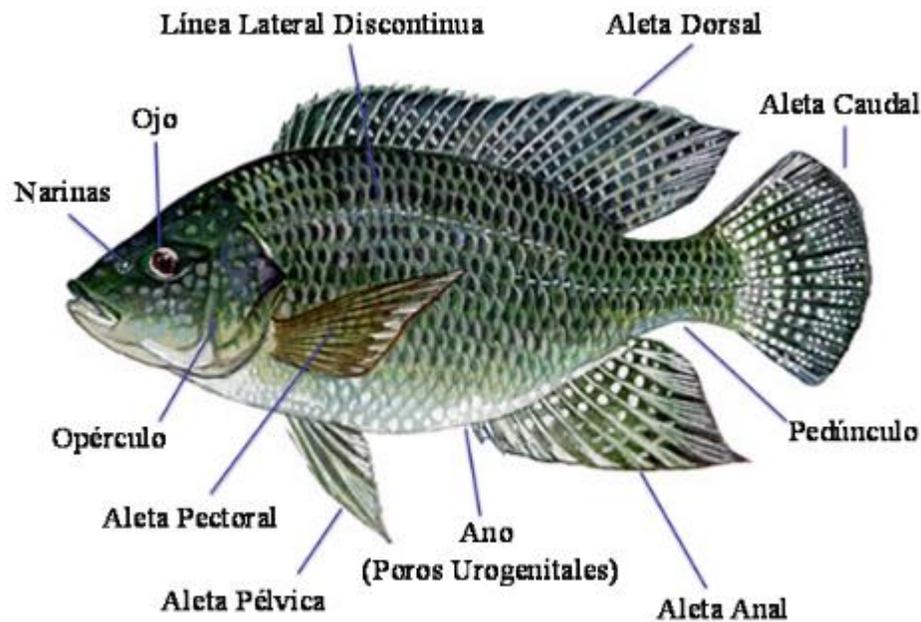


Figura 4.- Morfología externa de la *Oreochromis niloticus*.

II.1.2.2.2. Morfología interna

El sistema digestivo de la Tilapia se inicia en su boca, que contiene dientes mandibulares que pueden variar en forma, siendo uní cuspides, bicuspides o tricuspides dependiendo de la especie específica. Desde la boca, el proceso de digestión continúa a través del esófago hasta llegar al estómago. A partir de allí, el intestino adopta una forma de tubo hueco y redondeado que se estrecha después del píloro (Comité Sistema Producto Tilapia de México, ob cit).

En cuanto al esqueleto de la Tilapia, se caracteriza por estar completamente articulado, presentando una columna vertebral bien definida que se extiende a lo largo del cuerpo, con espinas que ocupan aproximadamente las tres cuartas partes de su longitud total. Esta columna vertebral culmina en unos pequeños huesos denominados hipurales, los cuales dan origen a la aleta caudal.

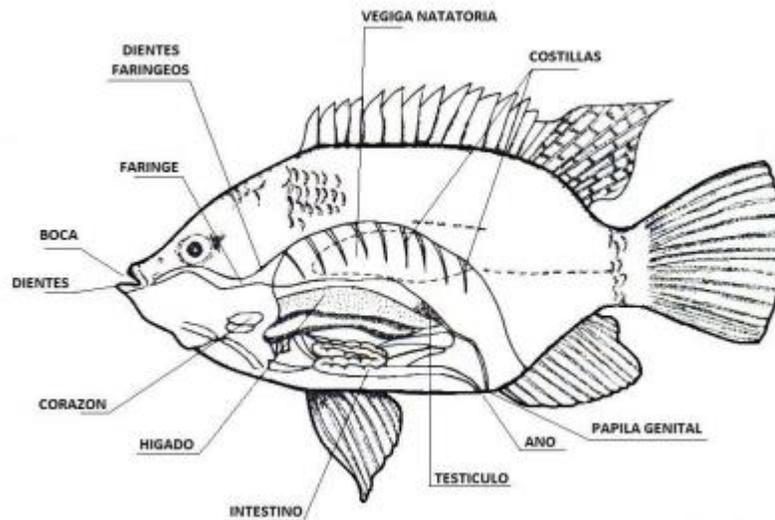


Figura 5.- Morfología interna de la *Oreochromis niloticus*.

II.1.2.3. Composición proximal de la tilapia

La composición química proximal de la Tilapia, según Sisa (2015), exhibe variaciones significativas en función de diversas condiciones de cultivo, que abarcan factores como la temperatura del agua, la concentración de oxígeno disuelto, el pH, la salinidad, la turbidez, la altitud, la luminosidad y otros. Además, estas variaciones también están influenciadas por factores específicos de las especies, como la edad, el sexo, el entorno ambiental y la estación del año.

Es importante destacar que las especies de Tilapia criadas en acuicultura, en comparación con sus contrapartes en hábitats naturales, pueden experimentar variaciones en su composición química proximal. Sin embargo, en el caso de la acuicultura, varios de estos factores son controlados de manera más precisa, incluyendo

la temperatura del agua, el pH del agua, la salinidad, la turbidez y la dieta o alimentación suministrada a los peces. Esto permite predecir de manera más precisa la composición proximal de la Tilapia en cultivo.

El cuadro N.º 2 proporciona una visión general de la composición química proximal de la Tilapia, destacando las proporciones de los diferentes componentes que conforman su composición, como proteínas, grasas, carbohidratos y otros nutrientes esenciales. Estos valores son fundamentales para comprender la calidad nutricional y el potencial de la Tilapia como fuente de alimento.

Cuadro 2.- Composición proximal de la tilapia

COMPONENTE	PROMEDIO (%)			
	1	2	3	4
Humedad	78.11	70.8	80.03	79.2
Grasa	1.30	8.2	5.31	1.80
Ceniza	1.14	1.2	0.54	1.30
Proteína	22.16	19.1	14.12	17.70

Fuentes: Sisa, P (2015).

Cuadro 3.- Contenido de minerales (mg/100g)

Especie	Calcio	Hierro	Magnesio	Manganeso	Fosforo
<i>Oreochromis sp</i>	41.00	1.76	42.66	0.012	322.22

Fuente: Velásquez (2012).

Es relevante destacar que la composición química de la Tilapia muestra una mayor cantidad de proteínas y lípidos en comparación con los carbohidratos y las cenizas. Esta observación ha llevado a numerosos investigadores a centrar sus estudios en estos dos componentes bioquímicos, analizando detenidamente cómo factores como el calor y otros factores físicos, químicos o medioambientales pueden influir en su composición. En términos generales, el contenido de proteínas en los peces es

altamente variable, oscilando entre el 12% y el 23% en base húmeda. Estas proteínas se distribuyen en tres principales categorías: aproximadamente del 70% al 80% son globulinas, del 10% al 20% son albúminas, y del 2% al 4% consisten en queratina y colágeno (Badui, 2006).

II.1.2.4. Valor nutricional de la tilapia del Nilo

En cuanto al valor nutricional de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), los resultados de un estudio realizado por Aquasur (2015) en una porción de 113 gramos revelan que su composición química presenta ciertos componentes nutricionales significativos. En particular, se encontraron 0.5 gramos de grasa saturada, 55 gramos de colesterol, 40 mg de sodio, 21 gramos de proteínas, y 90 mg de Omega 3 y ácidos grasos (Aquasur, 2015, como se citó en Pinto, 2017). Las proteínas presentes en la carne de la tilapia, al igual que en otros alimentos de alto valor biológico como la leche, los huevos y la carne de mamíferos, contienen todos los aminoácidos esenciales, lo que confiere a esta fuente de proteínas un valor nutricional excepcional.

La cantidad de vitaminas y minerales en la carne de tilapia es específica de la especie y puede variar según la estación del año. En términos generales, la carne de pescado, incluyendo la tilapia, es una buena fuente de vitamina B, y en el caso de las especies grasas, también proporciona vitaminas A y D. Además, respecto a los minerales, la carne de pescado se considera especialmente valiosa debido a su contenido de calcio y fósforo, y contiene hierro y cobre en cantidades apreciables (Murra y Burt, 1969, como se citó en Pinto, 2017).

II.1.2.5 El cerdo (*Sus scrofa*)

El cerdo, científicamente identificado como *Sus scrofa*, es un mamífero ungulado que pertenece a la familia Suidae. Las razas de cerdos domésticos se originaron a partir de dos especies principales: *Sus scrofa*, que representa al cerdo europeo, y *Sus vittatus*, que es el cerdo salvaje que habita en el este y el sudeste de

Asia. Los jabalíes, que son miembros de la especie *Sus scrofa*, continúan viviendo en entornos boscosos, donde se alimentan de pequeños animales, tubérculos, frutos y pastos nativos. Estos animales están equipados con colmillos para la defensa y se caracterizan por su velocidad para escapar de depredadores más grandes. Poseen un cuerpo robusto con cuartos musculosos, y un tren anterior musculoso que les otorga agilidad, además de una cabeza sólida y bien anclada, adaptada para el combate. Originalmente, los cerdos llevaban una vida sedentaria cerca de las comunidades humanas, y con el tiempo, los seres humanos los confinaron y comenzaron a criarlos con fines alimenticios (Humberto, 2005).

Cuadro 4.- Taxonomía del cerdo (*Sus scrofa*)

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Suidae
Genero	Sus
Especie	<i>S. scrofa</i>
Subespecie	<i>S.s. domestica</i>

Fuente: Humberto (2005)

En Venezuela, se define la carne como el tejido muscular de fibra estriada que se obtiene en condiciones higiénicas adecuadas, pudiendo incluir porciones variables de tejido conjuntivo, grasa, vasos sanguíneos y ganglios (Stalik, 1991). Esta definición es importante en el contexto de la producción de alimentos, ya que establece los estándares para la calidad de la carne que se consume en el país.

En la formulación del jamón endiabado, la carne de porcino desempeña un papel fundamental. Esta carne se obtiene a partir del despiece de la pierna del cerdo, excluyendo cartílagos, tendones y ligamentos, los cuales son fácilmente removibles (FONDONORMA 1602: 2005). La selección de la carne de cerdo de alta calidad es

esencial para garantizar la excelencia en el producto final, destacando la importancia de las prácticas de cría y procesamiento que garantizan la seguridad y el sabor de este producto alimenticio.

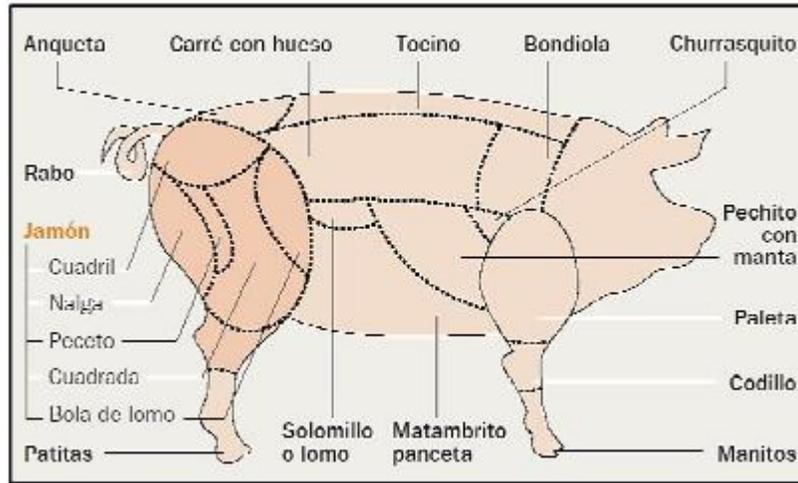


Figura 6.- Cortes de la carne de porcino.

Fuente: López (2001)

II.1.2.6. Valor nutricional de la carne de cerdo

La composición nutricional de la carne de cerdo varía dependiendo de diversos factores, como la edad en la que se sacrifica el animal, su tipo de alimentación y la parte específica del cerdo que se consume. Las porciones más magras de carne de cerdo contienen aproximadamente 8 gramos de grasa por cada 100 gramos de alimento completo, mientras que las partes con mayor contenido de grasa pueden llegar a tener casi 30 gramos por cada 100 gramos de alimento (Humberto, ob cit).

La carne semigrasa de cerdo tiene un contenido de proteínas del 16%, ligeramente inferior al promedio del grupo de carnes. Sin embargo, estas proteínas se consideran de alto valor biológico, ya que contienen aminoácidos esenciales en cantidades que satisfacen las necesidades nutricionales humanas. Es importante

destacar que la carne de cerdo no contiene hidratos de carbono, ya que el glucógeno presente en el músculo del animal se destruye en los procesos posteriores al sacrificio.

En términos generales, la carne de cerdo contiene aproximadamente un 23% de grasa. Aunque contiene grasa saturada y colesterol, asociados con el aumento del colesterol en la sangre, la proporción de grasa monoinsaturada, representada por el ácido oleico, supera a la grasa saturada en un 48% frente a un 42%, respectivamente. Incluso, la carne de cerdo contiene más grasa insaturada en comparación con la carne de ternera, y esta proporción puede aumentar aún más, superando el 50%, dependiendo de la alimentación del animal.

Además de su contenido de macronutrientes, la carne de cerdo se destaca como una buena fuente de minerales, incluyendo hierro hemo, zinc, magnesio, fósforo, potasio y selenio. Estos minerales tienen una notable biodisponibilidad en comparación con los minerales presentes en alimentos de origen vegetal. En cuanto a las vitaminas, la carne de cerdo contiene una cantidad significativa de tiamina (vitamina B1) y es una buena fuente de otras vitaminas del grupo B, con la excepción del ácido fólico (Interporc, 2015).

Para mejorar el perfil calórico de la dieta, se recomienda elegir las partes magras de la carne de cerdo y consumir las variedades más grasas de manera ocasional, contribuyendo así a una alimentación más saludable y equilibrada.

II.1.2.7. El jamón endiablado

El jamón endiablado, según la definición de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 1784:1998), es un producto alimentario elaborado a partir de carnes de porcino o aves que se han picado o molido finamente. A estas carnes se les añaden especias y condimentos para dar sabor, y luego pasan por un proceso de curado y cocción. El producto resultante se envasa en recipientes que han sido aprobados por la autoridad sanitaria competente y se somete a un proceso de esterilización o pasteurización. Es importante destacar que el jamón endiablado puede

o no contener carne deshuesada mecánicamente (CDM) de la especie utilizada y productos proteicos (COVENIN 1784, 1998).

La elaboración del jamón endiabado implica utilizar como materia prima principal el pernil y la paleta de cerdo o aves, los cuales se someten a un proceso de curado y cocción antes de ser despostados y molidos. Durante esta etapa, se incorporan otros ingredientes como tocino y especias para realzar su sabor. Luego, el producto pasa por un proceso de cocción y mezclado, seguido del envasado y la esterilización. La calidad final del jamón endiabado está influenciada por diversos factores, incluyendo la calidad de la materia prima, la composición de la salmuera, el porcentaje de inyección de la salmuera, la tecnología de elaboración, la temperatura, los tiempos y las modalidades de cocción.

La composición de este producto se basa en dos grupos fundamentales: la materia prima cárnica, que incluye las carnes de porcino o aves, y la materia prima no cárnica, que engloba los aditivos químicos y especias utilizados para realzar su sabor y calidad (COVENIN 1784, 1998).

II.1.2.8. Conserva alimentaria

La conserva alimentaria, según Rodríguez (2007), se refiere al resultado de un proceso de manipulación de alimentos que permite preservarlos en óptimas condiciones durante un extenso periodo de tiempo. El propósito fundamental de la conserva es proteger los alimentos de la acción de microorganismos que puedan alterar sus características sanitarias y su sabor. En esencia, la conserva alimentaria extiende significativamente la vida útil de los alimentos, mucho más allá de lo que sería posible sin este proceso.

Este proceso de conservación implica una serie de técnicas y métodos, como el enlatado, el envasado al vacío, la deshidratación o el uso de conservantes químicos, que aseguran la estabilidad y la seguridad de los alimentos a lo largo del tiempo. La conserva alimentaria desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria y en la

disponibilidad de alimentos fuera de temporada, contribuyendo así a la nutrición y a la prevención del desperdicio de alimentos.

Las conservas alimentarias, incluyendo las conservas de pescado, son productos que desempeñan un papel fundamental en la preservación y disponibilidad de alimentos durante largos periodos de tiempo. De acuerdo con el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) (2001), las conservas de pescado se definen como productos elaborados a partir de diversas especies de pescado, que se envasan en recipientes herméticamente sellados y se someten a un tratamiento térmico suficiente para lograr una estabilidad biológica frente a las condiciones ambientales moderadas. Los enlatados de pescado, en particular, se encuentran sellados en recipientes de hojalata herméticamente cerrados y pasan por un proceso de cocción botulínica para garantizar su seguridad (ITP, 2001).

Según Gonzáles (2005), las conservas de pescado son productos de baja acidez que se elaboran a partir de diversas especies de pescado. Estos productos se envasan en recipientes metálicos herméticamente sellados y se someten a un proceso de esterilización comercial, lo que les confiere una vida útil de hasta 4 años. Esta larga vida útil es una característica clave de las conservas de pescado, ya que permite su almacenamiento a largo plazo y su distribución a nivel nacional e internacional.

Las conservas alimentarias desempeñan un papel de suma importancia tanto en la seguridad alimentaria como en la disponibilidad de alimentos fuera de temporada. Su característica más destacada es su prolongada vida útil, lo que las convierte en una opción valiosa en situaciones de emergencia y para el suministro de alimentos en áreas remotas o desfavorecidas. Estas conservas, entre las que se incluyen las de pescado, están respaldadas por una avanzada tecnología que comprende el envasado hermético y la esterilización comercial, lo que asegura que estos productos mantengan su calidad y seguridad durante un período prolongado. Este beneficio no solo se traduce en la disponibilidad de alimentos a lo largo del año, sino que también contribuye a prevenir el desperdicio de alimentos y a satisfacer las necesidades nutricionales de la población de manera eficiente.

II.1.2.9. Alimentos enlatados

Los alimentos enlatados representan una categoría importante en la industria alimentaria y son productos que se envasan en recipientes de hojalata, sellados de manera hermética para evitar la entrada de aire y contaminantes externos. Estos productos son sometidos a un proceso de calentamiento a una temperatura suficientemente alta para cumplir con dos objetivos clave. En primer lugar, destruir o inactivar todos los microorganismos presentes en el alimento para garantizar su seguridad y durabilidad. En segundo lugar, asegurar que no haya supervivientes microbianos que puedan multiplicarse durante el almacenamiento, lo que podría provocar la descomposición del producto y representar un riesgo para la salud del consumidor. Esta técnica de procesamiento, conocida como "cocción botulínica," es apropiada para alimentos con un pH superior a 4.5, lo que significa que son alimentos "no ácidos" (Rosales, 2010).

Los alimentos enlatados abarcan una variedad de productos que requieren diferentes tratamientos térmicos según su composición y nivel de acidez. Además del enlatado de alimentos no ácidos, se emplea un tratamiento térmico menor para alimentos que contienen sales de curado, y un tratamiento térmico suave se aplica a alimentos "ácidos" con un pH inferior a 4.5 (Rosales, ob cit).

El enlatado de alimentos representa una técnica ampliamente adoptada en la industria alimentaria con el propósito de extender la vida útil de los productos, garantizar su calidad y salvaguardar su seguridad. Esta práctica no solo facilita la disponibilidad de alimentos durante todo el año, sino que también desempeña un papel fundamental en la reducción del desperdicio de alimentos, lo que resulta en beneficios tanto para los productores como para los consumidores. Los alimentos enlatados han demostrado ser una elección práctica y confiable para mantener una fuente de alimentos en diversas condiciones de almacenamiento a lo largo del tiempo, contribuyendo de manera significativa a la seguridad alimentaria y satisfaciendo las necesidades nutricionales de la población de manera efectiva.

II.1.2.10. Atributos de los alimentos enlatados

Los alimentos enlatados conservan en gran medida los elementos esenciales, como glúcidos, lípidos y proteínas, sin modificar significativamente sus composiciones durante el proceso de conservación. En comparación con la cocción casera, donde la peroxidación de los lípidos es más común, los enlatados presentan una menor oxidación lipídica. Además, las proteínas y los glúcidos sufren mínimas modificaciones que facilitan su digestión. Los macronutrientes, así como sus valores caloríficos y energéticos, se mantienen en niveles similares a los alimentos frescos.

Las vitaminas liposolubles, presentes en las grasas, son sistemáticamente conservadas en los alimentos enlatados, mientras que las vitaminas hidrosolubles pueden perderse durante las operaciones de lavado y procesamiento, similar a lo que ocurre en la cocina casera. Sin embargo, los rigurosos controles durante el proceso de lavado en la conservación aseguran que las pérdidas sean mínimas. Estudios independientes han demostrado que aproximadamente el 70% de las vitaminas se mantiene después de la esterilización, lo cual es excepcional en comparación con el almacenamiento y la preparación casera de productos frescos, donde solo se retiene aproximadamente el 10% de las vitaminas.

En el contexto de las conservas de pescado, se ha observado que los ácidos grasos sufren intercambios cuando se mantienen en aceite de oliva, lo que puede llevar a una disminución significativa de los ácidos grasos saturados. Este fenómeno no ocurre de la misma manera durante el cocinado doméstico convencional. Los ácidos grasos insaturados, especialmente los ácidos grasos omega-3 de alto interés nutricional, permanecen prácticamente inalterados en las conservas enlatadas, particularmente cuando se utilizan latas de acero con atmósfera inerte para evitar la formación de radicales libres (Rodríguez, ob cit).

En el proceso de conservación, las vitaminas liposolubles, como A, D, E y K, permanecen estables, a pesar de su sensibilidad a la luz. La tecnología detrás del enlatado de alimentos garantiza que los caracteres organolépticos del pescado y otros productos enlatados no se vean significativamente alterados, lo que contribuye a su

atractivo visual y a su valor nutritivo. Además, los procesos de conservación enlatada destruyen o inactivan enzimas y microorganismos que podrían causar la alteración del alimento, lo que asegura la estabilidad y la seguridad de los productos enlatados durante un largo período de tiempo.

II.1.2.11. Conservación y procesamiento de alimentos enlatados por medio del calor

La conservación y el procesamiento de alimentos enlatados por medio del calor son prácticas fundamentales en la industria alimentaria. Estas técnicas tienen un doble propósito: prolongar la vida útil de los productos y garantizar su seguridad alimentaria. Ambos objetivos se logran al emplear el calor para eliminar la actividad microbiana y enzimática en los alimentos, evitando así su deterioro y descomposición. Entre los diversos métodos de conservación por calor, la esterilización es uno de los más destacados y efectivos.

La esterilización, según la definición de Fellows (1994), consiste en calentar los alimentos a una temperatura lo suficientemente elevada y durante un tiempo lo bastante prolongado como para eliminar toda actividad microbiana y enzimática en ellos. Los alimentos procesados mediante este método pueden conservarse durante un periodo superior a los seis meses. Sin embargo, es esencial señalar que la esterilización conlleva cambios significativos en el valor nutritivo y las características organolépticas de los alimentos enlatados. Por este motivo, la investigación tecnológica se enfoca en minimizar estos efectos adversos.

La temperatura de esterilización varía en función de la naturaleza del producto. Los alimentos con baja acidez, un pH superior a 4,5, alto contenido proteico y la presencia de esporas termorresistentes requieren una esterilización más rigurosa. En contraste, los productos de alta acidez, con un pH inferior a 4,5, necesitan un tratamiento térmico menos intenso. A modo de ejemplo, las sardinas en aceite se esterilizan a 115°C durante 75 a 80 minutos, mientras que los zumos de fruta en envases metálicos pueden esterilizarse a 105-110°C durante 2-3 minutos (Rosales, ob cit).

Por otro lado, el término "esterilidad comercial" implica la eliminación de todos los microorganismos patógenos y microorganismos que podrían ocasionar la descomposición del alimento en condiciones habituales de manipulación y almacenamiento. Los alimentos considerados "comercialmente estériles" pueden contener un número mínimo de esporas bacterianas resistentes, pero, por lo general, estas no proliferan en el alimento. Sin embargo, si estas esporas quedaran aisladas del alimento y se sometieran a condiciones ambientales específicas, podrían demostrar su viabilidad (Rosales, ob cit).

En resumen, la conservación y el procesamiento de alimentos enlatados por medio del calor, particularmente a través de la esterilización, son prácticas cruciales para garantizar la seguridad alimentaria y extender la vida útil de los productos. A pesar de que este método puede alterar el valor nutricional y las características sensoriales de los alimentos, su eficacia en la prevención del deterioro y la descomposición es incuestionable, lo que lo convierte en una técnica esencial en la industria alimentaria.

II.1.2.12. Tratamientos térmicos en alimentos enlatados

El tratamiento térmico en los alimentos enlatados es una práctica esencial que tiene como objetivo principal la eliminación de todos los microorganismos patógenos y la prevención del deterioro causado por contaminantes no patógenos en condiciones normales de almacenamiento. Esta técnica se basa en la aplicación controlada de calor a los alimentos enlatados, y su eficacia depende en gran medida de estudios experimentales que determinan las condiciones óptimas de procesamiento (Darian, 1989).

En estos estudios, se mide la velocidad de penetración del calor en el producto enlatado a lo largo de ciclos simulados de esterilización. Los datos recopilados en estos paneles experimentales se utilizan para calcular las temperaturas y los tiempos de procesamiento necesarios para garantizar la estabilidad comercial del producto. Es importante destacar que la destrucción de microorganismos mediante el calor no implica su desaparición física, sino más bien la pérdida de su capacidad para

reproducirse. En numerosos estudios, se ha observado que los microorganismos viables se inactivan o destruyen de manera exponencial a medida que aumenta el tiempo de exposición a una temperatura constante. Como resultado, la destrucción térmica de los microorganismos generalmente sigue un modelo logarítmico (Darian, ob cit).

El tratamiento térmico desempeña un papel crucial en la seguridad y la calidad de los alimentos enlatados, ya que asegura que estos productos sean seguros para el consumo humano y tengan una vida útil prolongada. La temperatura y el tiempo de procesamiento son factores críticos que deben ser cuidadosamente controlados para garantizar la eficacia de este método. En resumen, el tratamiento térmico en los alimentos enlatados es una técnica fundamental que combina la ciencia y la tecnología para lograr productos seguros y duraderos.

En el contexto de un producto enlatado de pescado, el propósito fundamental del tratamiento térmico es garantizar la completa erradicación de las esporas de *Clostridium botulinum*, eliminando así cualquier posibilidad de botulismo, especialmente porque se clasifica como un alimento de naturaleza "no ácida" (Darian, ob cit).

II.1.2.13. Principios básicos del procesamiento térmico de alimentos enlatados

II.1.2.13.1 Método de adición para el cálculo del valor de F

El Método de Adición es una técnica fundamental en la determinación del valor "F" o el efecto destructivo (valor letal) alcanzado durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados. Este método, aunque sencillo, proporciona una medida precisa y necesaria para garantizar la seguridad y calidad de los productos enlatados. El proceso de cálculo del valor "F" mediante el Método de Adición implica la medición continua de la temperatura en el punto frío de la conserva, a intervalos de un minuto, durante las etapas de calentamiento y enfriamiento. Para su cálculo, se consideran las temperaturas desde el inicio del proceso de calentamiento a más de 100°C, hasta el final del proceso de enfriamiento a menos de 100°C (Reichert, 1988).

La suma de los valores "F" obtenidos en cada uno de estos intervalos de un minuto durante el calentamiento y enfriamiento proporciona el valor "F" acumulado. Este valor acumulado es esencial para asegurar que todos los microorganismos patógenos y no patógenos hayan sido inactivados en el producto enlatado, lo que garantiza su seguridad y estabilidad microbiológica.

El Método de Adición es una herramienta confiable y eficaz en la industria alimentaria para evaluar el efecto destructivo del tratamiento térmico en los alimentos enlatados. El uso de este método garantiza que los productos enlatados cumplan con los estándares de seguridad y calidad requeridos para su comercialización y consumo, lo que beneficia tanto a los productores como a los consumidores.

II.1.2.13.2. Concepto del valor de “D”

El valor "D" se refiere al tiempo necesario, en minutos, para reducir en un logaritmo (90%) la población bacteriana a una temperatura de 121,1 °C. Este valor mide la rapidez con la que mueren los microorganismos y varía con la temperatura; a temperaturas más altas, la destrucción microbiana es más rápida, lo que se refleja en un valor "D" menor. Esta métrica es esencial para determinar los tiempos y temperaturas necesarios en el procesamiento térmico (Rosales, ob cit).

II.1.2.13.3. Concepto del valor de “F”

Por otro lado, el valor "F0" representa el tiempo de letalidad térmica requerido para eliminar por completo todos los microorganismos, incluyendo esporas y células vegetativas, exponiéndolos a una temperatura de 121,1 °C. Este valor F0, expresado en minutos, se utiliza para asegurar la destrucción de microorganismos en alimentos enlatados. La correcta aplicación de estos principios es esencial para garantizar la seguridad de los alimentos enlatados y su vida útil prolongada (Rosales, ob cit).

II.1.2.14. El *Clostridium Botulinum*

El *Clostridium botulinum* es un microorganismo gram positivo esporulado responsable de la enfermedad del botulismo, que recibe su nombre debido a su asociación histórica con alimentos enlatados y embutidos. Todos los serovares de *Clostridium botulinum* son esporulados, lo que les otorga una resistencia excepcional al calor. Además, son organismos móviles gracias a la presencia de múltiples flagelos peri-tricos y, lo más importante, son estrictamente anaeróbicos, lo que significa que solo pueden crecer en ambientes desprovistos de oxígeno. Su capacidad para proliferar se debe a la captación de oxígeno del medio o de los alimentos en los que se desarrollan (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023).

Este microorganismo presenta diversidad en su comportamiento metabólico. Aunque todos los tipos de *Clostridium botulinum* son capaces de fermentar algunos azúcares, se distinguen en función de su actividad sacarolítica o proteolítica. Algunos tipos son proteolíticos y no sacarolíticos, mientras que otros son sacarolíticos y no proteolíticos. Además, estos microorganismos tienen la capacidad de licuar la gelatina, pero no llevan a cabo la reducción de nitratos ni la formación de indol a partir del triptófano.

Uno de los aspectos más preocupantes del *Clostridium botulinum* es la alta resistencia térmica de las esporas del tipo A, que son las más termo resistentes. En condiciones de gran concentración de esporas, alrededor de 60 billones, no todas mueren hasta que todas las partes del alimento se han calentado a temperaturas extremas, alrededor de 100 °C durante 5 horas o 121.1 °C durante 2.5 minutos. Para garantizar la completa destrucción de las esporas de *C. botulinum*, se recurre a la esterilización en autoclave con calor húmedo, que se efectúa a una temperatura de 120 °C durante al menos 15 minutos. Esta resistencia termal es la causa de que los alimentos enlatados o conservados en el hogar sin seguir los tiempos y temperaturas adecuados puedan representar un riesgo para la salud, ya que las esporas pueden sobrevivir y desarrollarse. Por tanto, el conocimiento y el control del *Clostridium botulinum* son fundamentales en la seguridad alimentaria (Rosales, ob cit).

II.1.2.15. Ácidos grasos omega-3

Los ácidos grasos omega-3 son un grupo de ácidos grasos esenciales que son fundamentales para la salud humana. Estos ácidos grasos, conocidos como "omega-3" debido a la ubicación de su doble enlace en el tercer átomo de carbono en la cadena, desempeñan un papel crucial en diversas funciones biológicas. Son ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en varios alimentos y se dividen principalmente en tres tipos: ácido alfa-linolénico (ALA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) (Isabel, 2002).

El ácido alfa-linolénico (ALA) se encuentra en fuentes vegetales, como semillas de lino, nueces y aceite de canola. El cuerpo humano puede convertir ALA en EPA y DHA, aunque este proceso es limitado. El EPA y el DHA son los principales ácidos grasos omega-3 presentes en pescados grasos, como el salmón, la caballa y las sardinas (Isabel, ob cit).

Los ácidos grasos omega-3 son conocidos por sus beneficios para la salud, ya que desempeñan un papel importante en la función cerebral, la salud cardiovascular, la regulación de la inflamación y el sistema inmunológico. También se ha demostrado que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares, mejoran la salud de la piel, contribuyen al desarrollo del cerebro en los bebés durante el embarazo y la lactancia, y tienen propiedades antiinflamatorias.

La incorporación de alimentos ricos en ácidos grasos omega-3 en la dieta, ya sea a través de pescados grasos, aceites vegetales o suplementos específicos, es fundamental para mantener una dieta equilibrada y favorecer la salud en general. Estos ácidos grasos esenciales son un componente esencial de una alimentación saludable y tienen un impacto positivo en numerosos aspectos de la salud y el bienestar.

II.1.2.16. Beneficios del omega-3

Los ácidos grasos omega-3 ofrecen una serie de beneficios notables para la salud, especialmente en lo que respecta al sistema cardiovascular. En particular, han demostrado su capacidad para reducir los niveles de triglicéridos en la sangre, lo que contribuye a un perfil lipídico más saludable. Al disminuir los triglicéridos, se reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, ya que los altos niveles de estos lípidos en la sangre pueden ser perjudiciales. Además, los omega-3 tienen un efecto ligeramente hipotensor, lo que significa que pueden ayudar a reducir la presión arterial, otro factor importante en la salud cardiovascular (Isabel, ob cit).

Una característica crucial de los ácidos grasos omega-3 es su capacidad para reducir la coagulación de la sangre. Esto puede ser beneficioso al prevenir la formación de coágulos sanguíneos, que pueden llevar a eventos graves, como accidentes cerebrovasculares o infartos. Al tener un efecto antitrombótico, los omega-3 contribuyen a mantener la circulación sanguínea en condiciones óptimas, lo que es esencial para la salud del corazón (Mayo clinic, ob cit).

Además de sus efectos en los triglicéridos, la presión arterial y la coagulación sanguínea, los ácidos grasos omega-3 también han demostrado ser efectivos en la reducción de los latidos irregulares del corazón, lo que se conoce como arritmias. La capacidad de regular el ritmo cardíaco es fundamental para prevenir condiciones cardíacas potencialmente graves (Mayo clinic, ob cit).

No solo los ácidos grasos omega-3 benefician la salud del corazón, sino que también han demostrado ser prometedores en la prevención del deterioro cognitivo y la enfermedad de Alzheimer. Estudios epidemiológicos y experimentales sugieren que la ingesta de pescado y aceite de pescado, ricos en EPA y DHA, puede ayudar a mantener una función cognitiva saludable a medida que envejecemos. Estos efectos respaldan aún más la importancia de incluir ácidos grasos omega-3 en la dieta para una salud integral.

II.1.3. Definición de términos básicos

II.1.3.1. Curado

El curado es un proceso de conservación de alimentos que implica la aplicación de sal, azúcar, especias y a veces otros ingredientes (como nitratos o nitritos) para prolongar la vida útil del producto y mejorar su sabor y textura. El curado se utiliza comúnmente en la preparación de alimentos como carne, pescado y verduras.

II.1.3.2. Solución curante

Una solución curante es una mezcla líquida que contiene ingredientes como sal, azúcar, nitratos y nitritos, que se utiliza para sumergir o inyectar alimentos con el fin de curarlos. Esta solución ayuda a preservar el alimento y darle su característico sabor y color.

II.1.3.3. Formulación

La formulación en la industria alimentaria se refiere al proceso de diseñar y crear una receta específica para un producto alimenticio. Esto implica la selección de ingredientes, proporciones y métodos de procesamiento para lograr las características deseadas en el producto final.

II.1.3.4. Autoclave

Un autoclave es un equipo utilizado en la industria alimentaria para esterilizar alimentos y envases. Funciona aplicando calor y presión a altas temperaturas, lo que ayuda a eliminar microorganismos patógenos y conservar los alimentos en condiciones seguras para el consumo.

II.1.3.5. Esterilización

La esterilización es un proceso que elimina o destruye todos los microorganismos, incluidas bacterias, virus y esporas, en un producto alimenticio. Esto se logra a través de métodos como el calor, la radiación o productos químicos, con el objetivo de prolongar la vida útil y garantizar la seguridad del alimento.

II.1.3.6. Ingredientes

Los ingredientes son las sustancias o componentes utilizados en la preparación de un producto alimenticio. Pueden incluir alimentos básicos como carne, pescado, verduras, así como otros elementos como condimentos, especias, grasas, azúcares y otros aditivos que contribuyen al sabor, la textura y la calidad del producto final.

II.1.3.7. Aditivos

Los aditivos son sustancias que se agregan a los alimentos con el propósito de mejorar sus características, como sabor, color, textura, conservación y vida útil. Los aditivos pueden ser naturales o sintéticos y se utilizan en la industria alimentaria para cumplir ciertas funciones específicas.

II.1.3.8. Microorganismos

Los microorganismos son organismos de tamaño microscópico, como bacterias, levaduras y mohos, que pueden estar presentes en los alimentos. Algunos de estos microorganismos son beneficiosos para la fermentación y la producción de alimentos, mientras que otros pueden ser patógenos y causar enfermedades si no se controlan adecuadamente.

II.1.3.9. Vida útil

La vida útil de un alimento es el período de tiempo durante el cual se puede almacenar y consumir sin que pierda sus características de calidad, seguridad y sabor. La vida útil de un alimento puede variar según el tipo de producto y las condiciones de almacenamiento.

II.1.3.10. Valor nutritivo

El valor nutritivo se refiere a la cantidad y calidad de los nutrientes presentes en un alimento. Esto incluye macronutrientes como carbohidratos, proteínas y grasas, así como micronutrientes como vitaminas y minerales. El valor nutritivo es importante para evaluar la contribución de un alimento a la dieta y la salud de los consumidores.

II.1.3.11. Las grasas

Las grasas, en el contexto biológico, desempeñan diversas funciones esenciales en el organismo humano. Entre sus roles destacados, actúan como aislantes, forman parte integral de las membranas celulares, regulan procesos celulares al ser precursores de sales biliares y hormonas esteroideas, y funcionan como vehículos para la absorción de vitaminas liposolubles (A, E, D, K). Los ácidos grasos esenciales, pertenecientes a las familias de omega-3 y omega-6, son cruciales ya que no pueden ser sintetizados por las células y sirven como precursores de moléculas fundamentales en procesos biológicos clave, como la agregación plaquetaria, la respuesta inflamatoria y la salud cardiovascular.

Más allá de estas funciones, la función más reconocida de las grasas es su notable capacidad para proporcionar energía a través de su metabolismo. De hecho, las grasas contribuyen con más del doble de kilocalorías en comparación con los hidratos de carbono o las proteínas (9 kcal/g frente a 4 kcal/g para estos últimos). Las grasas, además, sirven como el principal almacén de energía del cuerpo humano: el exceso de ingesta se acumula en forma de gotas de grasa en las células del tejido adiposo (adipocitos).

II.1.3.12. Las proteínas

Las proteínas son macromoléculas esenciales presentes en todos los tejidos vivos, químicamente distintas de los lípidos y los hidratos de carbono debido a la presencia de nitrógeno en su composición. Están constituidas por cadenas lineales de aminoácidos, de los cuales existen 20 tipos distintos, unidos mediante enlaces peptídicos. La estructura y función de las diversas proteínas están determinadas por la disposición y secuencia específica de estos aminoácidos. La diversidad de funciones que desempeñan incluye roles estructurales, como el colágeno en el tejido conectivo y la queratina en pelo y uñas, así como funciones enzimáticas, hormonales y otras.

Dado que las proteínas son los constituyentes principales de las células, desempeñan un papel crucial en el crecimiento, la reparación y la continua renovación de los tejidos corporales. Esta necesidad constante refleja la importancia fundamental de las proteínas en la biología y fisiología de los organismos. Además de su función estructural y regulatoria, las proteínas también pueden proporcionar energía, con un valor calórico de 4 kcal por gramo.

II.1.4. Formulación del sistema de hipótesis

II.1.4.1. Hipótesis de investigación

Se hipotetiza que la adición de ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) a una conserva cárnica tipo jamón endiabado tendrá un impacto significativo en la calidad nutricional y sensorial del producto final.

II.1.4.2. Hipótesis operacional

La incorporación de ácidos grasos omega-3 de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la conserva cárnica aumentará el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en el producto final.

II.1.4.3. Hipótesis estadística

La variabilidad de respuesta del jamón endiabado con la adición de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) permitirá modelar y visualizar gráficamente la variabilidad del proceso, en función de las variables independientes, lo que a su vez facilitará la optimización del proceso.

II.1.5. Formulación del sistema de variables

II.1.5.1. Variables independientes de la matriz de diseño

Las variables independientes son aquellos factores que tienen la capacidad de modificar, modular o controlar el proceso, y a su vez, influyen en las variables de respuesta de la matriz de diseño. En el contexto de esta investigación, se consideran dos variables independientes, las cuales son:

X_1	Cantidad de tilapia (%)
X_2	Cantidad de carne de cerdo (%)
X_3	Aceite de girasol (%)

II.1.5.2. Variables dependientes de la matriz de diseño

Las variables dependientes son las respuestas que se cuantificarán en cada tratamiento aplicado, siguiendo las condiciones establecidas en la matriz de diseño "D", al variar las dosis de las variables independientes. En el marco de esta investigación, las variables que se medirán como dependientes son:

Y₁	pH
Y₂	Potencial redox (mV)
Y₃	Acidez titulable (meq/kg)
Y₄	Humedad (%)
Y₅	Cenizas (%)

II.1.6. Operacionalización de las variables

Variables	Tipo de variable	Tipo de escala	Indicadores	Rangos
Tilapia	Independiente	Continua	(%)	28.00 / 34.00
Carne de cerdo	Independiente	Continua	(%)	41.50 / 47.50
Aceite de girasol	Independiente	Continua	(%)	20.00 / 26.00
pH	Dependiente	Continua		0 / 14
Potencial redox	Dependiente	Continua	(mV)	-1 / -100
Acidez titulable	Dependiente	Continua	(%)	0 / 100
Humedad	Dependiente	Continua	(%)	0 / 100
Cenizas	Dependiente	Continua	(%)	1 / 5
Sal	Fija	Continua	(%)	1 / 1.2

CAPITULO III

III.1. MARCO METODOLÓGICO

III.1.1 Tipo de investigación

La investigación desarrollada es de tipo exploratoria y experimental; realizada bajo condiciones controladas; en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ San Carlos, Venezuela. Los resultados que se generaron son válidos para el proceso específico de obtención de una conserva cárnica tipo jamón endiabado con los beneficios de los ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). Para la realización de la misma se construyeron modelos que se ajustan a cada una de las respuestas para las condiciones controlada y estadísticamente diseñadas.

III.1.2. Población y muestra

III.1.2.1. Población

- La tilapia del Nilo (*Oreochromis Niloticus*), fue proveniente de locales comerciales ubicados en la avenida Miranda, de la Ciudad de Tinaquillo, Edo. Cojedes.
- La carne de cerdo (*Sus scrofa*), fue proveniente de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la Ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.
- El aceite de girasol, fue proveniente de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la Ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.

III.1.2.2. Muestra

La muestra utilizada en la experimentación estará representada por las unidades experimentales que indicó la matriz de tratamientos del diseño estadístico establecido, le correspondieron 3 tratamientos distintos de efecto fijo de 140g cada uno.

III.1.3. Diseño de la investigación

III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos

Para las muestras de cada tratamiento se construyó estadísticamente un diseño completamente aleatorizado de efecto fijo para tres factores experimentales sin repetición en un bloque para un total de tres (3) tratamientos distintos, utilizando el software STATISTICA, con valores codificados (-1, 0, 1), llamado matriz “D” de diseño de tratamientos que se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5.- Matriz “D” de diseño con variables codificadas.

Matrix de diseño			
Tratamiento	X_1	X_2	X_3
1	0.00	-1.00	1.00
2	-1.00	1.00	0.00
3	1.00	0.00	-1.00

III.1.3.2. Materiales y métodos

III.1.3.2.1. Materiales

Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

La tilapia del Nilo (*Oreochromis Niloticus*), fue adquirida de locales comerciales ubicados en la avenida Miranda, de la Ciudad de Tinaquillo, Edo. Cojedes.

Al momento de adquirir el pescado se verifico que no mostrara signos de daños o deterioro. Luego se trasladó al LITA de la UNELLEZ- VIPI, San Carlos, Edo. Cojedes Venezuela, para su procesamiento.

Carne de cerdo (*Sus scrofa*)

La carne de cerdo (*Sus scrofa*), fue adquirida de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la Ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes. Se verifico que la carne estuviera en buen estado y libre de pelo porcino, luego se trasladó al LITA de la UNELLEZ- VIPI, San Carlos, Edo. Cojedes Venezuela, para su procesamiento.

Aceite de girasol

El aceite de girasol, fue proveniente de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la Ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes. Fue llevado al laboratorio LITA de la UNELLEZ para la realización de la investigación.

III.1.3.2.1.1. Equipos e instrumentos.

- Beaker de 500 ml
- Espátulas
- Bandeja de acero inoxidable
- Recipiente plástico. Capacidad 10 Its (tobos plásticos)
- Cuchara grande de madera
- Cocina
- Plancha calentadora
- Termómetros
- Latas con esmalte "O"
- Termopar (constatam y cobre)
- Registrador de temperatura digital "T"

- Cronometro
- Inyectadora. Capacidad 25 ml (acero inoxidable)
- Recipientes de acero inoxidable para cocinado
- Cocina a vapor
- Cuchillos
- Selladora de latas
- Refrigerador
- Auto-clave
- Despulpadora
- Pinzas
- Guantes de asbesto (largo)
- Balanza de precisión
- Abrelatas

III.1.3.2.2. Métodos

a) Metodología para la obtención de la carne curada de cerdo (*Sus scrofa*)

La obtención de la carne curada de cerdo se realizará de acuerdo a la metodología propuesta por García, M. (2008). (Figura 7), la cual se describe a continuación.

- **Recepción:** La materia prima de carne de cerdo (Pernil) es recibida y se realiza una inspección para asegurar su calidad y frescura.
- **Lavado:** El pernil es sometidos a un proceso de lavado para eliminar cualquier suciedad o contaminante superficial.
- **Desposte:** Se procede a eliminar los huesos y se realiza la limpieza del exceso de grasa.

- **Troceado:** La carne de cerdo son cortados en trozos más pequeños para disminuir su espesor y aumentar la superficie de contacto con la solución curante.
- **Curado:** Según García (2008), se estima que, durante el proceso de curado, el pernil absorberá alrededor de 20 ml de solución curante por cada 100 g de pernil. Para lograr este objetivo, se lleva a cabo el siguiente procedimiento: se inyectarán 15 ml de solución curante por cada 100 g de pernil, con la condición de que tanto la solución como el pernil se encuentren previamente refrigeradas. Es fundamental aplicar la inyección de manera uniforme en el pernil. Después de la inyección, el pernil se sumerge en la misma solución curante, manteniéndola refrigerada durante un período de 36-48 horas, durante el cual se estima que el pernil absorberá los 5 ml de solución curante por cada 100 g de pernil para alcanzar la cantidad total de aproximadamente 20 ml por cada 100 g.

Cuadro 6.- Concentración de aditivos para la solución salina.

Aditivo	Cantidad en porcentaje (%)
Sal común (NaCL)	7,350
Azúcar	1,420
Sal de cura (NaCL, nitritos y nitratos)	1,500
Fosfatos	2,400
Eritorbatos	0,285

Fuente: García (2008)

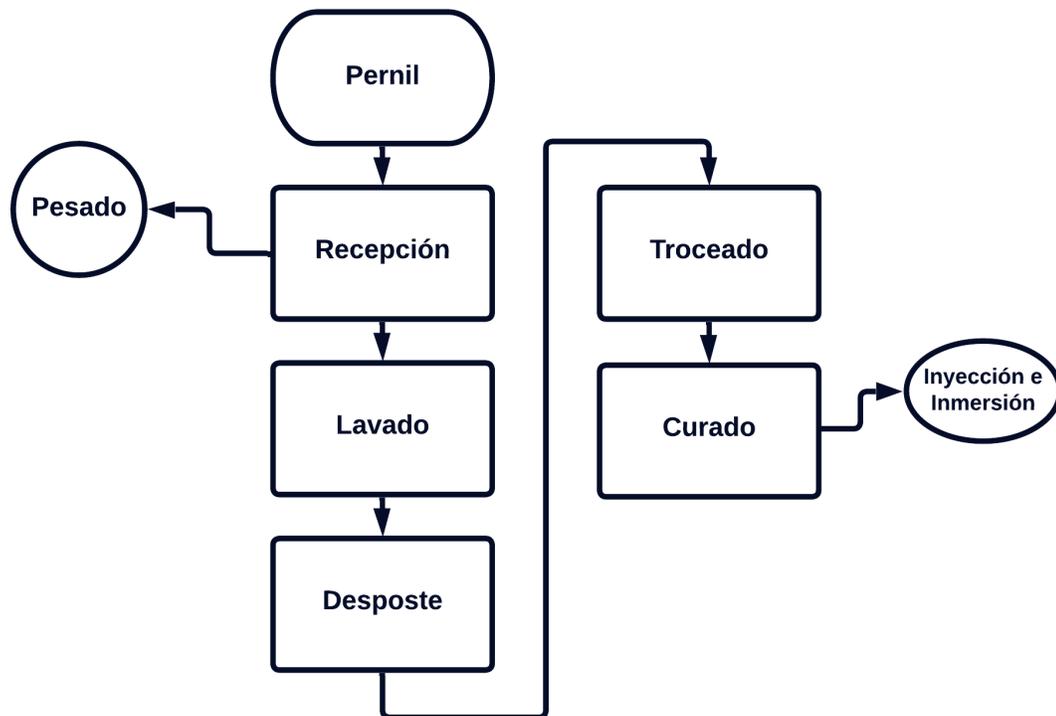


Figura 7.- Diagrama tecnológico para la obtención del pernil curado.

Fuente: García (2008)

b) Metodología para la obtención de pulpa de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*)

La obtención de la pulpa de tilapia se realizará de acuerdo a la metodología propuesta por Sabas, A. y Ruiz, J. (2020), (Figura 8), la cual se describe a continuación.

- **Recepción:** Se reciben las tilapias frescas y se verifica su calidad y frescura para asegurar que cumplan con los estándares establecidos para la elaboración del producto.
- **Lavado:** Las tilapias son sometidas a un proceso de lavado para eliminar cualquier suciedad o impureza superficial. Posteriormente se elimina la cabeza siguiendo la línea del opérculo para aprovechar al máximo la carne del pescado.

- **Descamado:** Se procede a retirar las escamas de las tilapias, lo que permitirá mejorar la presentación y textura del producto final.
- **Eviscerado:** Las tilapias son evisceradas, es decir, se les extraen las vísceras internas, asegurando que el producto final esté libre de órganos y pueda ser adecuadamente procesado y se lava muy bien procurando retirar el falso riñón y todos los residuos de sangre.
- **Despulpado:** Los filetes con piel como las piezas de pescado descabezado y eviscerado, se trasladan hacia el área de despulpado, una vez con la máquina limpia y calibrada se procede a introducir cada una de las piezas y los filetes cuidando que no se atasque la entrada de materia prima y la salida del producto, una vez procesada la tilapia se recoge en recipientes limpios de plástico. Cabe mencionar que la pulpa de tilapia no pasara por un proceso de curado.

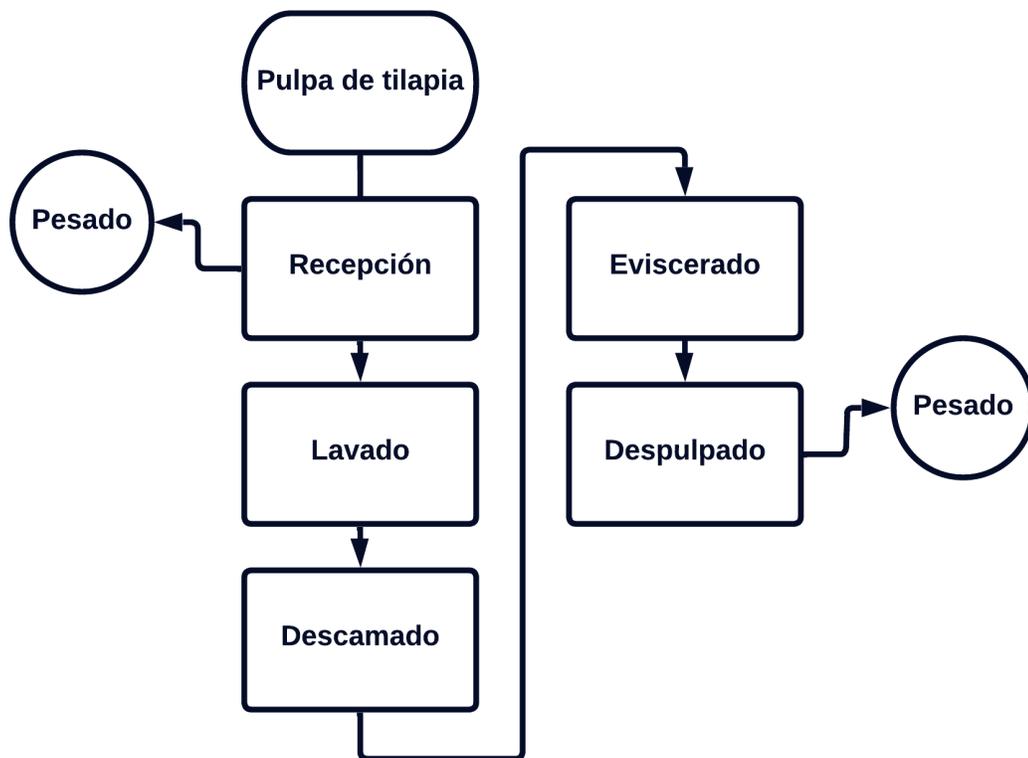


Figura 8.- Diagrama tecnológico para la obtención de pulpa de tilapia.

Fuente: Sabas y Ruiz (2020).

c) **Metodología para la elaboración de la conserva cárnica tipo jamón endiablado con la adición de los ácidos grasos omega-3 provenientes de la tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

Para la obtención del producto final se realizará de acuerdo a la metodología propuesta por García. (2008), (Figura 9) a la cual se le realizaron modificaciones con respecto a la inclusión de la pulpa de la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) la cual se describe a continuación.

- **Formulación:** Con la pulpa de tilapia obtenida, se procede a realizar la formulación del producto cárnico enlatado, incorporando también la carne de cerdo y el aceite de girasol. Durante este paso, se determinarán las cantidades adecuadas de cada ingrediente y aditivo para asegurar el equilibrio de sabores y nutrientes en el producto final.
- **Cocinado a vapor:** La carne curada y la pulpa de tilapia son cocinados simultáneamente en una cocina de vapor bajo la acción del vapor vivo durante un periodo de una hora, teniendo en cuenta una temperatura de 80°C, lo que contribuye a una cocción uniforme y una mejor retención de sabor.
- **Cutter:** La carne cocinada, el aceite de girasol y la pulpa de tilapia se incorporan en la cortadora (Cutter) junto con los demás ingredientes y aditivos. La cortadora se pone en marcha hasta obtener la consistencia deseada para el producto final, conocido como "Jamón endiablado."
- **Batido:** La mezcla se traslada a un recipiente de acero inoxidable de fondo redondeado para facilitar el batido del contenido durante el calentamiento. El proceso de batido se realiza repetidas veces hasta que la mezcla alcance una temperatura de 80°C, asegurando así una distribución homogénea del calor y los sabores.
- **Llenado:** La mezcla se procede a llenar en latas adecuadas para el enlatado del producto. Una de las latas tendrá colocado un termopar para medir la temperatura en el centro de la lata y garantizar una correcta cocción.

- **Tapado/Sellado:** El tapado de las latas se realiza cuando la mezcla aún está caliente, aproximadamente a unos 75°C, dejando un pequeño espacio de cabeza para permitir la expansión durante el proceso de esterilización.
- **Esterilización:** Una vez que todas las latas han sido colocadas en la cesta del autoclave, se procede a la operación de esterilización. La esterilización se realiza mediante el método de adición, calculando el valor de F (tratamiento térmico necesario para eliminar microorganismos patógenos) para garantizar la seguridad y durabilidad del producto enlatado. El valor mínimo en la sumatoria del valor de F total necesario para garantizar la seguridad del producto debe ser mayor a 2.52.
- **Almacenamiento:** Finalmente, las latas esterilizadas son almacenadas en condiciones adecuadas para su distribución y comercialización.

Este proceso tecnológico detallado tiene como objetivo garantizar la calidad, seguridad y características organolépticas óptimas del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia, asegurando así su aceptación por parte de los consumidores y su viabilidad comercial en el mercado.

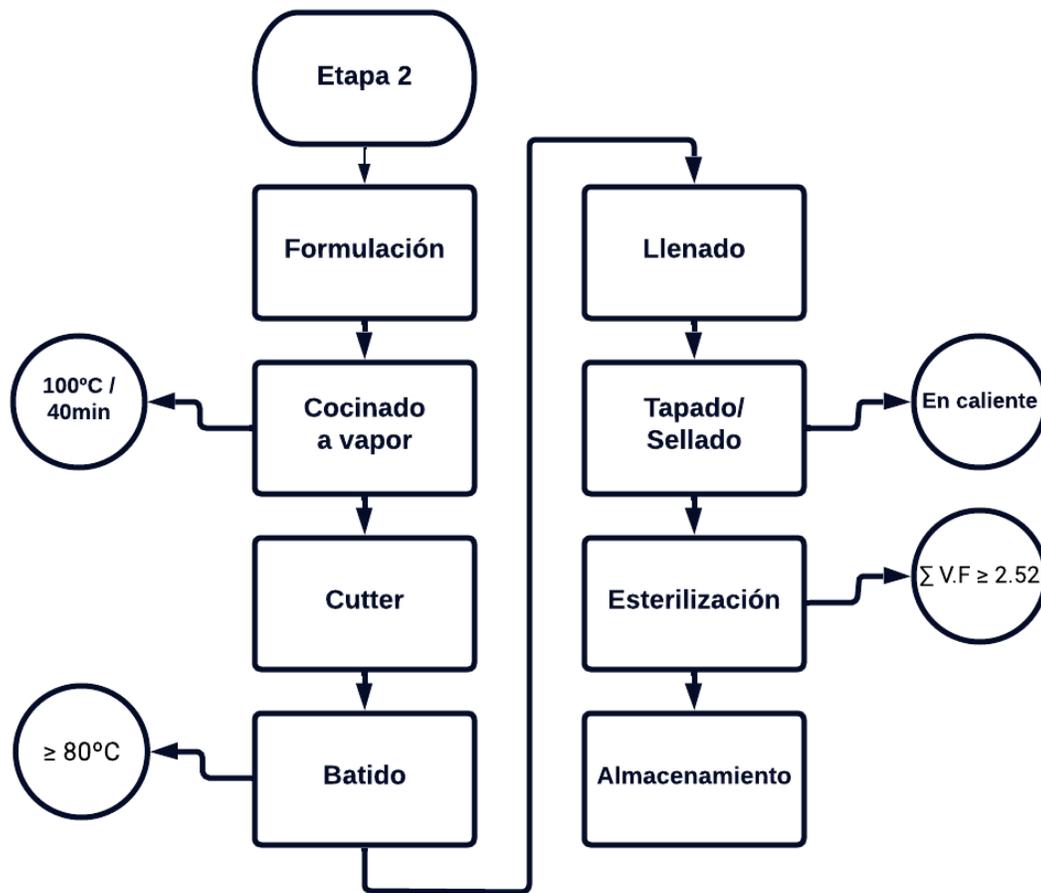


Figura 9.- Diagrama tecnológico para la obtención de la conserva cárnica tipo jamón endiabado.

Fuente: García. (2008) y Castro (2024)

d) Metodología para la realización de las pruebas piloto

Se llevaron a cabo pruebas piloto con el propósito de familiarizarse con el procedimiento de preparación de un producto cárnico similar al jamón endiabado, enriquecido con ácidos grasos omega 3 extraídos de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). También se utilizó esta oportunidad para adquirir experiencia en el uso de los instrumentos y equipos necesarios en la elaboración de este producto. Además, a través de estas pruebas preliminares, se pudo determinar los valores

óptimos de pulpa de tilapia y carne de cerdo a utilizar, lo cual es esencial para definir los parámetros necesarios en la matriz de diseño.

Previamente al experimento principal, se llevó a cabo un ensayo que consistía en tres unidades experimentales, cada una con diferentes niveles de los factores recomendados en la literatura, como se detalla en el cuadro 7. Cabe destacar que en cada una de estas tres unidades experimentales se realizaron cuatro repeticiones, lo que significa que de una unidad experimental se obtuvieron cinco repeticiones en total. Este mismo enfoque se aplicó a las otras dos unidades experimentales, generando un total de quince muestras en el conjunto de los experimentos.

Cuadro 7.- Rangos de los factores experimentales de las pruebas piloto.

Pruebas piloto	(X₁) Pulpa de tilapia (%)	(X₂) Carne de cerdo (%)	(X₃) Aceite de girasol (%)
1	32.83	35.67	30
2	31.00	44.50	23.00
3	23.50	50.00	25.00

A continuación, en el cuadro 8, se presentan los rangos y niveles naturales que se emplearon en el experimento con el propósito de desarrollar los diferentes tratamientos de pulpa de tilapia, aceite de girasol y carne de cerdo.

Cuadro 8.- Rangos y niveles de los factores de la investigación utilizados en el experimento final.

Variables independientes	Niveles		
	-1	0	1
(X₁) Pulpa de tilapia	28.00	31.00	34.00
(X₂) Carne de cerdo	41.50	44.50	47.50
(X₃) Aceite de girasol	20.00	23.00	26.00

e) Metodología para la preparación de las unidades experimentales

Se crearon tres unidades experimentales de la conserva cárnica siguiendo las pautas establecidas en la matriz de diseño de tratamientos, la cual se encuentra detallada en el cuadro 9. En estas unidades, se aplicaron las cantidades correspondientes de los factores en estudio (X_1 , X_2 y X_3).

Cuadro 9.- Matriz de diseño con valores naturales en el experimento final de la conserva cárnica.

	Factores experimentales		
Tratamientos	(X_1) Pulpa de tilapia	(X_2) carne de cerdo	(X_3) Aceite de girasol
1	28.00	44.50	26.00
2	34.00	41.50	23.00
3	31.00	47.50	20.00

f) Metodología para la recolección de los análisis físicos y químicos

Para llevar a cabo esta etapa de la investigación, se ha propuesto una metodología que se basa en análisis físicos y químicos con el propósito de comprender la composición de las unidades experimentales que mostraron un mejor desempeño durante el ensayo, así como la materia prima que se utilizará en los tratamientos de la matriz de diseño y la unidad experimental que exhibió las características más favorables durante el proceso.

Se realizaron mediciones de las variables de interés para la conserva cárnica (tales como pH, Potencial redox, Acidez titulable (ATT), Humedad y Cenizas en todas las unidades experimentales. Estas mediciones se llevaron a cabo utilizando los métodos de análisis físicos y químicos que se describen a continuación:

- **pH:** La medición del pH se llevó a cabo siguiendo la Norma Venezolana COVENIN N.º 1315 – 2021.
- **Potencial redox:** La medición del potencial redox se llevó a cabo siguiendo la misma norma COVENIN N.º 1315 – 2021 para pH, directamente desde el Phmetro, los valores son dados por el equipo de forma directa en mV.
- **Humedad:** El porcentaje de humedad se determinó siguiendo la Norma Venezolana COVENIN N.º 1120- 97.
- **Cenizas:** La cantidad de cenizas se determinó siguiendo la Norma Venezolana COVENIN N.º 1220 - 1999.
- **Acidez Titulable Total (ATT):** La determinación de la acidez titulable total se basó en la Norma Venezolana COVENIN N.º 658 – 1997. Los resultados se calcularon mediante la expresión siguiente:

$$Ac = \frac{V * N * Pmeq}{G} * 100$$

Dónde:

Ac: Contenido de ácido láctico (g / 100 g)

V: Volumen del NaOH consumido en la titulación

N: Normalidad de la solución alcalina.

Pmeq: Peso equivalente del ácido predominante (g/100 g)

G: Peso de la muestra considerada en la dilución

g) Metodología para valorar los atributos sensoriales del producto terminado.

Para la evaluación sensorial de nuestro producto enlatado, se llevará a cabo una degustación para evaluar los atributos de color, olor, sabor y aceptación. Se utilizará una prueba de catación con una escala hedónica de 4 puntos, donde se pedirá a los consumidores que evalúen las muestras

codificadas, indicando su grado de agrado en cada categoría, que va desde "no me gusta" hasta "me gusta mucho". Las muestras se presentarán en recipientes idénticas y estarán codificadas con números aleatorios de 3 dígitos para garantizar la imparcialidad en la evaluación. Posteriormente, los puntajes numéricos asignados a cada muestra se tabularán y analizarán mediante análisis de varianza (ANOVA) con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para determinar si existen diferencias significativas en los promedios de los puntajes asignados a las muestras. A continuación, se presenta la encuesta a aplicar para la evaluación del producto cárnico enlatado.

Prueba Sensorial De Escala Hedónica De 4 Puntos

Producto: Enlatado tipo jamón endiablado enriquecido con Omega-3 de tilapia

Nombre: _____ Fecha: _____

Por favor, pruebe las muestras en el orden indicado y evalúe su nivel de agrado con cada muestra, marcando el punto en la escala que mejor describa su opinión sobre el producto codificado. Agradeceríamos si pudiera proporcionar su razón para esta evaluación.

Cuadro 10.- Metodología para valorar los atributos sensoriales del producto terminado.

	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
No me gusta	-	-	-	-	-
Me gusta poco	-	-	-	-	-
Me gusta moderadamente	-	-	-	-	-
Me gusta mucho	-	-	-	-	-

III.1.3.3. Técnica de recolección de datos

III.1.3.3.1. Técnica de recolección de datos para la caracterización física y química del enlatado cárnico tipo jamón endiabado.

Determinación del pH (Acidez Iónica): La determinación del pH en las muestras de carne se lleva a cabo siguiendo la Norma Venezolana COVENIN N.º 1315 – 2021. El método implica la medición del potencial de iones de hidrógeno en la muestra para determinar la acidez iónica. Para realizar este análisis, se utiliza un medidor de pH calibrado según las especificaciones de la norma. Se toman 10 gr de carne y 90gr de H₂O se mezclan y se analiza usando el medidor de pH.

Potencial de Oxidación (ORP): La medición del Potencial de Oxidación (ORP) se realiza para evaluar la capacidad de oxidación o reducción de las sustancias en la muestra. Este análisis proporciona información sobre la estabilidad y calidad de la muestra. La medición del potencial redox se llevó a cabo siguiendo la misma norma COVENIN N.º 1315 – 2021 para pH, directamente desde el Phmetro, los valores son dados por el equipo de forma directa en mV.

Determinación del Porcentaje de Humedad: La determinación del porcentaje de humedad en las muestras de carne sigue la Norma Venezolana COVENIN 1120-97. Este método implica la pérdida de peso de la muestra al ser sometida a condiciones controladas de temperatura. El método de determinación de humedad en la norma covenin 1120 se basa en el principio de secado por estufa a una temperatura constante de 105°C hasta obtener un peso constante. Los pasos son los siguientes:

- Pesar una cápsula de aluminio vacía y seca, y anotar el peso como M1.
- Colocar una cantidad de muestra (entre 2 y 10 g) en la cápsula, distribuyéndola uniformemente, y pesar la cápsula con la muestra, anotando el peso como M2.

- Introducir la cápsula con la muestra en una estufa a 105°C durante 3 horas.
- Retirar la cápsula de la estufa, colocarla en un desecador hasta que se enfríe, y pesar la cápsula con la muestra seca, anotando el peso como M3.
- Repetir los pasos 3 y 4 hasta obtener dos pesos consecutivos iguales o con una diferencia menor o igual a 0,0002 g.
- Calcular el porcentaje de humedad de la muestra usando la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} * 100$$

Donde:

%H: porcentaje de humedad de la muestra, expresado en base húmeda.

M1: masa de la cápsula vacía, en gramos.

M2: masa de la cápsula con la muestra antes del secado, en gramos.

M3: masa de la cápsula con la muestra después del secado, en gramos.

Determinación de Cenizas: La determinación del porcentaje de cenizas en las muestras de carne sigue la Norma Venezolana COVENIN 1220-99. El método implica la incineración controlada de la muestra para dejar solo las cenizas. El método de determinación de cenizas en la norma COVENIN 1220 se basa en el principio de calcinación de la muestra a una temperatura de 550°C hasta obtener un residuo inorgánico constante¹. Los pasos son los siguientes:

- Pesar una cápsula de porcelana vacía y seca, y anotar el peso como M0.
- Colocar una cantidad de muestra (entre 1 y 5 g) en la cápsula, distribuyéndola uniformemente, y pesar la cápsula con la muestra, anotando el peso como M1.
- Introducir la cápsula con la muestra en un horno de mufla a 550°C durante 3 horas.
- Retirar la cápsula del horno, colocarla en un desecador hasta que se enfríe, y pesar la cápsula con el residuo, anotando el peso como M2.

- Repetir los pasos 3 y 4 hasta obtener dos pesos consecutivos iguales o con una diferencia menor o igual a 0,0002 g.
- Calcular el porcentaje de cenizas de la muestra usando la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} * 100$$

Donde:

%C: porcentaje de cenizas de la muestra, expresado en base seca.

M0: masa de la cápsula vacía, en gramos.

M1: masa de la cápsula con la muestra antes de la calcinación, en gramos.

M2: masa de la cápsula con el residuo después de la calcinación, en gramos.

Acidez Titulable Total (ATT): La determinación de la acidez titulable total se realiza según la Norma Venezolana COVENIN 658-97. Este método involucra la titulación de la muestra con una solución alcalina para medir la cantidad total de ácidos presentes. El método de determinación de ATT (acidez titulable total) en la norma covenin 658 se basa en el principio de neutralización de la muestra con una solución alcalina de concentración conocida, usando un indicador apropiado. Los pasos son los siguientes:

- Pesar una cantidad de muestra (entre 2 y 10 g) y transferirla a un matraz aforado de 100 mL, completar el volumen con agua destilada y agitar bien.
- Tomar una alícuota de 10 mL de la solución anterior y colocarla en un erlenmeyer de 250 mL, agregar 50 mL de agua destilada y 2 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.
- Titular con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta el viraje del indicador a color rosado, anotar el volumen gastado como V1.
- Agregar 2 gotas de naranja de metilo al 0,1% como indicador y continuar la titulación hasta el viraje del indicador a color amarillo, anotar el volumen gastado como V2.
- Calcular el porcentaje de ATT de la muestra usando la siguiente fórmula:

$$\%ATT = \frac{(V1 + V2) * N * 0.064 * 100}{P}$$

Donde:

- %ATT: porcentaje de acidez titulable total de la muestra, expresado en gramos de ácido cítrico por 100 g de muestra.
- V1: volumen de hidróxido de sodio 0,1 N gastado en la primera titulación, en mL.
- V2: volumen de hidróxido de sodio 0,1 N gastado en la segunda titulación, en mL.
- N: normalidad de la solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- P: peso de la muestra, en g.

III.1.3.4. Técnica de recolección de datos para el diseño estadístico

Para el diseño experimental los datos fueron recopilados como se muestra en el cuadro 9, cumpliendo cada una de las corridas estadísticas y respetando el principio de aleatorización durante la ejecución del experimento.

Cuadro 11.- Matriz de diseño experimental, de diseño completamente aleatorizado, con 3 unidades experimentales.

Tratamientos	(X ₁) Pulpa de tilapia (%)	(X ₂) Carne de cerdo (%)	(X ₃) Aceite de girasol (%)	Y ₁ pH	Y ₂ Potencial redox (mV)	Y ₃ Porcentaje de humedad (%)	Y ₄ Porcentaje de cenizas (%)	Y ₅ Acidez titulable total (%)
1	28.00	44.50	26.00					
2	34.00	41.50	23.00					
3	31.00	47.50	20.00					

III.1.3.5. Técnica de recolección de datos para la evaluación sensorial del producto cárnico tipo jamón endiabado

Para la recolección de datos sensoriales se utilizó una escala hedónica no estructurada de 0 a 4 cm, donde se le indicó al grupo de consumidores lo siguiente, a continuación, se presenta la siguiente encuesta donde usted evaluará los atributos sensoriales del jamón endiabado.

Cuadro 12.- Método para la recolección de datos para la evaluación sensorial

	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
No me gusta	-	-	-	-	-
Me gusta poco	-	-	-	-	-
Me gusta moderadamente	-	-	-	-	-
Me gusta mucho	-	-	-	-	-

III.1.3.6. Técnica de análisis de datos

Los resultados de la caracterización del jamón endiabado se analizaron mediante estadística descriptiva de cálculos de media con la ayuda de Excel 2017, mientras que los datos sensoriales se procesaron con la ayuda del software estadístico Statgraphics centurión con prueba de media L.S.D. (Mínima Diferencia Significativa). Los análisis matemáticos, estadísticos y gráficos se realizaron con los software Statistica v.07 y JMP v. 4.0 El software Statistica se utilizó para obtener las gráficas de superficie de respuesta y los análisis de varianza de las respuestas medidas.

CAPITULO IV

IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1.1. Resultados de la caracterización físicas y químicas de la materia en su estado natural: Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras llevar a cabo la caracterización física y química de la materia en su estado natural, centrándonos específicamente en la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Estos análisis proporcionan una visión detallada de las propiedades fundamentales de la tilapia, tanto en términos de su composición física como de su contenido químico.

Cuadro 13. - Características físicas y químicas de la materia prima: Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
Análisis	Resultados
Potencial de hidrogeno (pH)	6.38
Acidez titulable total (ATT)	0.033 %
Cenizas (%)	1.84 %
Humedad (%)	79.94 %
Potencial oxido reducción (POR)	-94 mV

El análisis de la materia prima, *Oreochromis niloticus*, revela información crítica sobre sus propiedades físicas y químicas, ofreciendo una visión detallada de su composición. Uno de los parámetros fundamentales es el Potencial de Hidrógeno (pH), que se sitúa en 6.38. Este valor indica una ligera tendencia hacia la acidez, lo cual es esencial para comprender las características organolépticas del pescado. Un pH en este

rango sugiere que el producto podría exhibir una frescura y calidad aceptable, pero es crucial tener en cuenta cómo este factor se correlaciona con otros aspectos del análisis.

La Acidez Titulable Total (ATT) constituye otro indicador crucial, y en este caso, se registra un valor de 0.033%. Este resultado refleja la cantidad de ácidos presentes en la materia prima, contribuyendo a su sabor y conservación. La baja ATT sugiere que el pescado puede tener un perfil de sabor más suave, pero la relación con el pH podría influir en la estabilidad del producto durante el almacenamiento y transporte.

El contenido de Cenizas, un indicador de los minerales presentes, se encuentra en 1.84%. Este valor puede ser esencial para evaluar la calidad nutricional del pescado. Un porcentaje adecuado de cenizas sugiere la presencia de minerales esenciales para la salud, como calcio y fósforo. Una cantidad adecuada de cenizas es esencial para la calidad nutricional del producto final, y este resultado podría indicar un contenido mineral equilibrado en *Oreochromis niloticus*.

La Humedad, con un 79.94%, revela la cantidad de agua presente en la materia prima. Este parámetro es esencial para evaluar la frescura del pescado, ya que un alto contenido de humedad podría indicar un producto más jugoso y menos propenso a la deshidratación. Sin embargo, también se debe considerar en relación con la estabilidad microbiológica y la vida útil del producto, ya que la humedad excesiva puede propiciar el crecimiento de microorganismos no deseados.

El Potencial de Óxido-Reducción, medido en -94 mV, proporciona información sobre la actividad antioxidante de la materia prima. Un valor negativo indica un potencial antioxidante, lo que podría contribuir a la protección del pescado contra la oxidación y el deterioro. Este dato es crucial para comprender la estabilidad lipídica y la calidad nutricional a lo largo del tiempo. En presencia de oxígeno, los componentes lipídicos y proteicos de la materia prima pueden ser susceptibles a la oxidación, lo que conduce a cambios en el sabor, color y textura, así como a la pérdida de nutrientes esenciales.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan datos significativos en relación con el contenido de humedad y cenizas en comparación con investigaciones anteriores.

Es crucial destacar que el porcentaje de humedad registrado, que asciende al 79.94%, se encuentra dentro de un rango similar a los análisis realizados por Sisa (2015) en la especie *Oreochromis niloticus*. En la investigación previa, los valores para la humedad oscilaron entre 78.11% y 80.03%, lo que sugiere una consistencia notable en los resultados. Asimismo, en cuanto al porcentaje de cenizas, los datos obtenidos (1.84%) también muestran similitudes con los rangos registrados por Sisa, que variaron entre 1.14% y 1.30%. Estas coincidencias refuerzan la validez y coherencia de los resultados actuales, respaldando la relevancia de este estudio en el contexto de la composición química de la especie investigada.

En conjunto, estos análisis ofrecen una visión integral de la materia prima *Oreochromis niloticus*, permitiendo tomar decisiones informadas sobre su procesamiento, almacenamiento y comercialización. La interrelación entre los diferentes parámetros destaca la complejidad de la composición del pescado y la importancia de considerar múltiples factores para garantizar la calidad y seguridad alimentaria.

IV.1.2. Optimizar el proceso tecnológico de obtención del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia

En el presente estudio, se logró la optimización del proceso tecnológico para la obtención del producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia. Esta optimización se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por García (2008), adaptada específicamente a las características de nuestra investigación.

Una de las modificaciones significativas se encontró en la formulación del producto final. Se llevó a cabo un cambio sustancial en los ingredientes, destacando la sustitución del tocino por aceite de girasol. Esta modificación no solo contribuye a reducir el contenido de grasas saturadas en el producto final, sino que también añade beneficios nutricionales al incorporar una fuente de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente omega-3, provenientes del aceite de girasol.

Asimismo, se realizó un ajuste en la proporción de carne de cerdo y pulpa de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*). Este ajuste tiene como objetivo mejorar la composición nutricional del producto final, buscando un equilibrio entre las proteínas provenientes de ambas fuentes. La inclusión de pulpa de tilapia negra no solo aporta proteínas de alta calidad, sino que también introduce ácidos grasos omega-3, contribuyendo a potenciar los beneficios para la salud asociados con este tipo de grasas.

En relación a los aditivos, no se observaron cambios en sus proporciones. Esto sugiere que la metodología original de incorporación de aditivos, establecida previamente, se mantiene efectiva y no requiere ajustes. La estabilidad en las proporciones de aditivos es crucial para garantizar la calidad sensorial y la vida útil del producto enlatado. La formulación más eficaz y validada demostró ser la siguiente:

Cuadro 14.- Formulación del producto final.

Ingredientes y aditivos	Porcentaje
Carne de cerdo curada y cocida	41.50
Pulpa de tilapia negra (Cocida)	34.00
Aceite de girasol	23.00
Mostaza	0.500
Nuez moscada	0.200
Ajo molido	0.160
Pimienta blanca molida	0.160
sal	0.480
Total	100

En consonancia con la mejora en la composición de ingredientes, cabe destacar que la optimización del proceso no solo se limitó a dichos componentes, sino que también abordó la eficiencia de las etapas de procesamiento. Específicamente, se

implementaron ajustes en los tiempos y temperaturas de cocción para garantizar la seguridad alimentaria y preservar las propiedades organolépticas del producto final.

Una consideración crucial durante la optimización fue la divergencia en las características de la carne de cerdo y la pulpa de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*). La variabilidad en la textura, densidad y contenido de grasa de ambas fuentes proteicas influyó en la determinación de las temperaturas de cocción adecuadas. Se observó que la carne de cerdo requería temperaturas ligeramente superiores para garantizar la completa cocción y la eliminación de posibles patógenos (100 °C por 50 minutos), mientras que la pulpa de tilapia respondía de manera óptima a temperaturas ligeramente más bajas para conservar su jugosidad y características sensoriales (100 °C por 30 minutos).

En relación a la esterilización del producto enlatado, fase esencial para garantizar la seguridad microbiológica y la prolongada vida útil del producto, se implementaron medidas específicas utilizando el Método de Adición para calcular el valor "F", representativo del efecto destructivo o valor letal alcanzado durante el procesamiento térmico del producto enlatado. Este método se basa en la medición continua de la temperatura en el punto frío de la conserva a intervalos de un minuto durante las etapas de calentamiento y enfriamiento.

Durante la fase de calentamiento, se obtuvo un valor de "F" igual a 4.0962. Este resultado refleja la efectividad del proceso térmico en inactivar microorganismos patógenos y no patógenos, contribuyendo significativamente a la seguridad microbiológica del producto. En la fase de enfriamiento, se registró un valor de "F" igual a 1.1046.

El valor total de "F" acumulado, considerando ambas fases, fue de 5.2008, alcanzado en un tiempo total de 38 minutos. Es esencial destacar que este valor supera significativamente el umbral mínimo necesario para la eliminación del *Clostridium botulinum*, que se establece en un valor total de "F" igual a 2.52. Además, se ha superado el valor mínimo de esterilización, fijado en un total de "F" igual a 3, el cual se conoce como esterilización comercial.

Estos resultados indican de manera concluyente que el proceso de esterilización ha sido efectivo y seguro, asegurando la inactivación de microorganismos patógenos críticos y cumpliendo con los estándares microbiológicos requeridos para la calidad y seguridad de los productos enlatados.

IV.1.3. Analizar las variables físicas y químicas que se proyecten como óptimas del producto enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia, utilizando herramientas de software estadístico.

La presente investigación, de naturaleza experimental y exploratoria, se llevó a cabo en condiciones completamente aleatorias y sin repeticiones, abordando tres factores experimentales con un total de tres tratamientos. Estas condiciones se establecieron cuidadosamente para asegurar una ejecución óptima del estudio.

Es importante señalar que se realizaron pruebas piloto en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos (LITA) de la UNELLEZ, ubicado en San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. Estas pruebas tuvieron como objetivo determinar la presencia de posibles diferencias significativas entre los tratamientos utilizados para el producto final. Las pruebas piloto desempeñaron un papel crucial al establecer los valores de los factores experimentales y las condiciones de análisis en el laboratorio. Este proceso contribuyó a garantizar la robustez y la validez de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, proporcionando una base sólida para la interpretación de los hallazgos.

Cuadro 15.- Análisis físicos y químicos del producto terminado

Variables independientes	Tratamiento #01	Tratamiento #02	Tratamiento #03
X_1 - Cantidad de pulpa de Tilapia (%)	28.00	34.00	31.00
X_2 - Cantidad de carne de cerdo (%)	44.50	41.50	47.50
X_3 - Cantidad de aceite de Aceite de girasol (%)	26.00	23.00	20
Variables dependientes	Tratamiento #01	Tratamiento #02	Tratamiento #03

Y_1 - pH	6.17	6.22	6.15
Y_2 - ATT (%)	0.069	0.066	0.068
Y_3 - Cenizas (%)	1.67	1.55	1.57
Y_4 - Humedad (%)	54.37	46.16	45.36
Y_5 - Potencial oxido reducción (mV)	-77	-80	-81

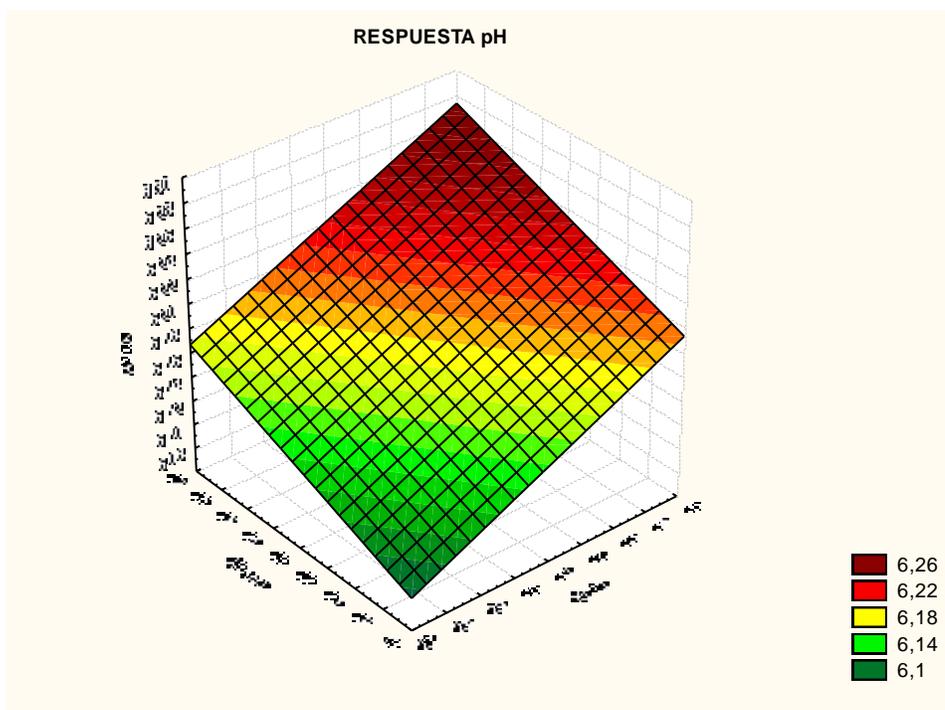
IV.1.3.1. Respuesta pH

Cuadro 16.- Análisis de varianza para la respuesta pH

Fuente	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Trat.	2	2306,9	1153,45	192,24	0,0000**
Error	9	54	6		
Total	11	2360,9			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 192.24, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0000**) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 10.- Gráfica de superficie de la variable respuesta pH



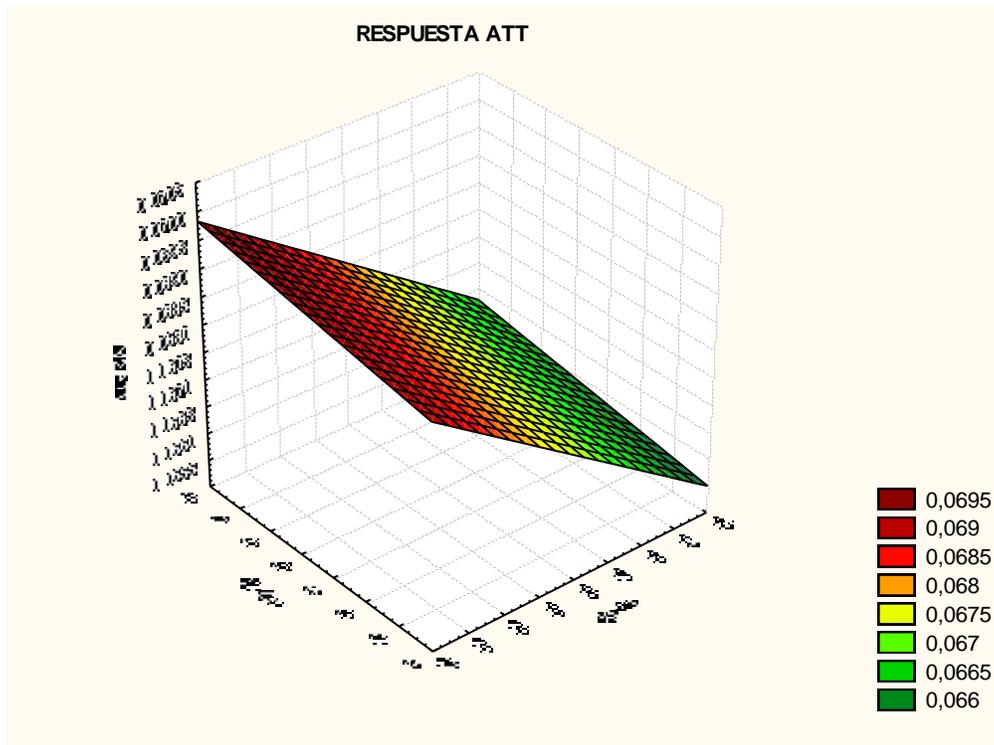
IV.1.3.2. Respuesta ATT

Cuadro 17.- Análisis de varianza para la respuesta ATT

Fuente	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Trat.	2	3124,22	1562,11	260,35	0,0000**
Error	9	54,13	6		
Total	11	3178,35			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 260.35, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0000**) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 11.- Gráfica de superficie de la variable respuesta ATT



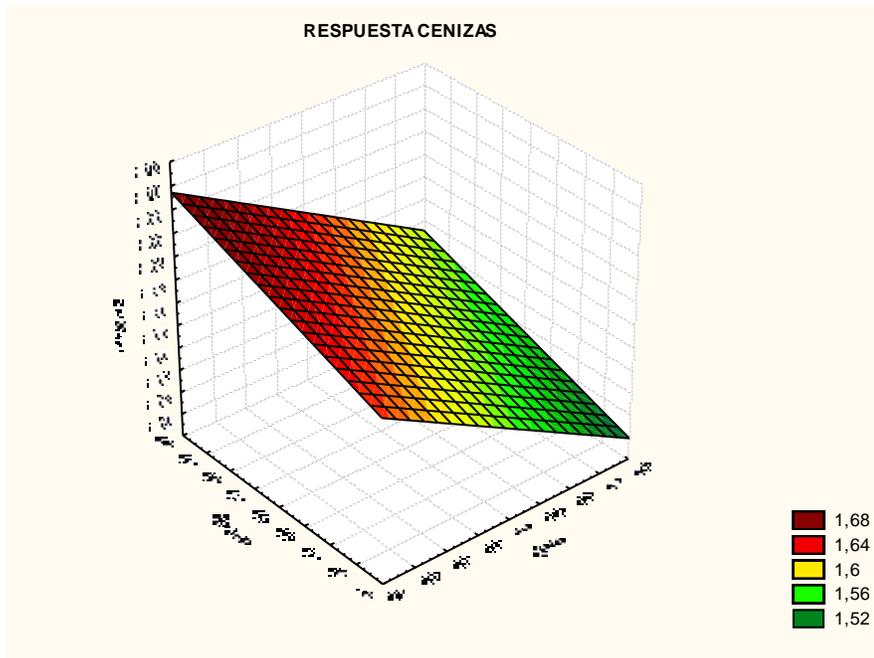
IV.1.3.3. Respuesta Cenizas

Cuadro 18.- Análisis de varianza para la respuesta cenizas

Fuente	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Trat.	2	2903,89	1451,95	241,95	0,0000**
Error	9	54,01	6,00		
Total	11	2957,90			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 241.95, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0000**) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 12.- Gráfica de superficie de la variable respuesta cenizas



IV.1.3.4. Respuesta Humedad

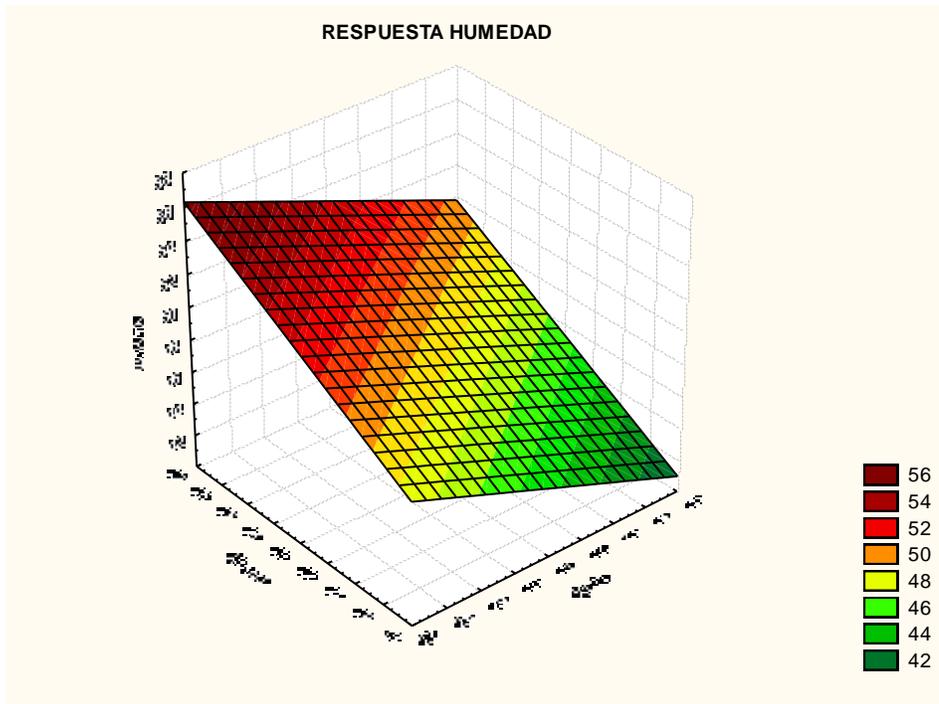
Cuadro 19.- Análisis de varianza para la respuesta humedad

Fuente	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Trat.	2	1269,95	634,98	55,09	0,0000**
Error	9	103,74	11,53		
Total	11	1373,69			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 55.09, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0000**) del test F es menor a

0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 13.- Gráfica de superficie de la variable respuesta humedad



IV.1.3.5. Respuesta Potencial oxido reducción

Cuadro 20.- Análisis de varianza para la respuesta ORP

Fuente	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Trat.	2	29016,56	14508,28	2083,64	0,0000**
Error	9	62,67	6,96		
Total	11	29079,23			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este

caso con un valor de 2083.64, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0000**) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 14.- Gráfica de superficie de la variable respuesta POR

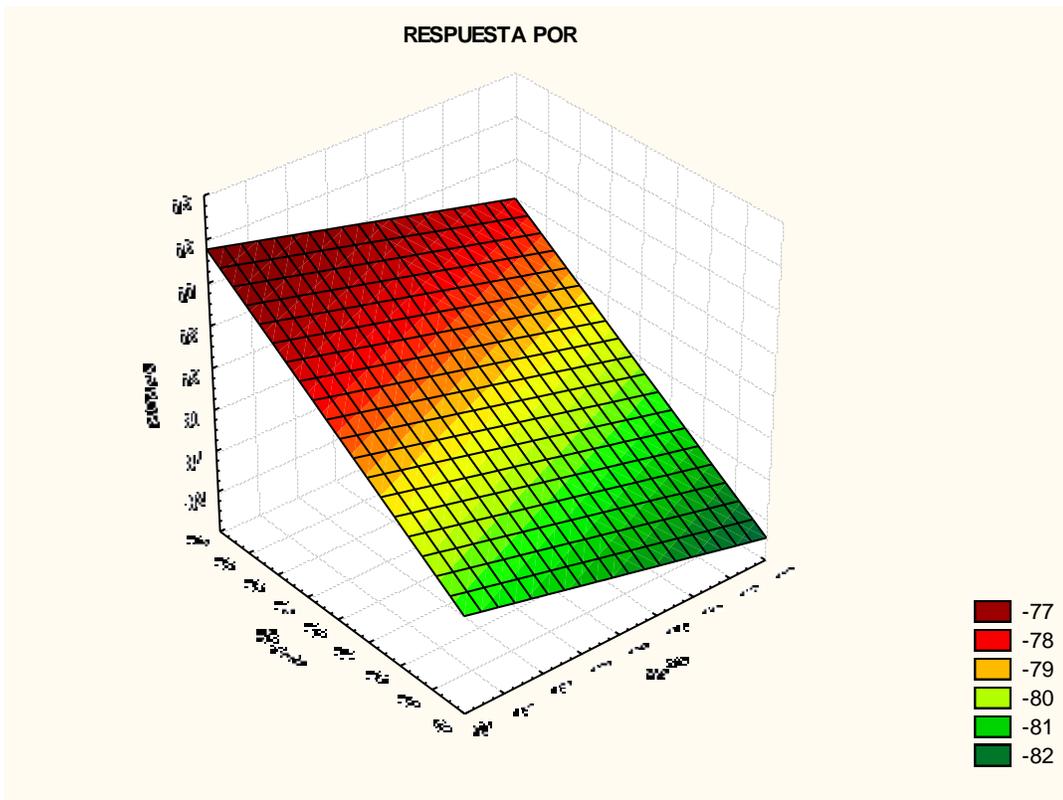
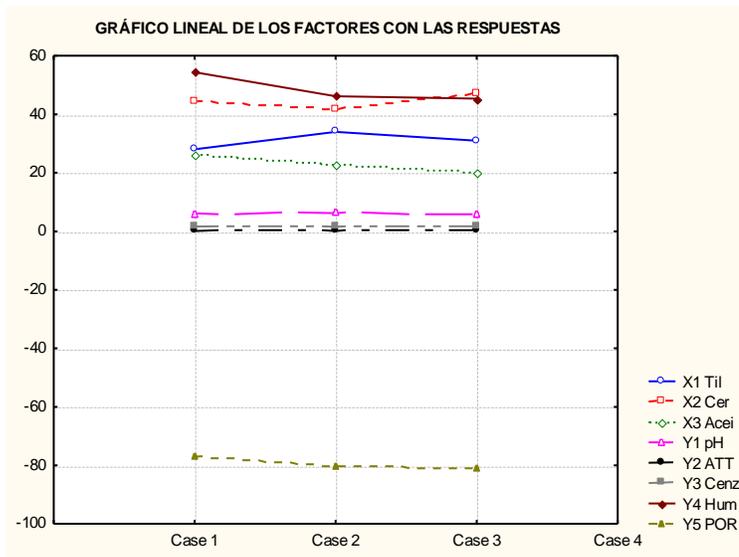


Figura 15.- Gráfico lineal de las variables respuestas



Como se aprecia en el gráfico lineal correspondiente a cada respuesta, los valores exhiben una proximidad notable entre distintos tratamientos. No obstante, es importante señalar que existe una diferencia estadísticamente significativa.

IV.1.4. Evaluar los atributos sensoriales (olor, sabor, color, textura.) y la aceptación global del producto terminado a través de pruebas de comparación múltiples, con el fin de determinar su aceptabilidad entre los consumidores

Con el objetivo de precisar la existencia de diferencias significativas en los diversos atributos (olor, color, sabor y aceptación global) presentes en cada uno de los tratamientos mencionados previamente, se realizó una evaluación mediante comparaciones múltiples utilizando el software Stargrafic Plus 5.1. El propósito era identificar el tratamiento que exhibiera las mejores características. En primera instancia, se aplicó el test de Kruskal-Wallis.

IV.1.4.1 Atributo color

Cuadro 21.- Test Kruskal-Wallis – Atributo color

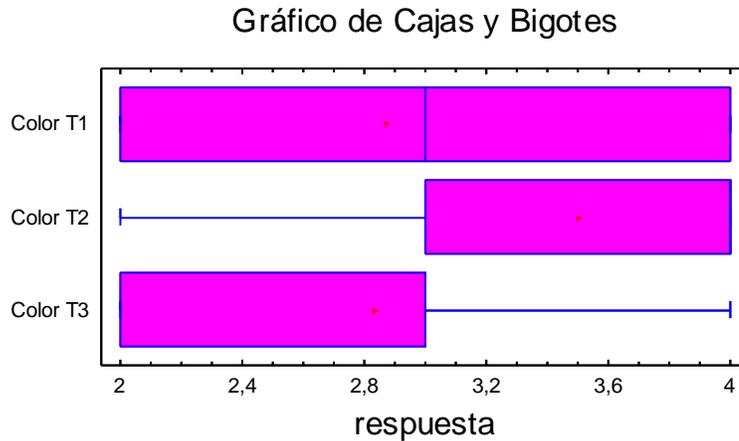
Tamaño Muestral	Rango Medio

Color T1	30	39,5333
Color T2	30	58,7
Color T3	30	38,2667

 Estadístico = 13,0049 P-valor = 0,0014998

Después de calcular el rango medio para los datos en cada columna, se observó un p-valor de 0,0014998, el cual es menor a 0,05. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95,0%. De manera consecutiva, para identificar cuáles medianas son significativamente distintas entre sí, se utilizó un gráfico de cajas y bigotes, el cual se presenta en la figura 10.

Figura 16.- Grafico de cajas y bigotes para atributo color



Cuadro 22.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo color

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	8,46667	2	4,23333	7,50	0,0010
Intra grupos	49,1333	87	0,564751		
Total (Corr.)	57,6	89			

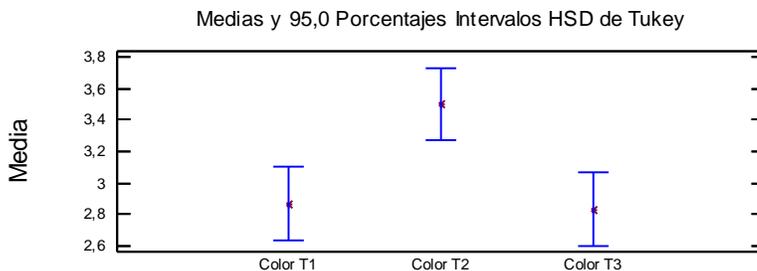
A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 7.49593, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0.0010) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%. A continuación, se presenta el cuadro de medias de Tukey.

Cuadro 23.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo color

	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
Color T1	30	2,86667	0,137204	2,63532	3,09801
Color T2	30	3,5	0,137204	3,26866	3,73134
Color T3	30	2,83333	0,137204	2,60199	3,06468
Total	90	3,06667			

En el cuadro 23 se exhibe la media de cada columna de datos, destacando que el tratamiento N°2 presenta la media más alta (3.5), junto con valores máximos y mínimos que superan a los demás tratamientos. Es relevante señalar que este análisis incluye el error estándar de cada media, que sirve como medida de su variabilidad en la muestra. Los intervalos actuales se fundamentan en el método de Tukey y, en los Tests de Rangos Múltiples, se emplean para identificar diferencias significativas entre las medias.

Figura 17.- Grafico de media para el atributo color



IV.1.4.2 Atributo olor

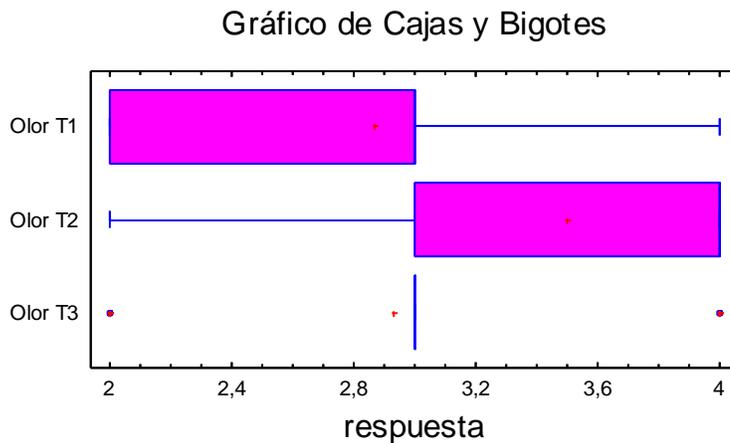
Cuadro 24.- Test Kruskal-Wallis – Atributo olor

	Tamaño Muestral	Rango Medio
Olor T1	30	37,9833
Olor T2	30	58,8
Olor T3	30	39,7167

Estadístico = 13,6205 P-valor = 0,00110241

Después de calcular el rango medio para los datos en cada columna, se observó un p-valor de 0,00110241, el cual es menor a 0,05. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95,0%. De manera consecutiva, para identificar cuáles medianas son significativamente distintas entre sí, se utilizó un gráfico de cajas y bigotes, el cual se presenta en la figura 12.

Figura 18.- Grafico de cajas y bigotes para atributo olor



Cuadro 25.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo olor

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	7,26667	2	3,63333	7,74	0,0008
Intra grupos	40,8333	87	0,469349		

 Total (Corr.) 48,1 89

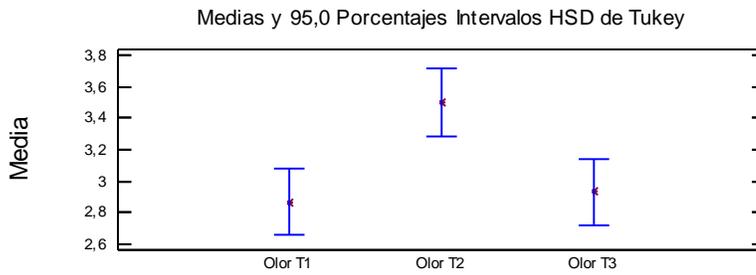
A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 7,74122, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0,0008) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%. A continuación, se presenta el cuadro de medias de Tukey.

Cuadro 26.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo olor

	Frec.	Error Estándar		Límite inf.	Límite sup.
		Media	(s agrupada)		
Olor T1	30	2,86667	0,12508	2,65577	3,07757
Olor T2	30	3,5	0,12508	3,2891	3,7109
Olor T3	30	2,93333	0,12508	2,72243	3,14423
Total	90	3,1			

En el cuadro 26 se exhibe la media de cada columna de datos, destacando que el tratamiento N°2 presenta la media más alta (3.5), junto con valores máximos y mínimos que superan a los demás tratamientos. Es relevante señalar que este análisis incluye el error estándar de cada media, que sirve como medida de su variabilidad en la muestra. Los intervalos actuales se fundamentan en el método de Tukey y, en los Tests de Rangos Múltiples, se emplean para identificar diferencias significativas entre las medias.

Figura 19.- Grafico de medias para el atributo olor



IV.1.4.3. Atributo sabor

Cuadro 27.- Test Kruskal-Wallis – Atributo sabor

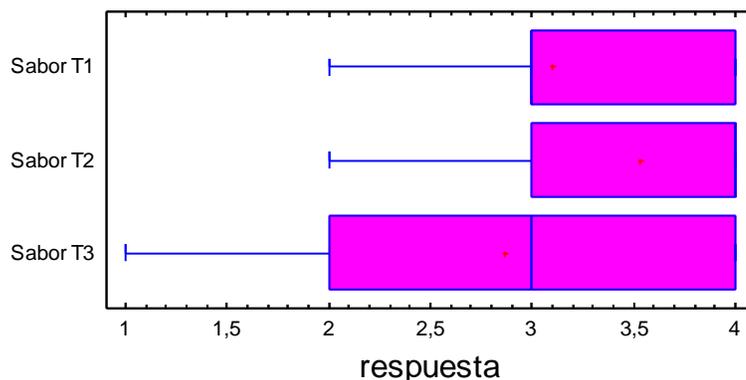
	Tamaño Muestral	Rango Medio
Sabor T1	30	42,5167
Sabor T2	30	57,2667
Sabor T3	30	36,7167

Estadístico = 11,4191 P-valor = 0,00331409

Después de calcular el rango medio para los datos en cada columna, se observó un p-valor de 0,00331409, el cual es menor a 0,05. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95,0%. De manera consecutiva, para identificar cuáles medianas son significativamente distintas entre sí, se utilizó un gráfico de cajas y bigotes, el cual se presenta en la figura 14.

Figura 20.- Grafico de cajas y bigotes para atributo sabor

Gráfico de Cajas y Bigotes



Cuadro 28.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo sabor

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	6,86667	2	3,43333	6,55	0,0022
Intra grupos	45,6333	87	0,524521		
Total (Corr.)	52,5	89			

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 6,54565, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0,0022) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%. A continuación, se presenta el cuadro de medias de Tukey.

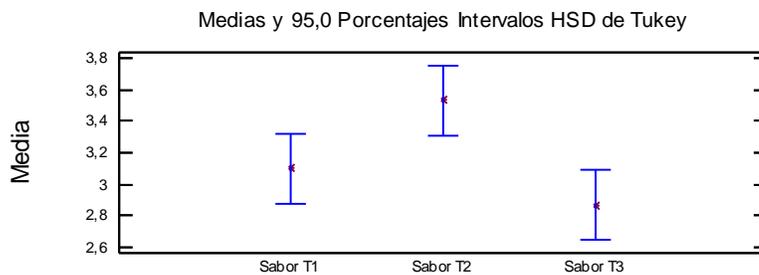
Cuadro 29.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo sabor

	Frec.	Error Estándar			
		Media	(s agrupada)		
			Límite inf.	Límite sup.	
Sabor T1	30	3,1	0,132227	2,87705	3,32295
Sabor T2	30	3,53333	0,132227	3,31038	3,75629
Sabor T3	30	2,86667	0,132227	2,64371	3,08962

Total 90 3,16667

En el cuadro 29 se exhibe la media de cada columna de datos, destacando que el tratamiento N°2 presenta la media más alta (3.53), junto con valores máximos y mínimos que superan a los demás tratamientos. Es relevante señalar que este análisis incluye el error estándar de cada media, que sirve como medida de su variabilidad en la muestra. Los intervalos actuales se fundamentan en el método de Tukey y, en los Tests de Rangos Múltiples, se emplean para identificar diferencias significativas entre las medias.

Figura 21.- Grafico de medias para el atributo sabor



IV.1.4.3. Atributo textura

Cuadro 30.- Test Kruskal-Wallis – Atributo textura

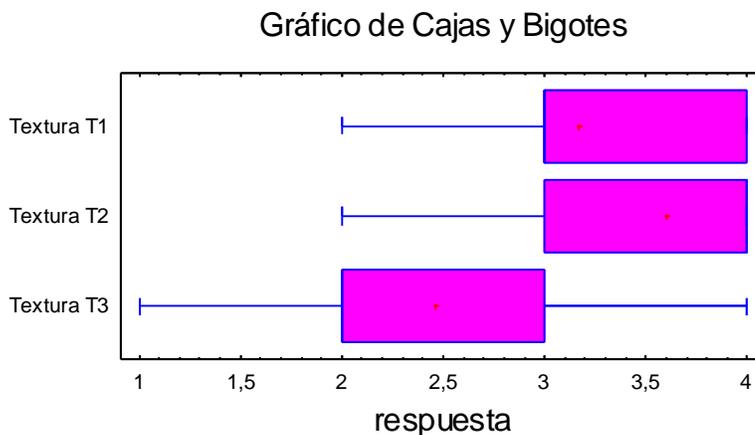
	Tamaño Muestral	Rango Medio
Textura T1	30	47,4833
Textura T2	30	61,8833
Textura T3	30	27,1333

Estadístico = 30,7231 P-valor = 2,13086E-7

Después de calcular el rango medio para los datos en cada columna, se observó un p-valor de 2,13086E-7, el cual es menor a 0,05. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95,0%.

De manera consecutiva, para identificar cuáles medianas son significativamente distintas entre sí, se utilizó un gráfico de cajas y bigotes, el cual se presenta en la figura 16.

Figura 22.- Grafico de cajas y bigotes para atributo textura



Cuadro 31.- ANOVA - Análisis de la Varianza para el atributo textura

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	19,6222	2	9,81111	23,17	0,0000
Intra grupos	36,8333	87	0,423372		
Total (Corr.)	56,4556	89			

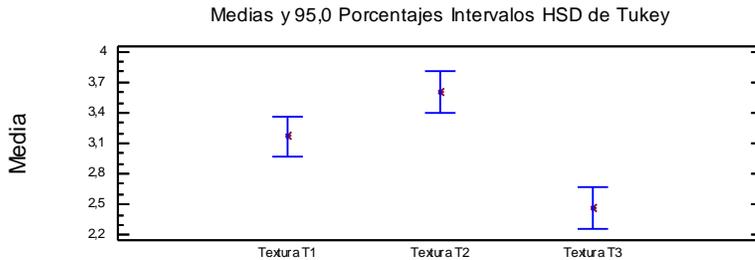
A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 23,1738, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0,0000) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%. A continuación, se presenta el cuadro de medias de Tukey.

Cuadro 32.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para atributo textura

	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
Textura T1	30	3,16667	0,118796	2,96636	3,36697
Textura T2	30	3,6	0,118796	3,3997	3,8003
Textura T3	30	2,46667	0,118796	2,26636	2,66697
Total	90	3,07778			

En el cuadro 32 se exhibe la media de cada columna de datos, destacando que el tratamiento N°2 presenta la media más alta (3.6), junto con valores máximos y mínimos que superan a los demás tratamientos. Es relevante señalar que este análisis incluye el error estándar de cada media, que sirve como medida de su variabilidad en la muestra. Los intervalos actuales se fundamentan en el método de Tukey y, en los Tests de Rangos Múltiples, se emplean para identificar diferencias significativas entre las medias.

Figura 23.- Grafico de medias para el atributo textura



IV.1.4.4. Aceptación global

Cuadro 33.- ANOVA - Análisis de la Varianza para la aceptación global

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	5,4	2	2,7	6,42	0,0025
Intra grupos	36,6	87	0,42069		

 Total (Corr.) 42,0 89

A continuación, la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes distintos: uno entre grupos y otro dentro de cada grupo. El F-ratio, en este caso con un valor de 6,41803, representa la relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Dado que el p-valor (0,0025) del test F es menor a 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables, con un nivel de confianza del 95.0%. A continuación, se presenta el cuadro de medias de Tukey.

Cuadro 34.- Contraste múltiple de rango

 Método: 95,0 porcentaje LSD

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Aceptación T3	30	3,03333	X
Aceptación T1	30	3,33333	XX
Aceptación T2	30	3,63333	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Aceptación T1 - Aceptación T2	-0,3	0,332864
Aceptación T1 - Aceptación T3	0,3	0,332864
Aceptación T2 - Aceptación T3	*0,6	0,332864

* indica una diferencia significativa.

El cuadro 34 previamente presentado utilizó un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que difieren significativamente entre sí. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco indica que estas diferencias son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen el signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método utilizado para discernir entre las

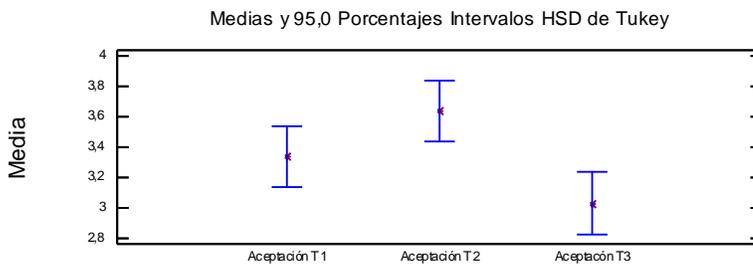
medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, existe un riesgo del 5,0% de considerar que cada par de medias es significativamente diferente cuando la diferencia real es igual a 0.

Cuadro 35.- De Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey para aceptación global

	Error Estándar				
	Frec.	Media	(s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
Aceptación T1	30	3,33333	0,118419	3,13366	3,533
Aceptación T2	30	3,63333	0,118419	3,43366	3,833
Aceptación T3	30	3,03333	0,118419	2,83366	3,233
Total	90	3,33333			

En el cuadro 35 se exhibe la media de cada columna de datos, destacando que el tratamiento N°2 presenta la media más alta (3.63), junto con valores máximos y mínimos que superan a los demás tratamientos. Es relevante señalar que este análisis incluye el error estándar de cada media, que sirve como medida de su variabilidad en la muestra. Los intervalos actuales se fundamentan en el método de Tukey y, en los Tests de Rangos Múltiples, se emplean para identificar diferencias significativas entre las medias.

Figura 24.- Grafico de medias para aceptación global



CONCLUSIONES

En resumen, el análisis detallado de la materia prima *Oreochromis niloticus* proporciona una visión integral de sus propiedades físicas y químicas, ofreciendo información valiosa para la toma de decisiones informadas en cuanto a su procesamiento, almacenamiento y comercialización. La interrelación entre los diversos parámetros analizados, como el Potencial de Hidrógeno (pH), la Acidez Titulable Total (ATT), el contenido de Cenizas, la Humedad y el Potencial de Óxido-Reducción, destaca la complejidad de la composición del pescado.

El pH ligeramente ácido sugiere frescura y calidad aceptable, mientras que la baja ATT indica un perfil de sabor más suave. El contenido de cenizas revela la presencia de minerales esenciales para la salud, y el alto contenido de humedad sugiere jugosidad, pero también plantea consideraciones sobre la estabilidad microbiológica. El Potencial de Óxido-Reducción negativo destaca la actividad antioxidante, crucial para la protección contra la oxidación y el deterioro.

La interacción de estos factores subraya la importancia de considerar múltiples aspectos para garantizar la calidad y seguridad alimentaria de los productos derivados de *Oreochromis niloticus*. Estos análisis permiten tomar decisiones informadas sobre la formulación de productos, ajustes en el procesamiento y condiciones de almacenamiento. En última instancia, la comprensión de la complejidad de la composición de la materia prima es esencial para cumplir con los estándares de calidad y ofrecer productos que satisfagan tanto las expectativas organolépticas como los requisitos nutricionales, asegurando así la satisfacción del consumidor.

Cabe destacar que, en este estudio, se logró la optimización del proceso tecnológico para la obtención de un producto cárnico enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia. Esta optimización, basada en la metodología propuesta por García (2008) y adaptada a la investigación, incluyó modificaciones significativas en la formulación del producto final.

Una de las destacadas modificaciones fue la sustitución del tocino por aceite de girasol. Este cambio no solo redujo el contenido de grasas saturadas en el producto,

sino que también añadió beneficios nutricionales al incorporar ácidos grasos poliinsaturados, especialmente omega-3. Además, se ajustó la proporción de carne de cerdo y pulpa de tilapia negra para mejorar la composición nutricional, buscando un equilibrio entre las proteínas provenientes de ambas fuentes. En cuanto a los aditivos, se mantuvo la estabilidad en sus proporciones, lo que sugiere que la metodología original de incorporación de aditivos sigue siendo efectiva, crucial para garantizar la calidad sensorial y la vida útil del producto enlatado.

Además de las mejoras en la composición de ingredientes, la optimización del proceso también abordó la eficiencia en las etapas de procesamiento. Se implementaron ajustes en los tiempos y temperaturas de cocción para garantizar la seguridad alimentaria y preservar las propiedades organolépticas del producto final.

La divergencia en las características de la carne de cerdo y la pulpa de tilapia negra fue considerada durante la optimización. Se observó que la carne de cerdo requería temperaturas ligeramente superiores para garantizar la completa cocción, mientras que la pulpa de tilapia respondía de manera óptima a temperaturas más bajas para conservar su jugosidad y características sensoriales.

En cuanto a la esterilización del producto enlatado, fase esencial para garantizar la seguridad microbiológica y la prolongada vida útil, se utilizaron medidas específicas, incluyendo el Método de Adición para calcular el valor "F". Los resultados indicaron una efectividad significativa en la inactivación de microorganismos patógenos y no patógenos, superando los estándares microbiológicos requeridos para la calidad y seguridad de los productos enlatados. El valor total de "F" acumulado demostró que el proceso de esterilización fue efectivo y seguro, asegurando la inactivación de microorganismos críticos y cumpliendo con los estándares microbiológicos establecidos.

En cuanto al objetivo N°3, se concluyó que mediante el análisis de las variables físicas y químicas para el producto enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia, utilizando herramientas de software estadístico, se llevaron a cabo tres tratamientos diferentes. Los resultados de los múltiples análisis estadísticos revelaron una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las tres variables evaluadas. En

particular, se encontró que el tratamiento número 2 demostró ser el más óptimo en términos de las características analizadas, destacando su potencial para mejorar la calidad del producto enlatado enriquecido con omega-3 de tilapia.

En conclusión, a través de múltiples pruebas de comparación realizadas utilizando el software Stargrafic Plus 5.1, se evaluaron los atributos sensoriales (olor, sabor, color, textura) y la aceptación global del producto terminado, específicamente en el contexto del enlatado canirco tipo jamón endiabado. Los resultados destacan que el tratamiento N°2 exhibió consistentemente las mejores características en comparación con los otros dos tratamientos.

El análisis de los datos revela que el tratamiento N°2 no solo alcanzó la media más alta, sino que también presentó valores máximos y mínimos que superaron a los demás tratamientos. Esta tendencia sugiere de manera notoria que el tratamiento N°2 fue el preferido por los evaluadores en términos de atributos sensoriales y aceptación global. En particular, los consumidores mostraron una mayor satisfacción con el olor, sabor, color y textura de este tratamiento enlatado cárnico tipo jamón endiabado.

Por lo tanto, se puede concluir que, basándonos en las pruebas de comparación múltiple, el tratamiento N°2 se destaca como la opción con la mejor aceptación global, respaldada por sus destacadas características sensoriales. Este hallazgo tiene implicaciones positivas para la formulación y producción de este producto, ya que sugiere que el tratamiento N°2 puede ser la elección preferida por los consumidores.

RECOMENDACIONES

- **Refinamiento Continuo de la Formulación:** Se sugiere llevar a cabo evaluaciones periódicas de la formulación del producto, considerando posibles innovaciones en ingredientes y proporciones para mejorar la calidad nutricional y organoléptica. La investigación constante en este aspecto puede conducir a mejoras continuas en la aceptación del producto por parte de los consumidores.
- **Monitoreo Riguroso del Proceso de Esterilización:** Dada la importancia de la esterilización en la seguridad microbiológica y la vida útil del producto, se recomienda un monitoreo continuo y riguroso del proceso de esterilización. Esto incluye la verificación constante de los valores "F" acumulados durante las fases de calentamiento y enfriamiento para garantizar la inactivación efectiva de microorganismos patógenos y cumplir con los estándares microbiológicos.
- **Estudio de Alternativas de Ingredientes Sostenibles:** Considerando la tendencia hacia prácticas más sostenibles, se sugiere explorar y evaluar alternativas de ingredientes que puedan mejorar aún más la sostenibilidad del producto. Esto podría incluir la búsqueda de fuentes de omega-3 más sostenibles o el uso de ingredientes de origen vegetal en lugar de animal, sin comprometer la calidad y los beneficios nutricionales.
- **Investigación de Nuevas Tecnologías de Procesamiento:** Con el rápido avance tecnológico en la industria alimentaria, se recomienda la exploración de nuevas tecnologías de procesamiento que puedan mejorar la eficiencia y la calidad del producto. Investigar técnicas innovadoras puede proporcionar oportunidades para optimizar aún más las etapas de procesamiento y garantizar la seguridad alimentaria.
- **Investigación de Mercado y Estrategias de Comercialización:** Realizar estudios de mercado para comprender mejor las preferencias del consumidor y diseñar estrategias efectivas de comercialización. Considerar aspectos como el

etiquetado claro de los beneficios nutricionales y sostenibles puede influir positivamente en la percepción del producto por parte de los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzheimer Disease International. (2015). Informe Mundial sobre el Alzheimer 2015: Las consecuencias de la demencia análisis de prevalencia, incidencia, coste y tendencias. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.alzint.org/u/worldalzheimerrreport2015-summary-spanish.pdf>
- Association Analytical Chemist (1990) Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol en alimentos. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ah833s/Ah833s16.htm>
- Badui, S. (2006). “Química de los Alimentos”. 4a. ed. México DF – México.
- Barragán, A. (2017) Desarrollo de formulación y procesamiento de conserva de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) preenvasada. Artículo en línea. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Barragan-Ana.pdf>
- Baruffaldi, R., y Oliveira, M. N. (1998). Conservação de alimentos por tratamento térmico. In Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu.
- Batista, L. (2005) tecnología de producción de conserva de tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 - Linhagem chitralada). Artículo en línea. Disponible en: <http://tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/6381/2/Lucemario%20Xavier%20Batista.pdf>
- Bourges, H. R., Baduí, S. D. y Valdivia, M. A. (2019) El papel de los alimentos enlatados en la salud. Artículo en línea. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Puga/publication/351133941_El_papel_de_los_alimentos_enlatados_httpsalimentacionysaludunammx/links/608a196792851c490fa38c88/El-papel-de-los-alimentos-enlatados-https-alimentacionysaludunammx.pdf
- Carmen, C., Martínez, S., Ochoa, B., Losada, M., Pérez, F., Y Torrico, F. (2016) Simposium sobre enfermedades degenerativas. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.tribunadelinvestigador.com/ediciones/2016/1/art->

- Fondo para la normalización y certificación de la calidad (FONDONORMA). (2005). Norma Obligatoria jamón cocido. (COVENIN 1602:2005). Caracas, Venezuela: FONDONORMA.
- Fundación Alzheimer Venezuela. (2015) Fundación Alzheimer Venezuela: Memorias 2015. Artículo en línea. Disponible en: https://alzheimervenezuela.org/wp-content/uploads/media/uploads/regular_files/memorias-2015-fundacion-alzheimer-de-venezuela.pdf
- García, M. y Luque. (2018) Tecnología para el procesamiento de carne. UNELLEZ – San Carlos
- Gonzales, A 2005. Proceso integral de elaboración de conservas de pescado. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Nvo. Chimbote-Perú. 32p.
- Greenfield (2003) Determinación de cenizas en carne. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Determinacion-De-Cenizas-En-Carne/1131681.html>
- Humberto y Castillo. (2012) Efectos del ácido omega 3 y la combinación omega 3 – omega 6 en la alimentación de tilapia roja (*oreochromis spp.*). Artículo en línea. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5598/1/T-%20ESPE-IASA%20II-002459.pdf>
- Humberto, G. (2005) Manual de producción Porcicola. Artículo en línea. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manual%20de%20produccion%20porcicola.pdf>
- Igor, J. y Velasco, A. (2011). Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*oreochromis sp.*) Artículo en línea. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612012000100006&script=sci_arttext
- Instituto Tecnológico Pesquero [ITP]. (2001) Investigación y desarrollo de productos pesqueros. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.infopesca.org/download/file/fid/2978>

- Interprofesional Porcino De Capa Blanca [Interporc]. (2015) La carne de cerdo de capa blanca. Artículo en línea. Disponible en: https://www.interporc.com/revista_cientifica_simposio.pdf
- Isabel, M. (2002) Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33906605.pdf>
- Isabel, M., y González, C. (2002) Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Artículo en línea. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300005
- Kris-Etherton PM, Taylor DS, Yu-Poth S. et al. (2000) Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. Artículo en línea. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10617969/>
- López, G. (2001). Tecnología de la Carne y derivados. Madrid. AMV Ediciones. 241p.
- López, N. (2015) Venezuela reporta una de las prevalencias de hipertensión arterial más altas de Latinoamérica. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.cmdlt.edu.ve/venezuela-reporta-una-de-las-prevalencias-de-hipertension-arterial-mas-altas-de-latinoamerica/#:~:text=Este%2017%20de%20mayo%20se,m%C3%A1s%20altas%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina.>
- Lozano F & López A (2019) Índice de Peróxido e Índice de Acidez y % de Acidos Grasos Libres. *Scrip*. Artículo en línea. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/431306604/INDICE-DE-PEROXIDO-E-INDICE-DE-ACIDEZ-Y-DE-ACIDOS-GRASOS-LIBRES>
- Marcene, B. (2021) 13 impresionantes beneficios de la tilapia. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.naturalfoodseries.com/13-benefits-tilapia/>
- Mayo Clinic. (2023) Omega-3 del pescado: por qué comer pescado ayuda al corazón. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heart-disease/in-depth/omega-3/art-20045614>

- National Institutes Of Health [NIH]. (2022) Ácidos grasos omega-3. Artículo en línea. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-DatosEnEspanol/>
- Nirchio, M., y Perez, J. (2001) Riesgos del cultivo de tilapias en Venezuela. Artículo en línea. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000100007
- Ondarse D. (2021) Qué es el pH y qué instrumentos se usan para medirlo. La escala de pH y ejemplos de compuestos ácidos, neutros y bases. Artículo en línea. Disponible en: <https://concepto.de/ph/>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023) Botulismo. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/botulism>
- Pérez Porto, J., y Gardey, A. (2018). Grasas - Qué es, tipos, beneficios y usos. *Definicion.de*. Artículo en línea. Disponible en <https://definicion.de/grasas/>
- Pinto, I. (2017). Estudio de factibilidad para la producción de tilapia mediante la diversificación del uso del agua. Artículo en línea. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5e484cef-594d-467d-a560-2381ca936f2b/content>
- Prince, M., Acosta, D. et al. (2012) Dementia incidence and mortality in middle-income countries, and associations with indicators of cognitive reserve: a 10/66 Dementia Research Group population-based cohort study. Artículo en línea. Disponible en: [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(12\)60399-7/fulltext#](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(12)60399-7/fulltext#)
- Reichert, J. E. (1988). Tratamiento Térmico de los Productos Cárnicos. Editorial Acribia.
- Robaina, G. (2022) Zonas potencialmente aptas para el cultivo de tilapias en Venezuela. Artículo en línea. Disponible en: <https://mundoagropecuario.com/zonas-potencialmente-aptas-para-el-cultivo-de-tilapias-en-venezuela/>

- Rodríguez Verdugo, E. (2012). Comparación de parámetros reproductivos en hembras de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) de alto y bajo valor genético.
- Rodríguez, G. (2007) Conservas de pescado y sus derivados. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf/conserva-pescado/conserva-pescado.pdf>
- Rosales P. H. A. (2010). Conservación de Alimentos por Calor y Cinética de la Destrucción Térmica. Huancayo (Perú)
- Sabas, A., y Ruiz, J. (2020). Manual para la obtención de carne de pescado de las familias Synodontidae y Lutjanidae mediante procesos industriales. Artículo en línea. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/821135/2020_REBYC_II_LAC_DESPULPADO_DE_FAC.pdf
- Sisa, P. (2015) Efecto de la incorporación de transglutaminasa e hidrocoloides en las propiedades físicas y sensoriales de hamburguesas de tilapia (*Oreochromis aureus*). Artículo en línea. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cbfac49b-2859-472a-97f7-ebd79b998eb9/content>
- Stalik, J. (1991). Carne y Avances Tecnológicos. Caracas. Refolit, C.A.173p.
- Tapia y Benavides. (2008). Estudio de prefactibilidad de un proyecto de procesamiento de tilapia enlatada, en la provincia de Pichincha, Parroquia Tababela. Tesis, Universidad de las Americas, Quito, Ecuador.
- The Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020) El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>
- Velásquez, M. (2012). “Evaluación del valor nutricional de la tilapia roja en filetes procesados por liofilización”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador.
- Val, S. (2021). La educación para la salud y los factores de riesgo cardiovascular. Artículo en línea. Disponible en:

<https://titula.universidadeuropea.es/bitstream/handle/20.500.12880/132/EduardoSanchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Waitzberg, D. L., y Garla, P. (2014) Contribución de los ácidos grasos omega-3 para la memoria y la función cognitiva. Artículo en línea. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014001000001#:~:text=El%20%C3%A1cido%20graso%20DHA%20se.riesgo%20de%20desarrollar%20EA39.

Yamileth, V. (2019) Efecto sobre los ácidos grasos poliinsaturados durante la elaboración de conservas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) ahumada, en latas de media libra. Artículo en línea. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/26ef650d-3e48-4c77-aa90-9a0ef8ce08b7>

Zambrano, L., y Santiago, S. (2018) Evolución del consumo de alimentos en Venezuela. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2019/05/IIESUCAB-Zambrano-Sosa-Informe-Consumo-Alimentos-08-2018.pdf>

Ziesler, R. (1997). Bibliografía sobre los peces de agua dulce de America Latina. Michigan: FAO EEUU.

ANEXOS











