

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

**"DESARROLLO DE FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CONSERVA DE TILAPIA  
NILÓTICA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PREENVASADA"**

TESIS DE GRADO

**ANNA SOFÍA BARRAGÁN RIVAS**

CARNET 10833-11

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

**"DESARROLLO DE FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CONSERVA DE TILAPIA  
NILÓTICA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PREENVASADA"**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA

POR  
**ANNA SOFÍA BARRAGÁN RIVAS**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

DECANA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA  
VICEDECANO: MGTR. OSMAN CARRILLO SOTO  
SECRETARIA: MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN  
DIRECTOR DE CARRERA: DR. MARIO RENE SANTIZO CALDERON

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. ISIS ARACELY LÓPEZ CIFUENTES DE GALVEZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. HEADY CAROLINA DE LA CRUZ MÉNDEZ DE VILLAGRÁN  
ING. OVILA ASCENCIÓN PRADO DUQUE  
LIC. SUCELLY NOHEMÍ OROZCO MARROQUÍN DE MORALES



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ANNA SOFÍA BARRAGÁN RIVAS, Carnet 10833-11 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 02382-2017 de fecha 16 de mayo de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**"DESARROLLO DE FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CONSERVA DE TILAPIA  
NILÓTICA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PREENVASADA"**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 25 días del mes de septiembre del año 2017.

MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA  
INGENIERÍA  
Universidad Rafael Landívar



Guatemala, 15 de mayo 2017

Magister  
Marya Alejandra Ortiz  
Secretaria de Facultad  
Facultad de Ingeniería

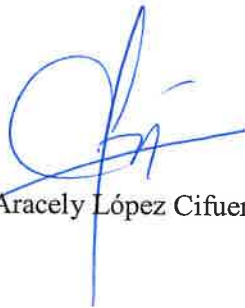
Estimada Mgtr. Ortiz  
Por este medio me es grato saludarle y desearle toda clase de éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del Trabajo de Graduación titulado: **“DESARROLLO DE FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CONSERVA DE TILAPIA NILÓTICA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PREENVASADA”** de la estudiante **Anna Sofía Barragán Rivas** quien se identifica con número de carnet **10833-11**.

Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar doy como aprobado dicho trabajo de graduación.

Sin otro particular, me suscribo de Ud.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Isis Aracely López Cifuentes de Gálvez', written over a vertical line that extends from the signature down to the typed name below.

Inga. Isis Aracely López Cifuentes de Gálvez  
Asesor

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios y a la virgen María                      Por guiarme a lo largo de mi carrera y de mi vida, por ser mi principal apoyo y fuerza para seguir adelante.
- A mis padres    Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, por sus enseñanzas y su apoyo en todo momento.
- A mis hermanos                                        Por alentarme a seguir adelante y estar presentes en cada una de las etapas más importantes de mi vida.
- A mis catedráticos                                    Por cada una de sus enseñanzas a lo largo de mi carrera, por transmitirme cada uno de sus conocimientos y formarme como una profesional de éxito, en especial a mi asesora por su apoyo incondicional y acompañamiento en todo momento.
- A MI TRABAJO    A la empresa Joyas del Merendón, S.A, en especial a Sergio Pablo Alburez por su apoyo y confianza durante el desarrollo de mi tesis.

## DEDICATORIA

- A Dios  
Por todas las bendiciones recibidas en cada momento de mi vida, por darme sabiduría y fuerza para alcanzar este logro.
- A la virgen María  
Por su intercesión, amor y apoyo en cada momento, por ser mi modelo a seguir de mujer virtuosa.
- A mis padres  
Por todo su apoyo a lo largo de mi carrera, por su amor incondicional y por enseñarme alcanzar cada una de mis metas.
- A mis hermanos  
Por todos los momentos en los que me alentaron a seguir adelante y no permitir que me rindiera, por su apoyo, amor y enseñanzas a lo largo de mi vida.
- Dr. Andrés Romero  
Por su amor, dedicación y apoyo incondicional durante el desarrollo de mi tesis, por compartir conmigo y estar presente en cada una de las etapas más importantes de mi vida.

## RESUMEN EJECUTIVO

Durante el desarrollo del presente estudio, se tuvo como principal objetivo el desarrollar conserva de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) preenvasada, para luego determinar su análisis químico proximal con enfoque en su contenido proteico y la efectividad microbiológica del tratamiento térmico realizado. Como parte del estudio se incluyó el procesamiento de la conserva, procesos, balance de masa y equipo requerido.

Se determinó la formulación de dos conservas de Tilapia Nilótica, la proporción de materia prima y aditivos a utilizar con la variación del contenido o no de vegetales. Posteriormente, se realizó el envasado de ambas formulaciones, las cuales fueron sometidas a tratamiento térmico con la variante en el tiempo de mantenimiento a 121°C para su esterilización, al producto terminado se le realizó un análisis químico proximal y microbiológico con el fin de determinar cuál de las formulaciones cumplía con los parámetros fisicoquímicos de acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10 de Aditivos Alimentarios y microbiológicos de acuerdo al RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Se realizó un análisis sensorial de aceptación a jueces entrenados para la selección entre una de las formulaciones de la conserva de Tilapia Nilótica y posteriormente, se realizó un análisis sensorial a jueces consumidores de la formulación seleccionada con respecto a un atún comercial con características similares, para determinar la aceptabilidad del producto terminado.

La muestra seleccionada para realizar la evaluación sensorial a consumidores fue la conserva de Tilapia Nilótica con vegetales esterilizada a 121°C por un periodo de 30 minutos, la cual contiene un 9.57% de proteína en una muestra de 100 gramos, siendo está considerada como fuente de proteína pues contiene más del 5% del Valor de Referencia de Nutrientes (VRN) por 100Kcal, con un porcentaje de pérdida del 54.27% con respecto al contenido proteico del pescado fresco. Se determinó que no existe diferencia significativa en los resultados obtenidos por cada uno de los atributos evaluados entre la conserva de Tilapia Nilótica con vegetales y el atún comercial.

Finalmente, se determinó el procesamiento de la conserva de Tilapia Nilótica preenvasada, incluyendo todos aquellos procesos, equipos y balances de masa que permitan establecer el desarrollo del producto.

Se recomienda el uso de proteína de soya en futuras pruebas para el desarrollo de conserva de tilapia con el fin de aumentar el porcentaje de proteína en producto terminado; y realizar una prueba de tiempo de vida de anaquel en tiempo real que permita definir su periodo de mantenimiento en condiciones óptimas tomando en cuenta parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos.

**Descriptor:** tilapia, conserva, proteína, enlatado



# ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Lo escrito sobre el tema .....	2
1.2 Marco teórico .....	4
1.2.1 Tilapia.....	4
1.2.1 Conserva .....	13
1.2.2 Proceso de producción .....	14
1.2.3 Tipos de material de empaque de productos pesqueros.....	16
1.2.4 Enlatado de alimentos .....	19
1.5.5 Aditivos alimentarios.....	22
1.5.6 Análisis químico proximal Weende .....	22
1.5.7 Análisis microbiológico .....	23
1.5.8 Evaluación sensorial.....	25
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	27
2.5 Objetivos.....	28
2.5.5 Objetivo general .....	28
2.5.6 Objetivos específicos.....	28
2.6 Hipótesis .....	29
2.7 Variables.....	29
2.7.5 Variables dependientes .....	29
2.7.6 Variables independientes .....	29
2.8 Definición de las variables.....	29
2.8.5 Definición conceptual.....	29
Variables dependientes.....	29
Variables independientes .....	30
2.8.6 Definición operacional .....	30
Variables dependientes.....	30
Variables independientes .....	31
2.9 Alcances y límites .....	31
2.10 Aporte .....	32
3. MÉTODO .....	33
3.5 Sujetos y unidad de análisis.....	33

4.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
4.1	Formulaciones conserva de tilapia .....	63
4.2	Análisis químico proximal.....	63
4.3	Análisis microbiológico .....	65
4.4	Evaluación sensorial .....	67
4.5	Procesamiento .....	70
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	73
6.	CONCLUSIONES .....	84
7.	RECOMENDACIONES .....	85
8.	REFERENCIAS .....	86
9.	GLOSARIO Y ABREVIATURAS .....	90
9.1	Glosario .....	90
9.2	Abreviaturas.....	92
10.	ANEXOS .....	93
10.1	Anexo A: Formulaciones y procedimientos .....	93
10.1.1	Parámetros de pH .....	93
10.1.2	Pesos materia prima para desarrollo de formulaciones .....	93
10.1.2	Tilapia pre-cocida al vapor.....	94
10.1.3	Caldo de vegetales.....	95
10.2	Anexo B: Evaluación tipos de empaque.....	96
10.3	Anexo C: Muestra de cálculos .....	98
10.3.1	Determinación contenido de humedad .....	98
10.3.2	Determinación contenido de ceniza .....	100
10.3.3	Determinación contenido de lípidos .....	102
10.3.4	Carbohidratos .....	104
10.3.5	Energía.....	104
10.3.6	Porcentaje de pérdida de proteína.....	105
10.3.7	Tratamiento térmico.....	106
10.4	Anexo D: Resultados contenido de proteína de Tilapia Nilótica fresca	109
10.5	Anexo E: Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia ...	110
10.6	Anexo F: Resultados de análisis microbiológico de Tilapia Nilótica fresca	114
10.7	Anexo G: Resultados de análisis microbiológico de conserva de tilapia	115
10.8	Anexo H: Resultados evaluación sensorial .....	119

10.8.1 Selección de formulación conserva de tilapia sin vegetales vs. conserva de tilapia con vegetales a jueces entrenados .....	119
10.8.2 Selección de formulación conserva de tilapia con vegetales vs. atún con vegetales comercial a consumidores. ....	123
10.8.3 Datos generales de consumo de atún en Centroamérica .....	127
10.8.4 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces entrenados.....	128
10.8.5 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces consumidores. ....	129
10.9 Anexo I: RTCA 67.01.60:10 de Etiquetado Nutricional. Condiciones relativas al contenido de nutrientes. ....	130
10.10 Anexo J: Recopilación de imágenes .....	131

## **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama No. 1 Esquema general sobre los diferentes mercados de la tilapia. ...	13
Diagrama No. 2 Diagrama de proceso general .....	40
Diagrama No. 3 Determinación contenido de humedad .....	41
Diagrama No. 4 Determinación contenido de cenizas .....	44
Diagrama No. 5 Determinación contenido de lípidos (Extracción con hexano).....	47
Diagrama No. 6 Elaboración de tilapia en conserva.....	50
Diagrama No. 7 Diagrama de equipo para el desarrollo de conserva de tilapia con vegetales enlatada. ....	70
Diagrama No. 8 Balance de masa formulación B (con vegetales). Elaboración de tilapia pre-cocida al vapor. ....	71
Diagrama No. 9 Balance de masa formulación B (con vegetales). Elaboración de caldo de vegetales. ....	72
Diagrama No.10 Balance de masa. Elaboración de conserva de tilapia con vegetales (formulación B).....	72
Diagrama No. 11 Desarrollo tilapia pre-cocida al vapor.....	94
Diagrama No. 12 Desarrollo caldo vegetal .....	95

## **ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen No. 1 Morfología externa de la tilapia nilótica. ....	5
Imagen No. 2 Efecto de la temperatura en el aumento de peso de la tilapia. ....	8
Imagen No. 3 Intervalo de pH para peces de agua dulce.....	8
Imagen No. 4 Perfil de temperatura-tiempo característico de un autoclave.....	20
Imagen No. 5 Temperatura del producto en el centro de un enlatado durante el procesamiento en autoclave. ....	20
Imagen No. 6 Parámetros microbiológicos según RTCA de pescado fresco. ....	24

Imagen No. 7 Parámetros microbiológicos según RTCA de tilapia en conserva. .	24
Imagen No. 8 Boleta de evaluación sensorial.....	39
Imagen No. 9 Resultados contenido de proteína de Tilapia Nilótica fresca. ....	109
Imagen No.10 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos. ....	110
Imagen No.11 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos. ....	111
Imagen No.12 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos. ....	112
Imagen No.13 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos ....	113
Imagen No.14 Resultados microbiología tilapia Nilótica fresca. ....	114
Imagen No.15 Resultados microbiología de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.....	115
Imagen No.16 Resultados microbiología de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos.....	116
Imagen No.17 Resultados microbiología de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.....	117
Imagen No.18 Resultados microbiología de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos.....	118

## **INDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica No. 1 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio por atributo evaluado para selección de formulación con jueces entrenados. ....	68
Gráfica No. 2 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio por atributo evaluado para selección de formulación con jueces consumidores.....	69
Gráfica No. 3 Curva de penetración de calor en autoclave a 121°C durante 15 minutos. ....	106
Gráfica No. 4 Curva de penetración de calor en autoclave a 121°C durante 30 minutos. ....	106
Gráfica No. 5 Consumo de atún por tipo de presentación en Nicaragua. ....	127
Gráfica No. 6 Consumo de atún por tipo de presentación en Costa Rica. ....	127
Gráfica No. 7 Consumo de atún por tipo de presentación en El Salvador. ....	128

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla No. 1 Etapas de desarrollo de reproducción.....	6
Tabla No. 2 Efectos de distintas concentraciones de oxígeno en el cultivo de tilapias. ....	9
Tabla No. 3 Requerimiento de proteína en alimento balanceado para tilapia. ....	10
Tabla No. 4 Valor nutricional en porción de 100g de tilapia fresca y cocida. ....	11
Tabla No. 5 Métodos de conservación de alimentos. ....	14
Tabla No. 6 Tipos de corte para la presentación de la conserva .....	15

Tabla No. 7 Factores que influyen en la ejecución de los tratamientos térmicos programados.....	17
Tabla No. 8 Equipos utilizados durante el desarrollo del producto. ....	34
Tabla No. 9 Utensilios utilizados durante el desarrollo del producto.....	37
Tabla No. 10 Determinación contenido de humedad.....	42
Tabla No. 11 Determinación contenido de cenizas .....	45
Tabla No. 12 Determinación contenido de lípidos (Extracción con hexano) .....	48
Tabla No. 13 Elaboración de tilapia en conserva .....	52
Tabla No. 14 Desarrollo evaluación sensorial de aceptación. ....	55
Tabla No. 15 Diseño experimental. Experimentos.....	57
Tabla No. 16 Diseño experimental. Descripción unidades experimentales.....	58
Tabla No. 17 Diseño experimental. Variables respuesta. ....	59
Tabla No. 18 Variables respuesta. Conversión de escala verbal a numérica. ....	61
Tabla No. 19 Formulaciones conserva de tilapia.....	63
Tabla No. 20 Resultados análisis químico proximal. Tilapia Nilótica fresca en una muestra de 100g. ....	63
Tabla No. 21 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales), esterilizado a 121°C durante 15 minutos en una muestra de 100g. ....	64
Tabla No. 22 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales), esterilizado a 121°C durante 30 minutos en una muestra de 100g. ....	64
Tabla No. 23 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales), esterilizado a 121°C durante 15 minutos en una muestra de 100g. ....	64
Tabla No. 24 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales), esterilizado a 121°C durante 30 minutos en una muestra de 100g. ....	65
Tabla No. 25 Resultados análisis químico proximal. Porcentaje de pérdida de proteína de Tilapia Nilótica fresca vs. conservas esterilizadas. ....	65
Tabla No. 26 Resultados análisis microbiológico. Tilapia Nilótica fresca. ....	65
Tabla No. 27 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales) esterilizado a 121°C durante 15 minutos. ....	66
Tabla No. 28 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales) esterilizado a 121°C durante 30 minutos. ....	66
Tabla No. 29 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales) esterilizado a 121°C durante 15 minutos.....	66
Tabla No. 30 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales) esterilizado a 121°C durante 30 minutos. ....	66
Tabla No. 31 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio y aproximación de resultados por atributo evaluado para selección de formulación con jueces entrenados.....	67
Tabla No. 32 Resultados evaluación sensorial. Resumen de resultados aplicación de metodología estadística ANOVA por atributo para selección de formulación con jueces entrenados.....	67

Tabla No. 33 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio y aproximación de resultados por atributo evaluado para selección de formulación con jueces consumidores.....	68
Tabla No. 34 Resultados evaluación sensorial. Resumen de resultados aplicación de metodología estadística ANOVA por atributo para elección de formulación con jueces consumidores. ....	69
Tabla No. 35 Equipos propuestos para el desarrollo de conserva de tilapia con vegetales enlatada. ....	71
Tabla No. 36 Parámetros fisicoquímicos. pH de las conservas. ....	93
Tabla No. 37 Pesos de materia prima para desarrollo de formulaciones de conserva de tilapia. ....	93
Tabla No. 38 Formulación tilapia pre-cocida al vapor.....	94
Tabla No. 39 Formulación caldo vegetal. ....	95
Tabla No. 40 Tipos de material de empaque.....	96
Tabla No. 41 Datos análisis químico proximal. Humedad de Tilapia Nilótica fresca. ....	98
Tabla No. 42 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos. ....	98
Tabla No. 43 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos. ....	98
Tabla No. 44 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos. ....	99
Tabla No. 45 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos. ....	99
Tabla No. 46 Muestra de cálculo. Determinación contenido de humedad. ....	99
Tabla No. 47 Datos análisis químico proximal. Cenizas de Tilapia Nilótica fresca. ....	100
Tabla No. 48 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos. ....	100
Tabla No. 49 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos. ....	100
Tabla No. 50 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos. ....	101
Tabla No. 51 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos. ....	101
Tabla No. 52 Muestra de cálculo. Determinación contenido de cenizas.....	101
Tabla No. 53 Datos análisis químico proximal Tilapia Nilótica fresca. ....	102
Tabla No. 54 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos ....	102
Tabla No. 55 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos ....	102
Tabla No. 56 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos ....	103
Tabla No. 57 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos ....	103
Tabla No. 58 Muestra de cálculo. Determinación contenido de lípidos.....	103
Tabla No. 59 Muestra de cálculo. Determinación contenido de carbohidratos. ..	104

Tabla No. 60 Muestra de cálculo. Determinación valor energético. ....	104
Tabla No. 61 Porcentaje de pérdida de proteína de Tilapia Nilótica fresca vs. conservas esterilizadas. ....	105
Tabla No. 62 Muestra de cálculo. Determinación porcentaje de pérdida proteína luego de realizar tratamiento térmico. ....	105
Tabla No. 63 Muestra de cálculo. Calculo de eficiencia del tratamiento térmico aplicado a la conserva de tilapia a 121°C por 30 minutos. ....	107
Tabla No. 64 Resultados de evaluación formulación A (sin vegetales). ....	119
Tabla No. 65 Resultados de evaluación formulación B (con vegetales). ....	119
Tabla No. 66 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de aspecto general con jueces entrenados. ....	119
Tabla No. 67 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de color con jueces entrenados. ....	120
Tabla No. 68 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de olor con jueces entrenados. ....	120
Tabla No. 69 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de sabor con jueces entrenados. ....	121
Tabla No. 70 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de acidez con jueces entrenados. ....	121
Tabla No. 71 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de consistencia con jueces entrenados. ....	121
Tabla No. 72 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de calidad con jueces entrenados. ....	122
Tabla No. 73 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación general de las muestras con jueces entrenados. ....	122
Tabla No. 74 Resultados de evaluación formulación B (con vegetales). ....	123
Tabla No. 75 Resultados de evaluación atún comercial con vegetales. ....	123
Tabla No. 76 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de aspecto general con consumidores. ....	123
Tabla No. 77 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de color con jueces entrenados. ....	124
Tabla No. 78 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de olor con jueces entrenados. ....	124
Tabla No. 79 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de sabor con jueces entrenados. ....	124
Tabla No. 80 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de acidez con jueces entrenados. ....	125
Tabla No. 81 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de consistencia con jueces entrenados. ....	125
Tabla No. 82 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de calidad con jueces entrenados. ....	126
Tabla No. 83 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación general de las muestras con jueces entrenados. ....	126
Tabla No. 84 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces entrenados. ....	128
Tabla No. 85 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces consumidores. ....	129

Tabla No. 86 Cuadro de condiciones relativas al contenido de proteína. ....	130
Tabla No. 87 Recopilación de imágenes. Análisis químico proximal de conserva de tilapia. ....	131
Tabla No. 88 Recopilación de imágenes. Desarrollo de producto. ....	132
Tabla No. 89 Recopilación de imágenes. Desarrollo de evaluación sensorial. ...	133



# 1. INTRODUCCIÓN

La tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) es un pez nativo de África, posiblemente el más importante dentro del grupo de peces de aguas cálidas y una de las especies predominantes en el comercio a nivel mundial. La principal ventaja de su cultivo es su bajo costo de producción y la calidad de carne, lo cual hacen atractivo su cultivo. (Verdugo, 2012)

La tilapia es una especie que actualmente tiene una alta demanda exportable. En Guatemala, se ha incrementado su siembra y producción, de la cual parte de ella están disponibles en el mercado local, por venta minorista, y el resto es de exportación, los mercados de la tilapia en la Unión Europea permiten que productores de Guatemala continúen creciendo y trabajando para atender la demanda del mercado. Del consumo de la pesca y acuicultura, el 40% lo representa la tilapia. (MAGA, 2014)

Actualmente, la industria de tilapia exporta filete fresco el cual representa alrededor de U\$1.5 millones al año, con una producción alrededor de 1 mil 800 toneladas anuales, en el 2015 el dato de exportación fue de U\$1.2 millones, siendo aproximadamente un 80% de exportación a Estados Unidos y el resto para mercado local. (Obando, 2016)

Además de su alta demanda exportable, la tilapia cuenta con una buena provisión de proteína animal. Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), en su perfil comercial de tilapia, su cultivo forma parte de los de los productos posibles como complemento de los modelos de granjas integrales, modelo productivo de desarrollo para áreas rurales, debido a que actualmente en el área rural únicamente el 25% de proteína total disponible es de origen animal. (Menchú & Méndez, 2011)

Debido a que el consumo de esta especie ha incrementado durante los últimos años, se busca el procesamiento de la tilapia en una conserva envasada, que permita atender la demanda del mercado y hacer crecer la misma por medio del desarrollo de diversas alternativas industriales.

Considerando la demanda de estos productos, el cultivo de tilapias se convierte en una alternativa viable debido a su composición nutricional como pescado fresco, es por ello que al procesar dicho alimento y envasarlo se debe evaluar si existe o no la pérdida de nutrientes por el tratamiento térmico que debe aplicarse para su conservación.

El aporte teórico de proteína en la tilapia fresca es de 20.08% por una muestra de 100g según (USDA, 2016), por lo que se evaluó si la conserva de tilapia es fuente de proteína pues contiene más del 5% del Valor de Referencia de Nutrientes (VRN) por 100Kcal.

## 1.1 Lo escrito sobre el tema

(Flores, Zúñiga, Bustamante, Argüello, & Calderón, 1983), define las alternativas de solución de alto costo del atún en comedores escolares y el incremento de la producción de tilapia en Costa Rica. Se investigó las características físicas de la tilapia, necesarias para el proceso de preparación de conserva y enlatado. Las variables utilizadas fueron la determinación del tamaño de empaque, diversidad de especies de tilapia, concentración de salmuera y la presión, tiempo y temperatura de esterilización; y como instrumento se realizó una evaluación sensorial para determinar la aceptación de niños de comedores escolares y mercado libre y la funcionalidad del producto.

(Batista, 2005), su objetivo principal fue desarrollar una tecnología de producción de tilapia conservando su calidad nutricional y organoléptica. Para el desarrollo de dicho proyecto se utilizó Tilapia como materia prima para la elaboración de la conserva y enlatado como material de empaque. Se determinó la composición físico – química y el valor nutritivo del producto obtenido, así como también su aceptabilidad por medio de una evaluación sensorial a una muestra de 15 personas. Sus conclusiones son las siguientes, la conserva de tilapia enlatada presenta condiciones físico – químicas, nutricionales y sensoriales compatibles con otros productos comerciales, confirmando la viabilidad del producto para el mercado de conservas.

(Tapia & Benavides, 2008), se tuvo como objetivo principal estudiar la prefactibilidad de un proyecto de procesamiento de tilapia enlatada, en la Provincia de Pichincha, parroquia Tababela. El desarrollo de dicho proyecto conlleva al desarrollo de un producto a base de tilapia, para darle un valor agregado por medio del empaque, enlatado. Debido a que la producción de tilapia en Ecuador se ha incrementado, se busca innovar, siendo esta una oportunidad para la apertura de fronteras. Las variables utilizadas fueron la concentración de salmuera y salsa de tomate, la piel y parámetros de control para cinética de vida útil; y como instrumento se realizó una evaluación sensorial para determinar la aceptación a una muestra de 24 personas. Sus conclusiones son las siguientes, el tiempo máximo de conservación sugerido del producto propuesto es de seis a cinco años en condiciones adecuadas de almacenamiento.

(Pérez, 2011), se tuvo como objetivo principal mejorar los ingresos económicos de las familias por medio de la implementación, producción y comercialización de tilapias en el Parcelamiento de Xalbal, Quiché, Guatemala. El desarrollo de dicho proyecto conlleva a mejorar la dieta alimenticia del área y mejorar sus ingresos económicos, para lo cual se desarrolló un estudio de mercado, se evaluaron los componentes financieros y el impacto ambiental para el desarrollo de estanques para cultivo de tilapia.

(Pizato, Kraieski, Sarmiento, & Prentice, 2012), se evaluó microbiología, propiedades físico – químicas y sensoriales de la conserva de Tilapia del Nilo en aceite vegetal. La tilapia ha incrementado su consumo de forma sostenida en Brasil, lo que ha llevado al desarrollo de nuevos productos como lo son las conservas para brindar valor agregado a la Tilapia. Sus conclusiones son las siguientes, el tratamiento térmico de 30 minutos es eficiente para la eliminación de espinas, y las características microbiológicas, físico – químicas y sensoriales son compatibles con productos comerciales similares, confirmando la viabilidad del producto para el mercado de conservas.

(Contreras & Cardiles, 2013), se tuvo como objetivo principal evaluar la conservación de filetes de tilapia marinados en frío como una alternativa para aumentar la calidad y tiempo de vida útil. Las variables utilizadas fueron las concentraciones de marinado, los efectos de la temperatura en el marinado sobre la composición química proximal, microbiológica y sensorial del producto final y la evaluación del tiempo de vida útil del producto final. Sus conclusiones son las siguientes, se determinó que el tiempo de vida útil del producto es de al menos ocho días para las variables evaluadas, sin embargo, se recomienda realizar una evaluación por más de ocho días para la obtención de resultados precisos.

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1 Tilapia

- Distribución y taxonomía

Tilapia pertenece a la familia de los Cíclidos (*Chiclidae*) proveniente de África, la cual hace referencia a la palabra nativa Bechuana “thalpe” que tiene como significado pez. Los Cíclidos se clasifican en el Orden Perciformes, habitan en las aguas dulces de África, en el Medio Oriente, zonas costeras de la India, América Central, del Sur y el Caribe. Los Cíclidos son conocidos como peces de acuario por su fácil adaptación a nuevos ambientes.

Los Cíclidos son conocidos como peces de acuario por su fácil adaptación a nuevos ambientes, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento.

Las tilapias se clasifican de la siguiente manera:

Phylum	Vetebrada		
Sub phylum	Craneata		
Superclase	Gnostomata		
Serie	Pisces		
Clase	Telostei		
Subclase	Actinopterygii		
Orden	Perciformes		
Suborden	Percoidei		
Familia	Cichlidae		
Género	a. Tilapia		
		Especie	<i>Rendalli</i>
			<i>Zilli</i>
	b. Oreochromis		
		Especie	<i>Aureus</i>
			<i>Niloticus</i>
			<i>Mossambicus</i>
			<i>Urolepis hornorum</i>

(Toledo & Garcia, 2000)

Las especies más cultivadas a nivel mundial son O. Aureus, O. Niloticus y O. Mossambicus, aunque la menos deseable es esta última debido a que O. Aureus y O. Niloticus crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño. Por pertenecer al mismo género, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares.

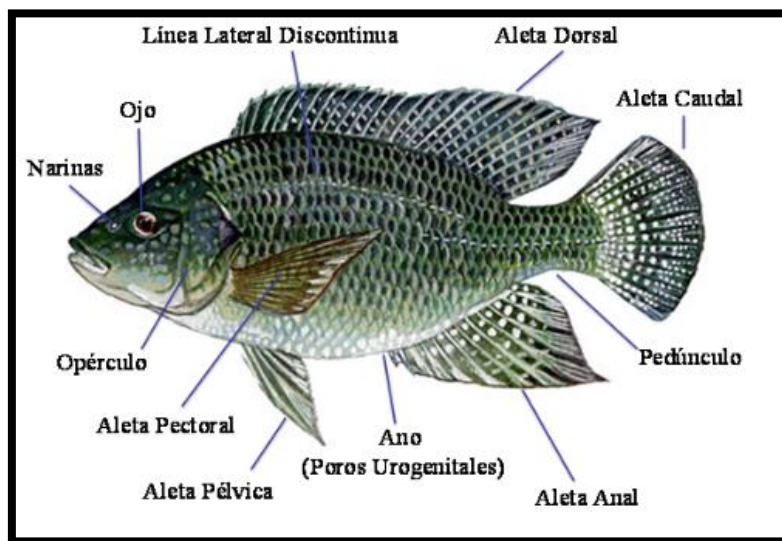
- Anatomía

La tilapia de género *Oreochromis* tiene distintas clasificaciones, las cuales se diferencian por el tipo de coloración del cuerpo y la aleta caudal. Dentro de las principales especies de *Oreochromis* cultivadas en Latinoamérica se encuentran:

- a) *Oreochromis aureus*: líneas de color azul, rojo y blancas
- b) *Oreochromis niloticus*: líneas de color gris y rojo
- c) *Oreochromis mossambicus*: líneas de color gris, rojo y anaranjado

- a) Morfología externa

Imagen No. 1 Morfología externa de la tilapia nilótica.



Fuente: (Comité Sistema Producto Tilapia de México AC, 2012)


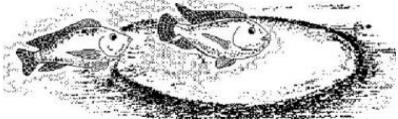
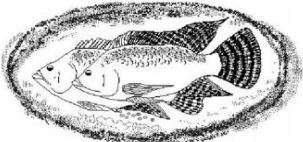
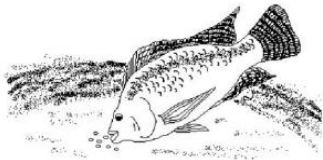
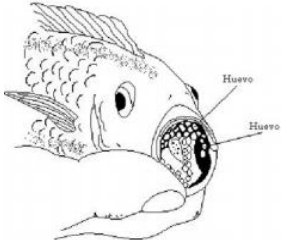
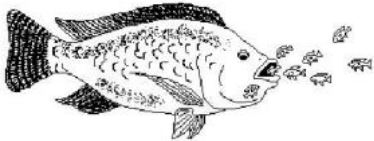
Para su locomoción, las tilapias poseen aletas pares e impares. Las aletas pares están constituidas por las pectorales y pélvicas y las impares por las aletas dorsales, caudal y anal.

La diferenciación externa de los sexos es basada en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre (el ano y el orificio urogenital) y la hembra posee tres (el ano, el poro genital y el orificio urinario), estos orificios pueden llegar a ser microscópicos, apenas visibles a simple vista, especialmente para la hembra. (Saavedra, 2006)

- Etapas de desarrollo embrionario

Las tilapias constan con siete etapas de desarrollo embrionario, secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo, apareamiento:

Tabla No. 1 Etapas de desarrollo de reproducción.

Etapa	Desarrollo	Imagen
Acondicionamiento	Acondicionamiento de los reproductores a sus alrededores después de tres a cuatro días de haber sido sembrados	
Formación del nido	El macho define su territorio en el fondo del estanque donde forma su nido. La hembra es atraída por el macho hacia él.	
Reproducción	La hembra deposita sus huevos en el nido y el macho los fertiliza	
Incubación	La hembra recoge los huevos fertilizados con la boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo más hembras para aparearse.	
	Los huevos son incubados por la hembra por un periodo de tres a cinco días dentro de la boca. Durante este periodo la hembra no se alimenta.	
Desarrollo de alevines	Las larvas jóvenes permanecen con la madre por un periodo de cinco a siete días escondiéndose en la boca cuando existe algún peligro.	

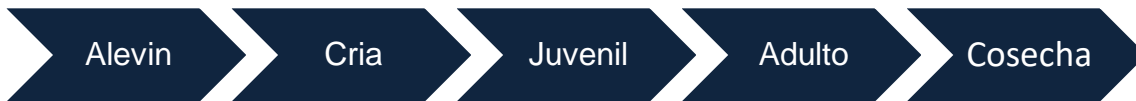
Fuente: (Saavedra, 2006)

Las tilapias poseen un tipo de apareamiento bisexual debido a que los espermatozoides y los óvulos se desarrollan en machos y hembras separados.

Los reproductores adultos tienen de 5 a 8 desoves por año y el número de huevos en buenas condiciones es mayor de 100 hasta un promedio de 1500 dependiendo de la hembra. Su vida útil es de 2 a 3 años para su reproducción.

- Etapas de desarrollo del alevín

La tilapia tiene un ciclo de vida definido de la siguiente manera:



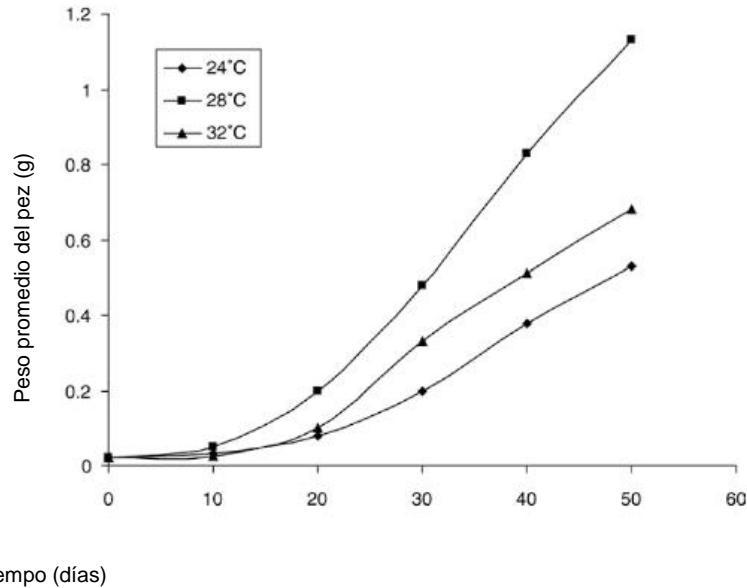
- a) Alevín: etapa subsecuente al embrión y a la eclosión, dura de tres a cinco días. Presenta una talla de 0.5 a 1 cm de longitud y posee un saco vitelino en el vientre, anexo membranoso que provee nutrientes y oxígeno, que es donde se alimenta los primeros días de nacido.
- b) Cría: etapa subsecuente al alevín. Se le llama cría cuando han absorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado. Presenta una talla de 1 a 5 cm de longitud.
- c) Juvenil: etapa subsecuente a la cría. Presentan una talla de 5 a 10 cm de longitud, la cual se alcanza a los dos meses de edad.
- d) Adulto: etapa subsecuente a juvenil y la última etapa de desarrollo. Presentan una talla de 10 a 18 cm de longitud, características obtenidas a partir de los tres meses y medio de edad. El rango de pesos adultos es de 1000 a 3000g y tienen una edad de madurez sexual de 4 a 6 meses los machos y 3 a 5 meses las hembras.
- e) Cosecha: etapa que se lleva a cabo cuando los peces han alcanzado un tamaño adecuado para su venta o bien el tamaño requerido por el cliente. Se pueden realizar cosechas totales o parciales, la cual depende de la cantidad de producto que se requiera para su comercialización. (Saavedra, 2006)

- Condiciones y parámetros de cultivo

Para la reproducción y crecimiento óptimo de las tilapias, estas requieren diversos factores:

- a) Temperatura: es uno de los principales factores que afectan la fisiología, el crecimiento, reproducción y metabolismo de la tilapia. La tilapia es un pez termófilo y tolera una amplia gama de temperaturas. La temperatura ideal para el desarrollo correcto de la tilapia debe de ser entre 20 a 35°C, dependiendo de la especie, siendo la temperatura óptima de 28°C.

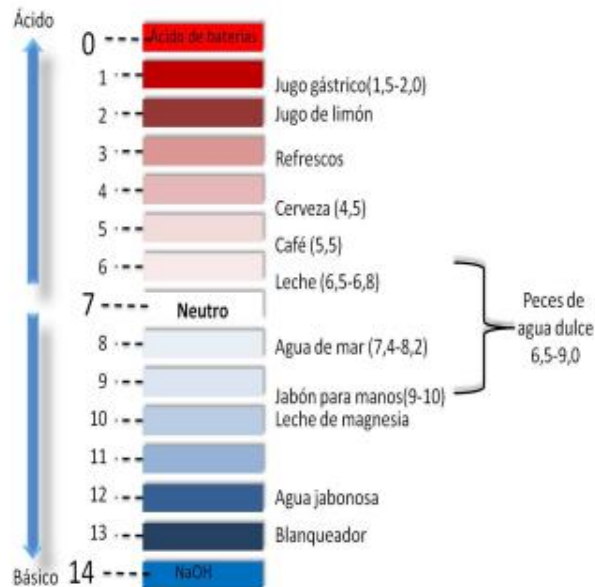
Imagen No. 2 Efecto de la temperatura en el aumento de peso de la tilapia.



Fuente: (El-Sayed, 2006)

b) pH: debe de ser controlado, lo más cercano a pH neutro con rangos que oscilan entre 6.5 a 9. No pueden tolerar valores menores de 5 pero si pueden resistir valores alcalinos de 11. Los valores óptimos de pH son de 7 y 8.

Imagen No. 3 Intervalo de pH para peces de agua dulce.



Fuente: (Alcántar, Santos, Moreno, & Estrada, 2015)

c) Oxígeno disuelto: es uno de los principales factores ambientales que afectan la alimentación, el crecimiento y el metabolismo de los peces. Soporta bajas



concentraciones de oxígeno. Cuando se reducen los niveles de oxígeno, el consumo de alimento disminuye y por ende el crecimiento de los peces. La concentración óptima de oxígeno debe de ser en un rango mayor de 4.5ppm.

Tabla No. 2 Efectos de distintas concentraciones de oxígeno en el cultivo de tilapias.

Oxígeno (ppm)	Efectos
0.0 - 0.3	Peces pequeños sobreviven cortos periodos
0.3 - 2.0	Letal en prolongadas exposiciones
3.0 - 4.0	Crecimiento lento de los peces
>4.5	Óptimo para el crecimiento del pez

Fuente: (Nicovita, 2015)

- d) Amonio: producto de la excreción, orina de los peces y descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y proteínas del alimento no consumido), este es un elemento toxico. La elevada concentración de amonio no ionizado causa el bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, susceptibilidad a enfermedades, entre otros. Los valores de amonio deben de estar entre 0.01 a 0.1 ppm, valores mayores a 2ppm son críticos.



*Forma no ionizada, tóxica.*      *Su velocidad de conjugación con el agua depende del pH.*      *Forma ionizada, no tóxica.*

La toxicidad del amonio en forma no ionizada aumenta cuando la concentración de oxígeno disuelto es bajo, el pH indica valores altos, cuando es bajo este no causa mortalidades y la temperatura alta. (Nicovita, 2015)

- e) Agua de buena calidad, sin turbidez, que cumpla con propiedades físico-químicas de temperatura, oxígeno, pH y transparencia. (Saavedra, 2006)
- f) Salinidad: las tilapias pueden tolerar diferentes concentraciones de salinidad, sin embargo, son sensibles a los cambios bruscos de la misma. El agua de mar contiene 34 partes por mil de salinidad, mientras que el agua dulce contiene muy bajas concentraciones o nada. Las tilapias pueden desarrollarse a una salinidad no mayor de 24 partes por mil. (Saavedra, 2006)
- g) Densidad de siembra: se deben de utilizar densidades adecuadas, las cuales son medidas por número de peces por m<sup>2</sup>. Los peces se desarrollan más rápido con mayor espacio y mayor cantidad de agua. Si se supera la densidad estimada en el estanque por m<sup>2</sup>, los peces no se desarrollarán adecuadamente por lo cual todos se quedarán pequeños y disminuirá su conversión alimento/ganancia de peso. (Saavedra, 2006)

- h) Alimentación balanceada: la alimentación natural de las tilapias es el consumo de organismos vivos como el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos, los cuales son producidos el agua donde viven, este alimento no se encuentra disponible en suficiente cantidad por lo que por lo cual se debe de suministrar alimentos concentrados manufacturados que permitan una adecuada nutrición. El factor de conversión alimenticia (alimento suministrado/ganancia de peso) es la medida más utilizada para la utilización de alimento. (Saavedra, 2006)

La tilapia debe de alimentarse con alimento balanceado con un contenido de proteína que permita una adecuada nutrición, la cual depende de su etapa de crecimiento:

Tabla No. 3 Requerimiento de proteína en alimento balanceado para tilapia.

<b>Rango de peso (g)</b>	<b>Nivel óptimo de proteína (%)</b>
Larva a 0.5	40 – 45%
0.5 a 10	40 – 35%
10 a 30	30 – 35%
30 a 250	30 – 35%
250 a talla de mercado	20 – 30%

Fuente: (Nicovita, 2015)

- b) Aspectos nutricionales

Se recomienda el consumo de pescado debido a que su grasa es insaturada, ácido grasos omega - 3 y 6, presentes en la tilapia lo cual contribuye a la prevención de problemas cardiovasculares. El consumo del pescado favorece niveles más bajos de colesterol malo en la sangre, reduciendo su acumulación en las arterias y mejorando significativamente la circulación sanguínea.

Nutricionalmente, el pescado cuenta con otras características deseables como lo es su fácil digestibilidad, buena fuente de proteína y contenido de minerales como hierro, sodio, calcio, fósforo, potasio, entre otros, y vitaminas. (Tapia & Benavides, 2008)

A continuación, se presenta el valor nutricional de la tilapia fresca y cocida por 100g de muestra según la USDA:

Tabla No. 4 Valor nutricional en porción de 100g de tilapia fresca y cocida.

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g (fresca)	Valor por 100 g (cocida)
<b>Proximales</b>			
Agua	G	78.08	71.59
Energía	Kcal	96	128
Proteína	G	20.08	26.15
Lípidos totales (grasa)	G	1.70	2.65
Carbohidratos	G	0.00	0.00
Fibra, total dietética	G	0.0	0.0
Azúcares	G	0.00	0.00
<b>Minerales</b>			
Calcio (Ca)	Mg	10	14
Hierro (Fe)	Mg	0.56	0.69
Magnesio (Mg)	Mg	27	34
Fosforo (P)	Mg	170	204
Potasio (K)	Mg	302	380
Sodio (Na)	Mg	52	56
Zinc (Zn)	Mg	0.33	0.41
<b>Vitaminas</b>			
Vitamina C, ácido ascórbico total	Mg	0.0	0.0
Tiamina	Mg	0.041	0.093
Riboflavina	Mg	0.063	0.073
Niacina	Mg	3.903	4.745
Vitamina B-6	Mg	0.162	0.123
Folato, DFE	µg	24	6
Vitamina B-12	µg	1.58	1.86
Vitamina A, RAE	µg	0	0
Vitamina A, IU	IU	0	0
Vitamina E (α-tocoferol)	Mg	0.4	0.79
Vitamina D (D2+D3)	µg	3.1	3.7
Vitamina D	IU	124	150
Vitamina K (filoquinona)	µg	1.4	0.9
<b>Lípidos</b>			
Ácidos grasos saturados	G	0.585	0.940
Ácidos grasos monoinsaturados	G	0.498	0.955
Ácidos grasos poliinsaturados	G	0.363	0.600
Colesterol	Mg	50	57
<b>Otros</b>			
Cafeína	Mg	0	0

Fuente: (USDA, 2016)

### c) Perfil comercial

Actualmente, en el mundo existen alrededor de 70 tipos de tilapias, los cuales se encuentran agrupados en cuatro grandes clases según sus hábitos reproductivos, donde la especie más cultivada es *Oreochromis*.

En los últimos años, ha habido una creciente demanda de consumo de tilapia en muchos países del mundo, donde se ha empezado a comercializar como sustituto de especies más costosas.

Actualmente, los principales países productores son China, Tailandia, Indonesia y Vietnam, entre otros. En Guatemala se ha incrementado el cultivo y producción, aunque las fases de producción y procesamiento aún no se encuentran totalmente desarrolladas. (MAGA, 2014)

La distribución de la tilapia desde su producción hasta el consumidor final, involucra a muchos actores que son proveedores de materias primas, de servicios, cadenas de frío, transporte, importadores, distribuidores mayoristas y minoristas que permiten llegar al producto hacia su destino final, el consumidor, en óptimas condiciones.

En la mayoría de países Centroamericanos se producen y exportan tilapias, por lo que los registros de comercio interregional son bajos. Los países Centroamericanos reconocen el certificado sanitario para poder realizar ventas de tilapia en su territorio, por lo que es indispensable la misma para su comercialización. (MAGA, 2014)

El mercado de la tilapia se clasifica de la siguiente manera:

#### a) Por producto:

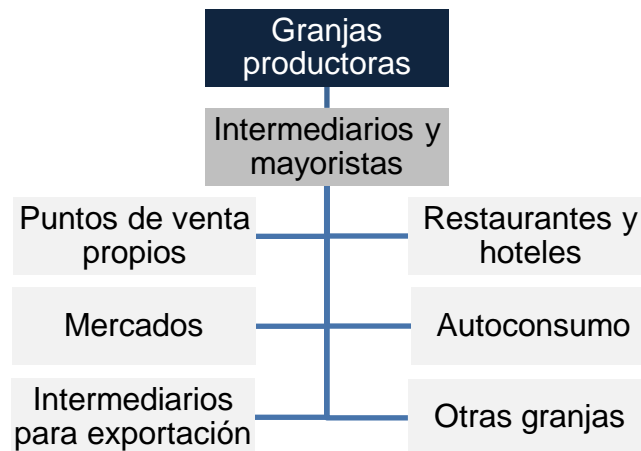
- Mercado natural: clientes de la zona
- Mercado potencial: quien tiene necesidad y deseo del producto, poder adquisitivo y autoridad de decisión
- Mercado meta: población o grupo de consumidores a los cuales se quiere llegar
- Segmento de mercado: división del mercado en grupos uniformes, con características lo más homogéneas posibles y con necesidades particulares
- Nicho de mercado: parte de un segmento de mercado, constituido por un grupo de consumidores con características y necesidades homogéneas

#### b) Por tamaño geográfico:

- Mercado local: delegación cercana
- Mercado regional: ciudad o área metropolitana
- Mercado nacional: es lo que pueda consumir el país
- Mercado internacional: producto que compran los países extranjeros

- c) Por giro:
- Mercado de producción de consumo: listo para el consumidor final
  - Mercado de producción industrial: se le da un valor agregado al producto o se realiza proceso de manufactura
  - Mercado de preventa o comercialización: cuando el cliente es una empresa de comercio
- d) Por tipo de cliente:
- Mercado directo: compra de producto de manera directa en el lugar de producción
  - Mercado indirecto: clientes que interactúan con el producto o que lo integran a sus líneas de producción, lo transforman, reinventan o le dan valor agregado.

Diagrama No. 1 Esquema general sobre los diferentes mercados de la tilapia.



Fuente: (Comité Sistema Producto Tilapia de México AC, 2012)

### 1.2.1 Conserva

Una conserva alimenticia es el resultado del proceso de manipulación de los alimentos, de modo que sea posible su preservación por largos periodos de tiempo.

Las características principales de una conserva son:

- Inocuidad para el consumidor
- Mantenimiento de sus características organolépticas por largos periodos de tiempo

Existen diferentes tipos de conservación de alimentos, dentro de los cuales están:

Tabla No. 5 Métodos de conservación de alimentos.

<b>Método</b>	<b>Tipos</b>
Adición de sustancias	Adición de sal
	Adición de azúcar
	Ahumados
	Escabeches y encurtidos (vinagre)
	Adobado (especias y condimentos)
Reducción de la humedad	Desecación
	Evaporación
Técnicas industriales	Conservas y semiconservas
	Envasado al vacío
	Envasado en atmosfera controlada

Fuente: (Grupo AVANCE DOTA TECH S.L, 2014)

### **1.2.2 Proceso de producción**

- Procesamiento de conservas pesqueras

#### a) Manipulación de las materias primas

Existe una relación directa entre la calidad de las materias primas y las del producto final. Las técnicas de manipulación recomendadas para el almacenamiento del pescado se recomiendan con el fin de reducir la velocidad a la que ocurren los cambios indeseables que degradan la calidad, las cuales son:

- Aplicación de hielo directo
- Inmersión en estanques de agua enfriada
- Inmersión en estanques de agua refrigerada
- Congelación del pescado capturado

Otro factor importante en la manipulación de las materias primas es la aplicación de prácticas de higiene para evitar contaminación cruzada. (Warne, 1989)

#### b) Tratamiento preliminar

Operaciones orientadas a la preparación del producto para el envasado, las cuales pueden ser evisceración del pescado, lavado, limpieza, fileteado o troceado, salazón en salmuera e inmersiones; los cuales tienen como objetivo dar a la materia prima las dimensiones, forma o composición requerida para su tratamiento térmico.

Todas estas operaciones deben de llevarse a cabo bajo las buenas prácticas de manufactura (BPM's), con medidas de higiene básicas para la preservación del alimento. (Warne, 1989)

### c) Precocción

Proceso que se lleva a cabo en vapor, agua, aceite, aire caliente o humo, o en una combinación de las mismas, las cuales tienen como función:

- Deshidratado parcial de la carne para evitar que durante el tratamiento térmico se liberen fluidos
- Eliminar aceites naturales con sabores fuertes
- Coagulación de las proteínas y desprendimiento de la carne del esqueleto
- Conferir propiedades organolépticas

Es importante regular las condiciones de cocción previa, pues este influye en el rendimiento y conservación de calidad y propiedades organolépticas del producto. Las condiciones de Precocción son establecidas en ensayos pilotos en el cual se determina el tiempo necesario para obtener el efecto deseado. (Warne, 1989)

### d) Cortado

Tabla No. 6 Tipos de corte para la presentación de la conserva

<b>Tipo de corte</b>	<b>Descripción</b>
Compacto (con o sin piel)	El pescado estará cortado en segmentos transversales que se colocarán en la lata con los planos de sus cortes transversales paralelos al fondo de la lata. La proporción de trozos pequeños o trozos sueltos en general no superará el 18% del peso escurrido del envase.
En trozos	Pedazos de pescado, la mayor parte de los cuales tienen como mínimo 1-2 cm de longitud en cada lado y mantienen la estructura original del músculo. La proporción de trozos de carne de dimensiones inferiores a 1-2 cm no será superior al 30% del peso escurrido del contenido de la lata.
En trozos pequeños	Una mezcla de partículas y pedazos de pescado, la mayor parte de los cuales tienen menos de 1-2 cm de longitud en cada lado, pero conservan la estructura muscular de la carne. La proporción de trozos de carne de dimensiones inferiores a 1-2 cm será superior al 30% del peso escurrido del contenido de la lata.
Desmenuzado	Una mezcla de partículas de pescado cocido reducidas a dimensiones uniformes, en la cual las partículas aparecen separadas y no forman una pasta.

Fuente: (CODEX STAN 70-1981, 2013)

### e) Llenado

Se debe de tomar en cuenta el peso del llenado y la temperatura, factores que influyen en la velocidad transferencia de calor durante su tratamiento en autoclave, estos pueden influir en la idoneidad de tratamiento. Debido a que el

llenado del producto puede ser uno de los factores más importantes que determinen la inocuidad del producto, se debe de llevar cuidados estrictos con el mismo.

Aunque los envases tienen la apariencia de estar llenos, es necesario el espacio libre para que la expansión térmica causada por el calentamiento del producto desde la temperatura de llenado hasta la de tratamiento no produzca una acumulación excesiva de presión y daño al cierre hermético. (Warne, 1989)

Durante el llenado se debe de controlar:

- Temperatura de llenado: cuanto más elevada sea la temperatura, menor será la presión generada por el calentamiento del contenido de la lata hasta la temperatura de tratamiento. Como consecuencia del llenado en caliente, se forma el vacío en la lata durante el enfriamiento.
- Cerrado al vacío: los enlatados y envasados en vidrio pueden ser sellados al vacío, lo cual tiene el efecto de contrarrestar el aumento de presión provocado por el calentamiento del producto en un envase sellado.

#### f) Cierre

El cierre debe de ser en envases herméticamente cerrados, operación que compromete la calidad final del producto y su estabilidad durante su almacenamiento. (Warne, 1989)

#### g) Tratamientos térmicos – autoclave

En las aplicaciones del envasado del pescado se puede presuponer una temperatura de 121°C durante 15 a 20 minutos para su esterilización, con fines de la conservación del alimento. (Warne, 1989)

#### h) Determinación del peso neto y escurrido

Se debe determinar el contenido neto la conserva, peso real del producto, y el contenido de escurrido, si este se encuentra en un medio líquido, se refiere a la parte sólida del contenido. (MSPAS, Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10, 2010)

### **1.2.3 Tipos de material de empaque de productos pesqueros**

El pescado sobre la piel contiene millones de bacterias, que si se dejan proliferar conducen rápidamente a la pérdida de la frescura y la descomposición del producto. Durante la manipulación posterior, en el traslado hacia la fábrica de conservas, los pescados se contaminan con otras bacterias, las cuales aceleran aún más el deterioro del producto, a menos que se hayan aplicado medidas de protección como un traslado en cadena de frío.



La preparación de conserva consiste en utilizar calor y otros medios de conservación para eliminar o inactivar los contaminantes microbianos y envasar el producto herméticamente cerrado con el fin de protegerlos de una nueva contaminación.

El tratamiento térmico, además de prevenir el deterioro del alimento, también ayuda a la cocción del pescado y el ablandamiento de las espinas, los cuales son procesos indispensables que confieren propiedades organolépticas deseadas de los productos pesqueros.

Se debe de asegurar que el producto es inocuo, absolutamente seguro para el consumo humano, que el tratamiento térmico al cual han sido sometidos es suficiente para eliminar los microorganismos patógenos responsables de la descomposición. Una de las principales bacterias a controlar es el *Clostridium botulinum*, pues si esta se llega a desarrollar dentro del envase sellado, se puede llevar a cabo la formación de una toxina potencialmente letal, toxina botulínica.

Cuando las bacterias son sometidas a calor húmedo a temperaturas letales, como lo puede ser un enlatado durante el tratamiento térmico en auto clave, se observa un orden logarítmico de muertes de las bacterias, sin embargo, por más reducciones decimales que se produzcan durante un tratamiento térmico, siempre habrá alguna probabilidad de que sobrevivan esporas. Para la prevención del deterioro microbiano del producto terminado, se deben de considerar las condiciones del tratamiento térmico del envasado, que el producto no sea fuente de botulismo para los consumidores y que el riesgo de deterioro no patógeno se mantenga a niveles comerciales aceptables.

Si el tratamiento térmico aplicado satisface los criterios de inocuidad y prevención del deterioro no patógeno en condiciones normales de transporte y almacenamiento, se dice que el producto es comercialmente estéril.

A continuación, se presentan los factores que influyen en la ejecución de los tratamientos programados:

Tabla No. 7 Factores que influyen en la ejecución de los tratamientos térmicos programados.

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Dimensiones del envase	Afectan la velocidad de transferencia de calor.
Valor $F_0^1$ fijado	Influye en la probabilidad de deterioro por tratamiento insuficiente.
Temperatura del tratamiento	Determina el tiempo requerido para alcanzar el $F_0$ deseado.
Tiempo de tratamiento	Afecta la temperatura

<sup>1</sup> Valor  $F_0$ : cálculo del efecto esterilizante o letalidad. (Warne, 1989)

Temperatura inicial del producto	Influye en el tiempo que el producto necesita para alcanzar temperaturas letales para las bacterias formadoras de esporas.
Peso de llenado del producto, medida del calentamiento por conducción o convección	Afecta el modo de transferencia de calor.
Consistencia del producto	Influye en la velocidad de transferencia de calor.
Relación entre líquidos y sólidos y tamaño de las partículas	

Fuente: (Warne, 1989)

Una vez se haya definido el tratamiento térmico, se deben de establecer sistemas de control que permitan comprobar, después del proceso, que todas las fases de producción que afectan a la transferencia de calor del envase han sido conformes a las especificaciones.

Materiales de envasado para productos pesqueros en conserva:

Las latas son una gran alternativa por su bajo costo, protección física (resistencia mecánica) y durabilidad. El envase debe de tener la fuerza necesaria para resistir el proceso de llenado, sellado (cierre hermético), tratamiento térmico (esterilización) y distribución. (Tapia & Benavides, 2008)

Los envases para productos pesqueros en conserva tratados térmicamente deben de contar con las siguientes características:

- a) Cerrar herméticamente el producto en el envase, permitiendo un tratamiento térmico que lo haga comercialmente estéril
- b) Impedir la recontaminación del producto después del tratamiento y durante el transporte y almacenamiento
- c) Ofrecer beneficios nutricionales y ventajas comerciales, permitiendo disponer de los productos pesqueros conservados durante todo el año

Estas características del envasado deben de ser aplicables, sin importar el material del empaque, de metal, de vidrio, laminados plásticos o de laminados compuestos de plástico y metal.

- a) Fabricación de las latas

Existen envases metálicos de una gran variedad de formas y tamaños, que se adaptan a todos los tipos de productos pesqueros en conserva.

- Latas de tres piezas: se fabrican a partir de lámina rectangular de hojalata que se enrolla en forma de cilindro y se une con una costura vertical mediante soldadura. A esta sección se le añaden dos extremidades: una de la fábrica (fondo del envase) y la otra después del llenado (tapa).

- Latas de dos piezas: se fabrican con aluminio u hojalata. Se forman a partir de láminas circulares barnizadas que primero se les da forma de copa poco profundas y se les da forma según sean sus dimensiones finales deseadas. Estas carecen de costura lateral.

Las latas de dos piezas con apertura fácil son las más utilizadas para el envasado de las conservas pesqueras.

#### b) Productos plásticos o laminados

Con el desarrollo de los materiales de envasado de plástico y de laminados de plástico y papel aluminio flexibles, semirígidos y rígidos, han surgido una serie de sistemas para la esterilización de los productos pesqueros en su envase. El más conocido es la bolsa esterilizante en autoclave, debido a su superficie plana y a la elevada relación superficie/volumen comparado con las latas, se calienta más rápido que los envases tradicionales.

Todas las bolsas esterilizables en autoclave flexibles, semirígidas o rígidas tienen en común la ventaja que permiten reducir al mínimo las pérdidas nutricionales y organolépticas.

#### c) Vidrio

El vidrio es poco utilizado para el envasado de productos pesqueros conservados por calor, sin embargo, es utilizado para almacenar productos semiconservados. (Warne, 1989)

### **1.2.4 Enlatado de alimentos**

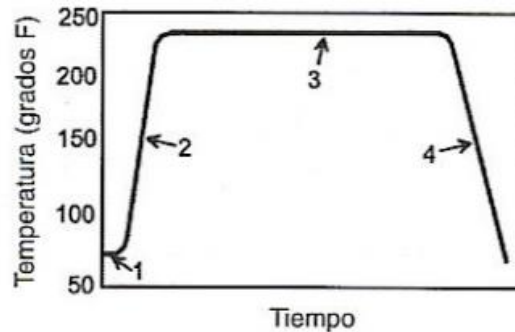
El enlatado de alimentos es el procedimiento para conservar alimentos envasándolos en recipientes herméticamente cerrados, calentándolos a fin de destruir microorganismos patógenos y causantes del deterioro y sus esporas, así como inactivar enzimas.

En un enlatado, la transferencia de calor se realiza a través de las paredes del recipiente al alimento, a los sólidos por conducción y a los alimentos líquidos por convección.

- Procesamiento térmico en autoclave

A continuación, se describe el perfil de temperatura (°F/°C) – tiempo (min) característico de una autoclave:

Imagen No. 4 Perfil de temperatura-tiempo característico de un autoclave.

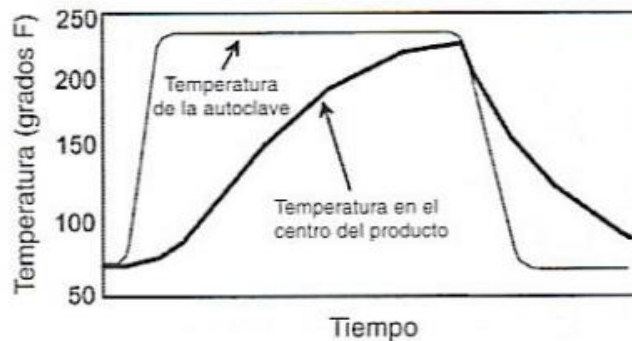


Fuente: (Sharma, Mulvaney, & Rizvi, 2003)

1. Cuando se acaba de ingresar el alimento a la autoclave, la temperatura registrada de la cámara se encuentra aproximadamente a la temperatura ambiente.
2. Cuando esta se cierra y se introduce el vapor o agua caliente, la temperatura aumenta rápidamente hasta alcanzar el valor estimado, se utiliza una presión de 15lb/pul<sup>2</sup> manométricas para alcanzar temperaturas cercanas a 250°F (121°C). Esta etapa es conocida como etapa de calentamiento.
3. La autoclave se mantiene a una temperatura constante durante un periodo de tiempo establecido, necesario. Esta etapa es conocida como etapa de mantenimiento.
4. El vapor es reemplazado por agua fría y la temperatura disminuye. Esta etapa es conocida como etapa de enfriamiento.

Debido a la capacidad calorífica del alimento y el envase, y su resistencia térmica, la temperatura del alimento no es la misma a la de la autoclave, esta tiende a cambiar más lentamente, el centro geométrico del recipiente es el punto que cambia con más lentitud.

Imagen No. 5 Temperatura del producto en el centro de un enlatado durante el procesamiento en autoclave.



Fuente: (Sharma, Mulvaney, & Rizvi, 2003)

- Esterilización

La esterilización consiste en colocar el alimento en un recipiente cerrado y someterlo a elevada temperatura durante el tiempo suficiente para asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos y causantes del deterioro y sus esporas. Cuanta más alta sea la temperatura, menor será el tiempo de esterilización.

Para asegurar la esterilidad en la producción de alimentos enlatados, es necesario conocer la dinámica de calentamiento del punto frío de la lata. Si el tratamiento térmico es excesivo, el alimento pierde valor nutritivo, debido a la disminución de su contenido vitamínico y puede adquirir características sensoriales indeseables, además del consiguiente deterioro de proteínas y carbohidratos. (Jimenez-Islas, 2003)

Por el contrario, si no se esteriliza adecuadamente el alimento, existe el peligro de que se desarrollen microorganismos anaerobios como *Clostridium Botulinum*, productor de la toxina botulínica, que es letal para el ser humano, por lo que el tiempo requerido para la destrucción de este microorganismo generalmente se toma como base en el diseño de procesos térmicos de alimentos de baja acidez.

La dinámica del punto frío de la lata, usualmente se determina de manera experimental, colocando termopares en varios sitios cuidadosamente seleccionados del recipiente, posteriormente la lata se somete al tratamiento térmico en autoclave y durante todo el proceso se registra la temperatura contra el tiempo, lo que permite inferir la ubicación del punto frío que es el que va a determinar el tiempo de tratamiento para asegurar la esterilidad comercial. Después de conocer la ubicación del punto frío y su dinámica de calentamiento, se calcula la letalidad del proceso. (Jimenez-Islas, 2003)

El objetivo del procesamiento térmico en los alimentos enlatados es la eliminación de los microorganismos presentes. *Clostridium Botulinum* es el microorganismo principal que se toma como referencia para valorar si un proceso térmico es efectivo. Debido a que la velocidad de muerte térmica de los microorganismos presenta una cinética de primer orden, el tiempo de tratamiento en minutos a una temperatura T, que es preciso aplicar a una población microbiana para destruir el 90% de la misma se conoce como valor D. Al intervalo de temperatura en el cual D presenta un cambio de orden 10 en su magnitud, se le conoce como Z. El valor experimental de D para *Clostridium Botulinum* es de 0.25 minutos a una temperatura de autoclave de 121.1°C (250°F) y el valor Z correspondiente de 10°C (18°F). (FAO, 2003)

Los valores D están en función de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, la velocidad de destrucción de esporas aumenta y D disminuye. El cambio en el valor D es una función exponencial de la temperatura. (Sharma, Mulvaney, & Rizvi, 2003)

### **1.5.5 Aditivos alimentarios**

De acuerdo al RTCA 67.04.54:10 de Aditivos Alimentarios para pescados y productos pesqueros en conserva, incluidos los enlatados o fermentados, se aplica a los pescados en conserva envasados en agua, aceite u otro medio adecuado. No se aplicará a los productos de especialidad en los que el contenido de pescado represente menos del 50% m/m del contenido neto de la lata ni a los pescados en conserva regulados por otras normas.

El aditivo alimentario de interés para este tipo de conserva es el ácido acético utilizado como regulador de pH y el glutamato monosódico como potenciador de sabor. (MSPAS, Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10, 2010)

### **1.5.6 Análisis químico proximal Weende**

Conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales de un alimento.

Los análisis químicos proximales Weende, se aplican en los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), lípidos crudos, ceniza y carbohidratos en la muestra. (FAO, 2003)

Dentro del análisis químico proximal, se determina:

- Contenido de humedad

La humedad es el contenido de agua que contiene el alimento, la diferencia entre el peso total del alimento y el contenido en agua se denomina materia seca.

El método consiste en el secado de una muestra por medio de un horno a 105°C por 12 horas, y la determinación del contenido de humedad por diferencia de peso entre el material húmedo y seco. (FAO, 2003)

- Proteína cruda (nitrógeno total)

En general, casi todo el nitrógeno que contienen los alimentos está formado por parte del grupo amino de los aminoácidos, es por ello que el contenido de proteína se calcula a partir del contenido de nitrógeno de los alimentos.

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. (FAO, 2003)

- Lípidos

Método por el cual se estima el contenido en triglicéridos presentes en el alimento. Las grasas de la muestra son extraídas por medio de un solvente y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente. (FAO, 2003)

- Ceniza

La ceniza representa el contenido en minerales totales del alimento, estas se encuentran por debajo del 5% de la materia seca de los alimentos.

El método consiste en determinar el residuo que queda al calcinar en una mufla los componentes orgánicos a 550°C por 12 horas. (FAO, 2003)

- Carbohidratos

El contenido de carbohidratos en los alimentos se estima como la diferencia entre el peso total de una porción del alimento y el resto de nutrientes (cenizas, proteínas, lípidos, y humedad). El azúcar y la fibra son considerados como carbohidratos, sin embargo, en un etiquetado nutricional, estos deben de ser declarados por separado. (Greenfield & Southgate, 2003)

Con base a los resultados obtenidos del análisis químico proximal, se realizará el cálculo del valor energético o valor calórico del alimento:

- Valor energético

El valor energético proporciona una medida de la cantidad de energía que se obtiene al consumir una porción del alimento. Es medido en calorías, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua.

El método consiste en calcular el valor energético a partir de la suma de la energía aportada por los carbohidratos, proteínas, y grasas.

Factores de conversión:

- 1 gramo de proteína aporta 4Kcal
  - 1 gramo de carbohidratos aporta 4Kcal
  - 1 gramo de grasa aporta 9Kcal
- (FAO, 2003)

### **1.5.7 Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico consiste en determinar la composición microbiana de los alimentos, mediante técnicas estandarizadas que permiten la detección de diferentes agentes microbianos. (Galvan, 2016)

El pesado, es uno de los alimentos carnosos más sensibles a la autólisis, oxidación, hidrólisis de grasa y descomposición por microorganismo, a fin de detener la actividad de enzimas, el pescado debe de manejarse en cadena de frío o bien eviscerarse luego de su captura, a fin de inhibir la actividad de enzimas del intestino. La flora microbiana dependerá de la calidad del agua de donde es cultivado. (Tapia & Benavides, 2008)

De acuerdo al RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, para el grupo de alimento: pescado, derivados y productos marinos:

- Pescado fresco

Subgrupo del alimento: pescado y productos marinos frescos, congelados, incluidos moluscos, crustáceo y equinodermos, empacados.

Imagen No. 6 Parámetros microbiológicos según RTCA de pescado fresco.

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	4	A	10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i> (solo para pescados)	7		10 <sup>3</sup> UFC/g
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	10		Ausencia
<i>Listeria monocytogenes/25 g</i> (solo para producto crudo listo para consumo, ejemplo sushi y ceviche)	10		Ausencia
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (solo para moluscos bivalvos)	8		10 <sup>3</sup> UFC/g

Fuente: (MSPAS, 2008)

- Conserva

Subgrupo del alimento: pescados, moluscos, equinodermos y crustáceos enlatados.

Imagen No. 7 Parámetros microbiológicos según RTCA de tilapia en conserva.

Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite Máximo permitido
Recuento de aerobios mesófilos. Previo incubación 35°C / 10 días	8	A	<10 UFC/g
Recuento de anaerobios mesófilos. Previo incubación 35°C / 10 días	8	A	<10 UFC/g

Fuente: (MSPAS, 2008)



- Tipos de riesgos

La clasificación de los alimentos por su riesgo establece que:

- a) Alimentos riesgo tipo A: comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.
- b) Alimento Riesgo tipo B: comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud.
- c) Alimento Riesgo tipo C: comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una baja probabilidad de causar daño a la salud.

- Categorías

De acuerdo a la clase de peligro y a las condiciones de manipulación y consumo, se establecen las siguientes categorías de riesgo asociadas al alimento y al microorganismo:

- a) Las categorías 1, 2 y 3 se aplican a aquellos microorganismos que tienen por objeto definir la vida útil y alteración del producto como recuento de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras, *Lactobacillus*, entre otros.
- b) Las categorías 4, 5 y 6 se usan para microorganismos indicadores tales como coliformes totales, enterobacteriáceas, entre otros.
- c) Las categorías de alimentos 7, 8 y 9 se usan en parámetros microbiológicos que siendo considerados patógenos, en bajos niveles pueden aceptarse, tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*.
- d) La categoría 10 se emplea en otros microorganismos considerados peligrosos como *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, entre otros.

### 1.5.8 Evaluación sensorial

- Tipos de paneles sensoriales

- a) Panel de jueces entrenados: personas entrenadas especialmente para actuar como jueces, con habilidades para detectar la sensación analizada, con conocimiento y práctica en este tipo de evaluaciones.
- b) Panel de jueces consumidores: personas que usualmente consumen el producto, generalmente se seleccionan al azar.

Debido a que las pruebas piloto fueron dirigidas a un panel de jueces entrenados y consumidores, en donde se evaluaron las preferencias y/o aceptaciones del producto de acuerdo a sus atributos, se realizó el tipo de prueba afectiva descriptiva.

El tipo de prueba afectiva descriptiva consiste en pruebas escalares con el objetivo de conocer el nivel de agrado o desagrado de la muestra; y pruebas de análisis descriptivo, que consisten en pruebas descriptivas simples.

- Pruebas de escala hedónica verbales

Consiste en un tipo de prueba afectiva descriptiva escalar. Recogen una lista de términos relacionados con el agrado o desagrado del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto. Para analizar los datos obtenidos mediante esta prueba, se realiza una conversión de la escala verbal en numérica.

- Tamaño de la muestra

Para realizar una evaluación sensorial, se emplean grupos representativos de los consumidores potenciales o habituales del producto, quienes no tienen que conocer el porqué del estudio que se realiza, sino entender el procedimiento de la prueba y responder a ella.

El número de jueces consumidores que se recomienda emplear debe ser mayor de 80, generalmente entre 100 y 150, aunque mientras mayor cantidad se emplee, se logra una mejor representatividad de la población. (FFyB. UBA, 2001)

- Análisis de resultados - ANOVA

ANOVA es una herramienta estadística utilizada para la comparación de más de dos muestras. Es un análisis de varianza que permite determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o no.

Con este análisis de varianza se evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. “La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente”. (Minitab, 2016)

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tilapia es una especie que actualmente tiene una alta demanda exportable. En Guatemala, se ha incrementado su siembra y producción, de la cual parte de ella están disponibles en un 20% para mercado local y el 80% para exportación, especialmente para Estados Unidos, del cual el 40% del consumo de la pesca y acuicultura lo representa la tilapia. Además de su alta demanda exportable, la tilapia cuenta con una buena provisión de proteína animal, siendo esta de 20.08% en una muestra de 100g de pescado fresco. (USDA, 2016)

Según la Hoja de Balance de Alimentos (HBA), en el periodo del 2005 al 2013, se determinó que la disponibilidad total de proteínas, siendo estas de origen vegetal o animal, han tenido una baja del 14.3% con respecto a años anteriores, es por ello que se busca una alternativa para la comercialización de tilapia, la cual contribuye al aporte de proteínas y otros minerales. El total de proteína disponible de origen animal en áreas rurales es del 25%, mientras que en el área urbana es de 35%. (Menchú & Méndez, 2011)

El desarrollo de una alternativa para el consumo de tilapia fresca, permite realizar el aporte de un nuevo producto alimenticio con altos niveles proteicos y potencial de industrialización. El desarrollo de esta conserva permite darle un valor agregado a la tilapia, y contribuye a una alternativa para su procesamiento y venta.

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA, 2014) en Guatemala, en su perfil comercial de tilapia, por el aporte proteico de la tilapia fresca, esta es considerada como un producto como posible complemento de los modelos de granjas integrales, modelo productivo de desarrollo para áreas rurales, específicamente para granjas con crianza de tilapia. Actualmente, por su alto potencial de crecimiento, con el apoyo de distintas entidades y casas de estudio, se han impartido talleres de buenas prácticas de manejo y cultivo de tilapia con el fin de apoyar a comunidades rurales para la diversificación o inicio de un negocio propio que apoye el cultivo de la misma.

Debido que la Tilapia Nilótica fresca es considerada como buena fuente de proteína pues contiene dos veces los valores para fuente, más del 5% del VRN por 100Kcal (MINECO, 2010), se busca su procesamiento dando un valor agregado al producto que permita el acceso a su consumo de forma alterna al de un pescado fresco.

¿Es posible realizar una conserva de tilapia enlatada que sea considerada como fuente de proteína, aceptada sensorialmente y recomendada para la industrialización futura?

## **2.5 Objetivos**

### **2.5.5 Objetivo general**

Desarrollar la formulación y procesamiento de conserva de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) preenvasada.

### **2.5.6 Objetivos específicos**

1. Determinar el análisis químico proximal inicial de Tilapia Nilótica fresca vs. la conserva de Tilapia Nilótica con énfasis en su contenido proteico.
2. Calcular el porcentaje de pérdida proteica de la Tilapia Nilótica fresca vs. la conserva de Tilapia Nilótica luego de realizar el tratamiento térmico.
3. Verificar el cumplimiento de criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos según el RTCA 67.04.50:08 para productos pesqueros, en relación a la Tilapia Nilótica fresca y la conserva de Tilapia Nilótica.
4. Evaluar la aceptación sensorial de la conserva de Tilapia Nilótica con vegetales vs. la conserva de Tilapia Nilótica sin vegetales, por medio de evaluación sensorial a jueces entrenados y aplicación de metodología estadística ANOVA.
5. Comparar la conserva de Tilapia Nilótica seleccionada en el panel de jueces entrenados vs. conserva de atún comercial, por medio de evaluación sensorial a jueces consumidores y aplicación de metodología estadística ANOVA.
6. Definir el proceso de producción, balance de masa y equipo a utilizar para el procesamiento de conserva de Tilapia Nilótica preenvasada.

## **2.6 Hipótesis**

### **2.6.5 Nula**

- a. La conserva de tilapia es fuente de proteína pues contiene más del 5% del VRN por 100Kcal, según el RTCA 67.01.60:10 de Etiquetado Nutricional, condiciones relativas al contenido de nutrientes.
- b. No hay diferencia significativa de aceptación sensorial entre la conserva de Tilapia Nilótica vs. una conserva de atún comercial.

### **2.6.6 Alterna**

- a. La conserva de tilapia no es fuente de proteína pues contiene menos del 5% del VRN por 100Kcal, según el RTCA 67.01.60:10 de Etiquetado Nutricional, condiciones relativas al contenido de nutrientes.
- b. Existe diferencia significativa de aceptación sensorial entre la conserva de Tilapia Nilótica vs. una conserva de atún comercial.

## **2.7 Variables**

### **2.7.5 Variables dependientes**

- Análisis químico proximal
- Porcentaje de pérdida de proteína
- Análisis microbiológico
- Aceptación sensorial del alimento
- Balance de masa

### **2.7.6 Variables independientes**

- Desarrollo de formulación
- Proceso productivo

## **2.8 Definición de las variables**

### **2.8.5 Definición conceptual**

#### **Variables dependientes**

- Análisis químico proximal: conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales de un alimento. (FAO, 2003)

- Porcentaje de pérdida de proteína: proporción que toma como referencia el número 100 e indica que porcentaje de proteína se ha perdido. (RAE, 2014)
- Análisis microbiológico: consiste en determinar la composición microbiana de los alimentos, mediante técnicas estandarizadas que permiten la detección de diferentes agentes microbianos. (Galvan, 2016)
- Aceptación sensorial del alimento: acción de favorecer o inclinarse a un alimento más que a otro por algún motivo o afecto particular. (RAE, 2014)
- Balance de masa: contabilidad de los pesos de los materiales que entran y salen de una unidad de procesamiento. (Hougen, Watson, & Ragatz, 2006)

### **Variables independientes**

- Desarrollo de formulación: expresión de ingredientes, aditivos y la proporción en la que se encuentran por medio de una fórmula. (FAO, 2003)
- Proceso productivo: serie de operaciones consecutivas que se llevan a cabo y que son necesarias para la transformación y constitución de un producto final. (Santana, 2002)

### **2.8.6 Definición operacional**

### **Variables dependientes**

- Análisis químico proximal: se determinó humedad, ceniza, lípidos y proteína de la tilapia fresca y producto terminado de conserva de Tilapia Nilótica con el fin de determinar la variación entre ambos.
- Porcentaje de pérdida de proteína: se determinó el porcentaje de pérdida de proteína entre la Tilapia Nilótica fresca vs. la conserva de Tilapia Nilótica luego de realizar el tratamiento térmico.
- Análisis microbiológico: se determinó si la composición microbiana de la Tilapia Nilótica fresca y la conserva de Tilapia Nilótica eran aceptables con respecto a los parámetros establecidos por el RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.
- Aceptación sensorial del alimento: evaluación sensorial realizada con el fin de determinar la aceptabilidad de la conserva de Tilapia Nilótica con vegetales vs. sin vegetales con un panel de jueces entrenados; y la evaluación sensorial de aceptabilidad de la conserva de Tilapia Nilótica seleccionada del panel de jueces entrenados vs. una conserva de atún comercial realizada a un panel de posibles consumidores.
- Balance de masa: se determinó la entrada y salida de las materias primas para la elaboración de la conserva de Tilapia Nilótica en sus distintas etapas.

## Variables independientes

- Desarrollo de formulación: se determinó la composición de cada ingrediente utilizado por medio de porcentajes para la preparación de la conserva de tilapia.
- Proceso productivo: se determinó el diagrama de proceso, balance de masa y equipo a utilizar para el desarrollo de la formulación de la conserva de tilapia.

## 2.9 Alcances y límites

### 2.9.5 Alcances

Para el presente estudio, se llevó a cabo el desarrollo de dos formulaciones de conserva de Tilapia Nilótica enlatada, a las cuales se les realizó un tratamiento térmico de esterilización, pruebas fisicoquímicas, análisis químicos proximales, análisis microbiológicos y evaluaciones sensoriales de aceptación.

Durante la esterilización se tomó como variante el tiempo de mantenimiento de temperatura a 121°C por 15 y 30 minutos de cada una de las formulaciones, se determinó el pH de la conserva y el contenido de humedad, ceniza, lípidos, proteínas, carbohidratos tanto en la Tilapia Nilótica fresca como en la conserva desarrollada, así como también el contenido energético. Así mismo, se determinó el porcentaje de pérdida de proteína de la conserva luego de realizar el tratamiento térmico, utilizando como parámetro de referencia el porcentaje de proteína inicial del pescado fresco.

En las pruebas microbiológicas se determinó el recuento de *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus* y presencia de *salmonella spp* en Tilapia Nilótica fresca; así como también recuento aeróbico y anaeróbico total, y presencia de *Clostridium botulinum* en la conserva de Tilapia Nilótica enlatada.

En las pruebas sensoriales se realizó una evaluación sensorial de aceptación con jueces entrenados entre las formulaciones de conserva de Tilapia Nilótica con vegetales vs. sin vegetales, la formulación seleccionada se utilizó para comparar vs. una conserva de atún comercial en un panel de evaluación sensorial de aceptación con jueces consumidores. Ambas evaluaciones sensoriales fueron tipo hedónicas afectivas, donde se evaluaron siete atributos entre cada una de las muestras. Como parte del análisis e interpretación de los resultados, en ambas evaluaciones se utilizó metodología estadística ANOVA para determinar si los resultados tuvieron diferencias significativas de aceptación sensorial o no.

Por último, se determinó el proceso de producción, balance de masa y equipo a utilizar para el procesamiento de Tilapia Nilótica en conserva.

### 2.9.6 Límites

Actualmente, a nivel centroamericano, la tilapia es consumida de forma directa luego de haber sido extraída del estanque de donde es cultivada; en otros países como lo son Brasil y Argentina se han desarrollado filetes de tilapia en conserva o filetes de tilapia precocidos, sin embargo, no hay información suficiente del desarrollo de este producto, además de no ser información reciente.

Debido a que se está desarrollando un producto relativamente nuevo, no se cuenta con regulaciones alimentarias específicas para este tipo de alimento, por lo que se desarrolló con base al grupo de alimento: pescado, derivados y productos marinos o bien en referencia al atún.

En la planta piloto de la Universidad Rafael Landívar, no se cuenta con una termocupla para poder determinar la temperatura interna del alimento durante el desarrollo de la esterilización.

Debido a que el desarrollo del producto fue a pequeña escala, alrededor de ocho latas máximo por prueba, no fue posible utilizar el Exhauster para la generación de vacío, por lo que se realizó de forma artesanal.

No se realizó una evaluación de vida de anaquel, debido a que esta es mayor a dos años, además del costo elevado que representa.

### 2.10 Aporte

A Guatemala	Aporte de un nuevo producto alimenticio con altos niveles proteicos. Proporcionando una alternativa para el consumo de tilapia.
A la Industria Alimentaria	Por el desarrollo de una alternativa para el consumo de tilapia, producto con alto potencial para su industrialización.
A la Universidad Rafael Landívar	Aporte de estudios e información para el área de investigación y desarrollo como base para futuras investigaciones.
A estudiantes y catedráticos de Ingeniería en Industria de Alimentos y carreras afines	Para contribuir como fuente de aprendizaje, fuente de investigación y desarrollo de nuevas alternativas basado en estudios previos.
Granjas con crianza de tilapia	Contribución con una alternativa para el procesamiento y venta de la tilapia.



## 3. MÉTODO

### 3.5 Sujetos y unidad de análisis

#### 3.5.5 Sujetos

##### — Panel de jueces entrenados

Se llevó a cabo el día miércoles 08 de marzo del 2017, con la disponibilidad de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos ubicados en el campus central de la Universidad Rafael Landívar. La muestra fue de quince jueces mayores de 18 años de edad.

##### — Panel de jueces consumidores

Se llevó a cabo el día martes 21 de marzo del 2017, con la disponibilidad de estudiantes y catedráticos ubicados en el campus central de la Universidad Rafael Landívar. La muestra fue de cien consumidores mayores de 18 años de edad.

##### — Expertos en el campo de estudio

Ingeniero Sergio Pablo Alburez    Graduado de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle de Guatemala; MBA con enfoque en finanzas en la Universidad Francisco Marroquín. Actualmente labora para la industria de tilapia con más de diez años de experiencia en su cultivo y comercialización.

Ingeniero Wilfredo Fernández    Graduado de Ingeniería en Alimentos con Especialización en Sistemas de Gestión de Calidad en Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; Diplomado Gerencia en Exportaciones, AGEXPORT, Guatemala. Catedrático de la facultad de ingeniería de la Universidad Rafael Landívar con experiencia en la industria de alimentos.

### 3.6 Unidades de análisis




- Formulación A (sin vegetales), muestra realizada con una variación en el contenido de vegetales para determinar nivel de aceptabilidad y conservación de contenido proteico con respecto a formulación B, y variación en el tratamiento térmico realizado a 121°C durante 15 y 30 minutos.
- Formulación B (con vegetales), muestra realizada con una variación en el contenido de vegetales para determinar nivel de aceptabilidad y conservación de contenido proteico con respecto a formulación A, y variación en el tratamiento térmico realizado a 121°C durante 15 y 30 minutos.


- Tilapia Nilótica, principal materia prima con aporte de contenido proteico.
- Resultados de análisis químico proximal, análisis de proteína realizados en laboratorio de CONCALIDAD en la Universidad Rafael Landívar.
- Resultados de análisis químico proximal propios, análisis de humedad, ceniza, lípidos, carbohidratos y energía realizados en laboratorios de la Universidad Rafael Landívar
- Resultados de análisis microbiológicos, realizados en laboratorio SIM, Servicio Industrial Microbiológico, para asegurar microbiología aceptable con respecto a los parámetros establecidos por el RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.




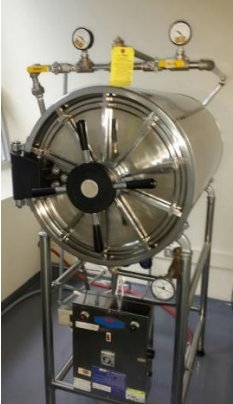
### 3.7 Instrumentos

A continuación, se detallan los equipos y utensilios utilizados durante el desarrollo del estudio para el desarrollo de la formulación de la conserva, así como también para todos los análisis físico-químicos y proximales requeridos.

Tabla No. 8 Equipos utilizados durante el desarrollo del producto.



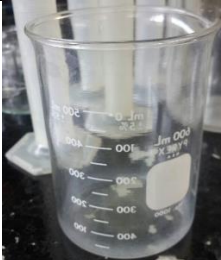
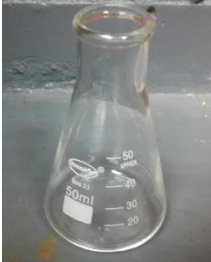

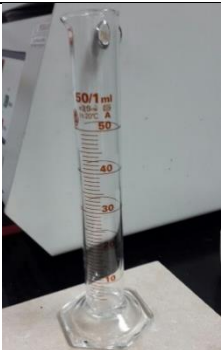
Equipos	Imagen	Descriptor	Uso
Balanza analítica		Denver Instrument Serie A21091449 APX - 2000 Max 200g d=0.1mg Incertidumbre $\pm 0.00005g$	Utilizada para realizar los pesajes de los crisoles y las muestras a analizar durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Horno de secado		Cenco Instruments Corporation Cat. No. 95472-16 Volts: 115 Watts: 1000 Cycles: 50/60	Utilizado para eliminar la humedad de los crisoles y las muestras a analizar durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Mufla		48000 Furnace Thermolyne Volts: 208 Watts: 1560 Temperaturas $>500^{\circ}C$	Utilizada para incinerar las muestras a analizar durante el desarrollo del análisis químico proximal.

Equipos	Imagen	Descriptor	Uso
Desecadora		Nalge / Sybron corporation Catalogo No. 5312	Utilizada para desecar los crisoles durante el desarrollo del análisis químico proximal
Estufa electrónica		Cimarec 2 Barnstead/Thermolyne (heat and stir) Modelo No. SP46925 Volts: 120 Amps: 9.5 Watts: 1118 Hz:60	Utilizada para la extracción etérea durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Campana de extracción		Serproma Modelo No. EBM29A Serie C_148 Volts: 115 Amps: 8 Frec: 60 Hz	Utilizada para la extracción etérea, como medio de control para la exposición de vapores durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Balanza electrónica		My Weigh KD-7000 Capacidad: 7000gr	Utilizada para realizar los pesajes de la materia prima durante el desarrollo de la formulación de conserva de tilapia.
Estufa de gas		Angelo PO Alpha 9000 Estufa de gas propano 12 hornillas 1 Horno	Utilizada durante el desarrollo de la formulación de la conserva de tilapia y para esterilización del material de empaque.

Equipos	Imagen	Descriptor	Uso
Evaporadora		Hamilton Beach Modelo No. 37530Z Series: A3851ER Volts: 120 Frec: 60Hz Watts: 800	Utilizada durante el desarrollo de la formulación para pre-cocción del pescado.
pH metro		OHAUS ST20 Modelo No. 30073971 Incertidumbre $\pm 0.05$ Rango: 0.00 – 14	Utilizado para determinar el pH de la conserva de tilapia durante el desarrollo del producto.
Selladora de latas manual		— N/D	Utilizada para sellar las latas.
Autoclave		TAI CHANG Medical instrument factory Volts:220 Cycles: 50/60 AMP: 27 Phase: 1	Utilizada para la esterilización del producto final.

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 9 Utensilios utilizados durante el desarrollo del producto.

Utensilios	Imagen	Descriptor	Uso
Crisoles		Capacidad: 30ml Material: porcelana	Utilizado como contenedor de las muestras a analizar durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Pinzas para crisol		— N/D	Utilizadas para manipular los crisoles.
Beaker		Capacidad: 600±5ml Material: pyrex	Utilizados como contenedor de muestras en la extracción etérea durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Erlenmeyer		Capacidad: 50±5ml Material: pyrex	Utilizados como contenedor de muestras en la extracción etérea durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Espátula		— N/D	Utilizada para el manejo de las muestras durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Probeta		Capacidad: 50±0.5ml	Utilizado para medir el solvente utilizando en el análisis de lípidos durante el desarrollo del análisis químico proximal.

Utensilios	Imagen	— Descriptor	Uso
Embudo		— N/D	Utilizado para verter el solvente utilizando en el análisis de lípidos durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Mortero con pistilo		— N/D	Utilizado para homogenizar las muestras durante el desarrollo del análisis químico proximal.
Tabla de picar y cuchillos		— N/D	Utilizado para corte de vegetales y tilapia en trozos.
Olla		— N/D	Utilizada para precocción de vegetales durante el desarrollo de la formulación.
Olla con cesto		— N/D	Utilizado para esterilización de las latas y generación de vacío.

Fuente: elaboración propia (2017)

Imagen No. 8 Boleta de evaluación sensorial.

**Boleta de Evaluación**

**Instrucciones:** frente a usted hay dos muestras, por favor escriba el número de la muestra que este analizando, pruébela e indique su nivel de agrado marcando con una X el descriptor que usted mejor asocie para cada uno de los atributos.

No. De muestra: \_\_\_\_\_

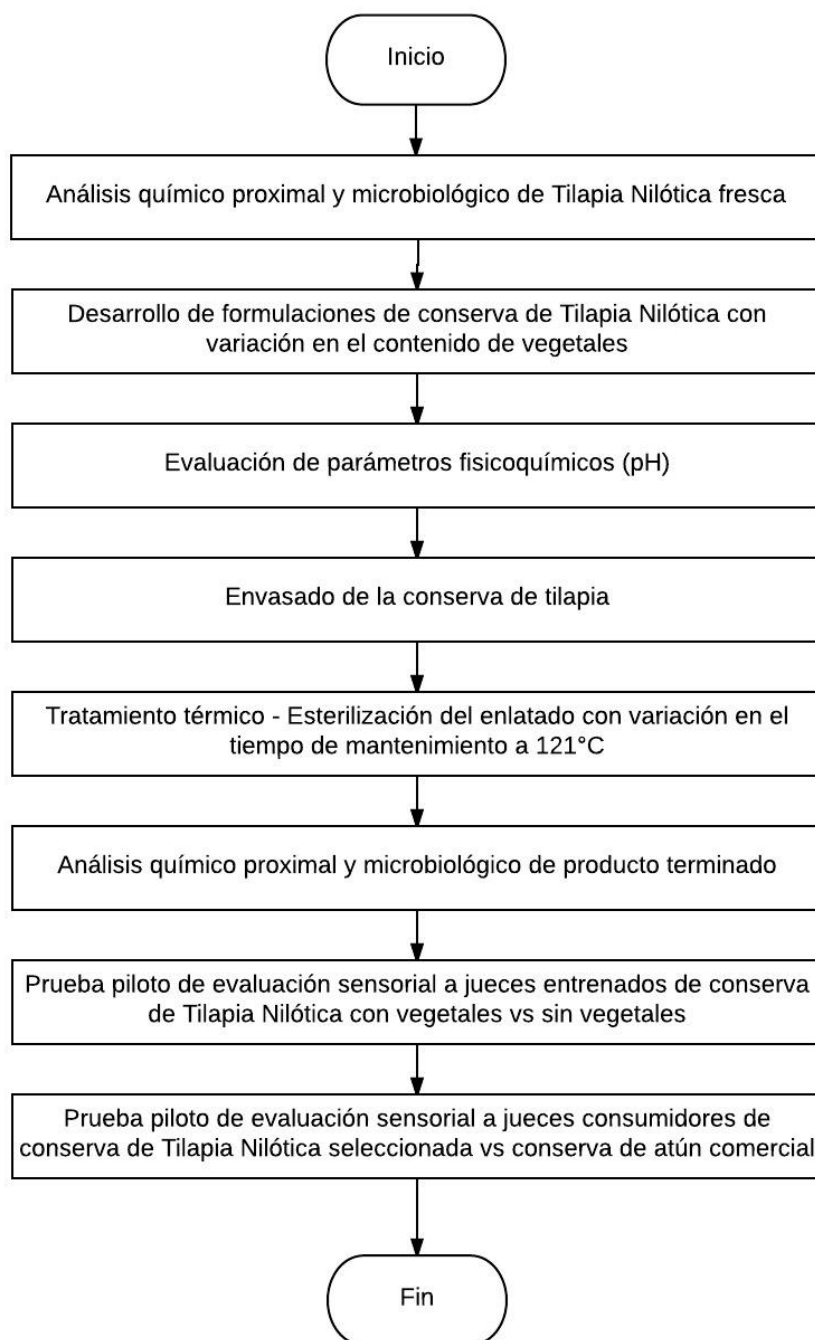
Características	Aspecto general	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Calidad
Me Gusta Mucho							
Me Gusta Moderadamente							
Me gusta poco							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta Mucho							
Observaciones:							

Fuente: elaboración propia (2017)

### 3.8 Procedimiento

#### 3.8.5 Diagrama de proceso general

Diagrama No. 2 Diagrama de proceso general



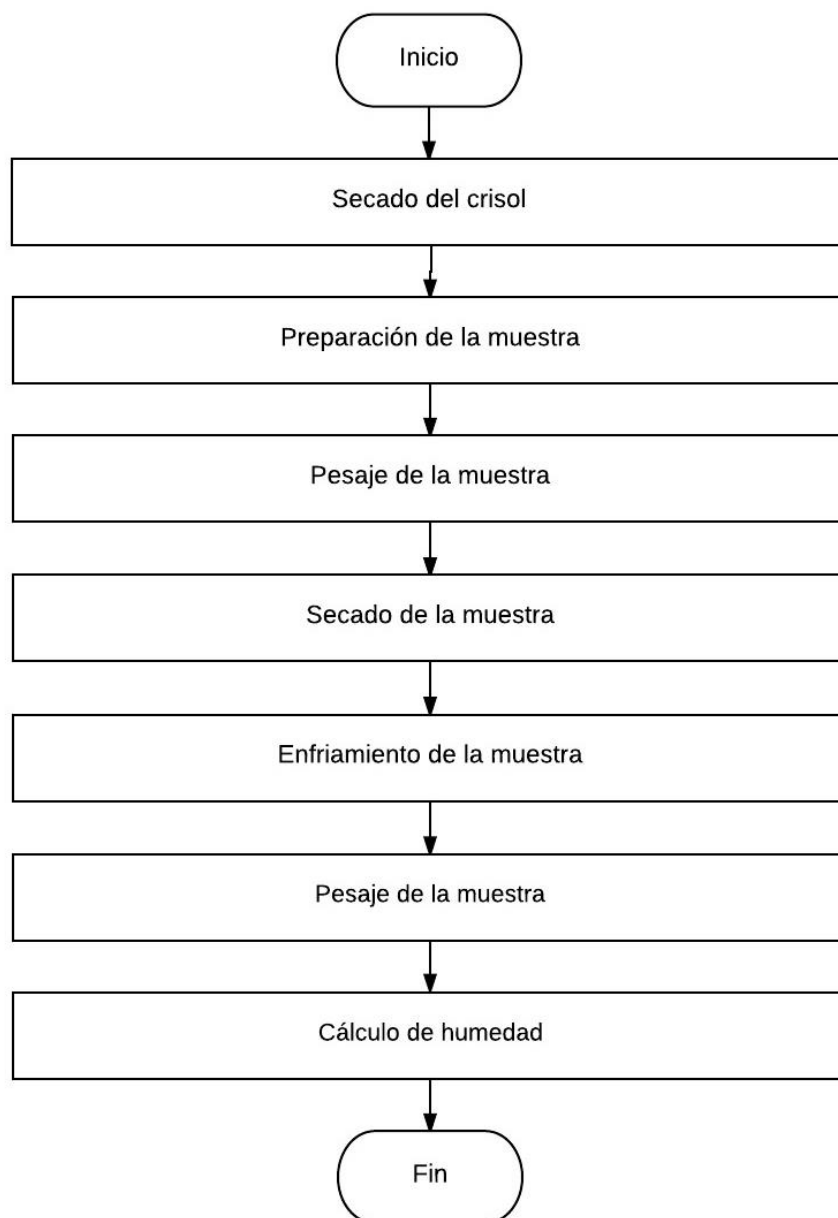
Fuente: elaboración propia (2017)



### 3.8.6 Diagramas de proceso específicos

#### Diagramas de proceso: desarrollo análisis químico proximal






##### Diagrama No. 3 Determinación contenido de humedad





Fuente: (Olvera, Marínez, & Real, 1993)

**Procedimiento:**

Tabla No. 10 Determinación contenido de humedad

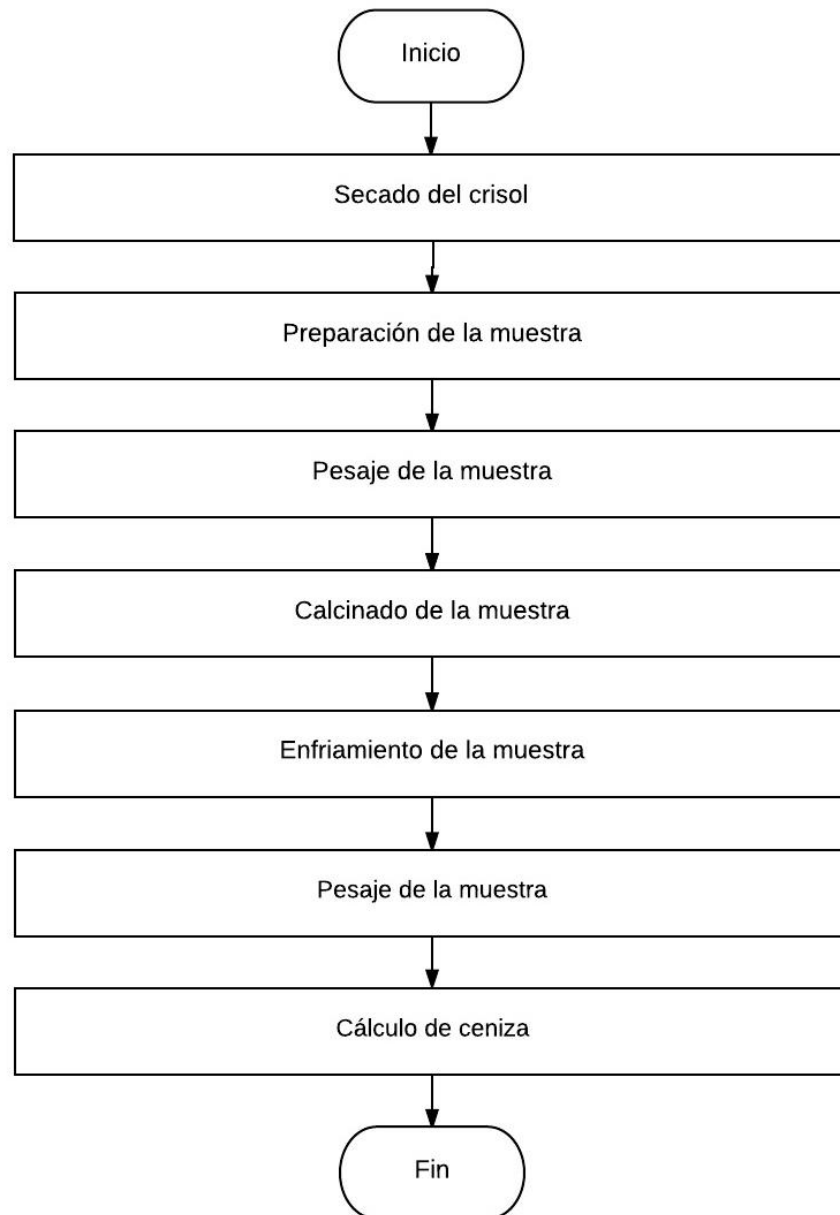
Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Secado del crisol	Secado de los crisoles en un horno de secado y enfriados por medio de un desecador hasta llegar a un peso constante.	
Preparación de la muestra	La muestra se debe de moler y mezclar de forma homogénea.	
Pesaje de la muestra	Pesar cinco gramos de muestra molida.	
Secado de la muestra	Colocar la muestra en un horno de secado a 105°C por 12 horas.	
Enfriamiento de la muestra	Dejar enfriar la muestra en un desecador.	

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Pesaje de la muestra	Pesar nuevamente la muestra cuidando de no exponerla al medio ambiente.	
Calculo de humedad	Determinar la humedad de la muestra por medio de su diferencial de peso.	

*\*NOTA: Imágenes recopiladas para el análisis de Tilapia Nilótica fresca.*

Fuente: elaboración propia (2017)






Diagrama No. 4 Determinación contenido de cenizas





Fuente: (Olvera, Marínez, & Real, 1993)

**Procedimiento:**

Tabla No. 11 Determinación contenido de cenizas

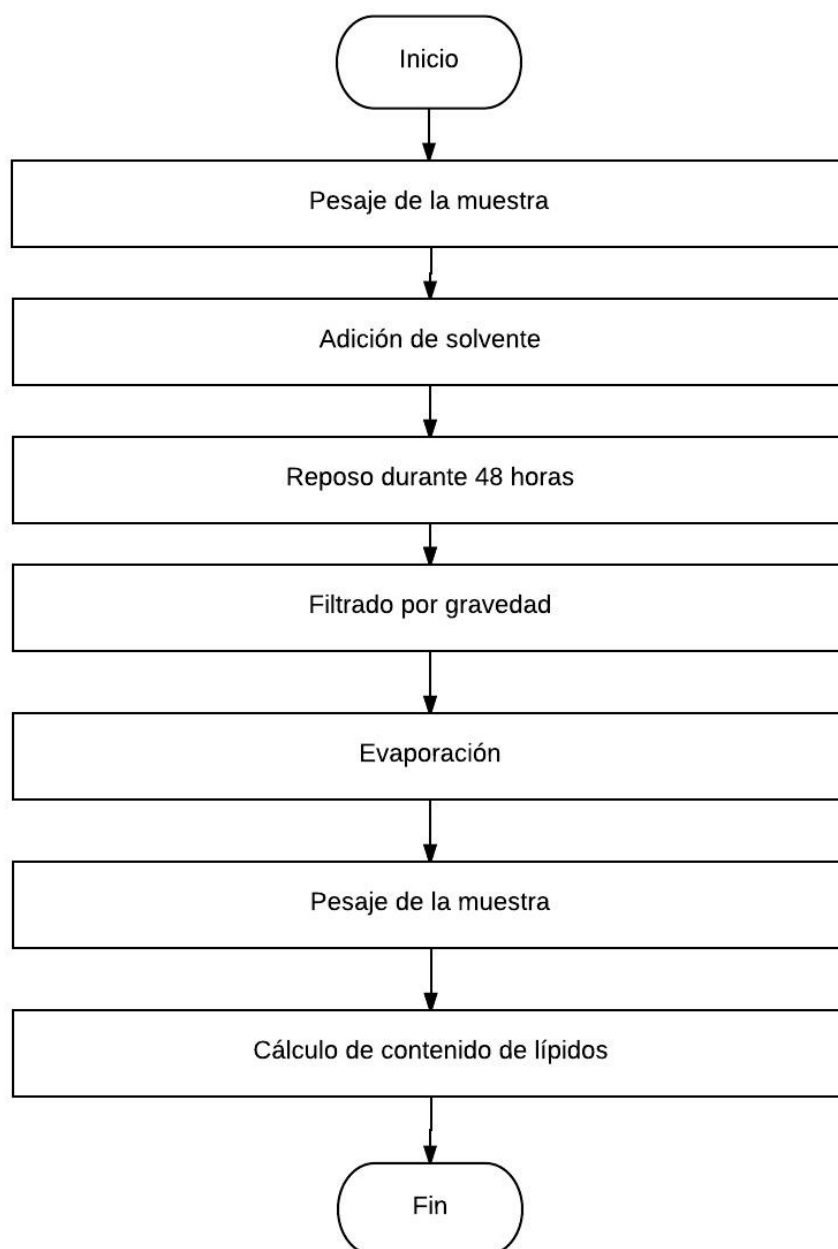
<b>Etapa del proceso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Secado del crisol	Secado de los crisoles en un horno de secado y enfriados por medio de un desecador hasta llegar a un peso constante.	
Preparación de la muestra	La muestra se debe de moler y mezclar de forma homogénea.	
Pesaje de la muestra	Pesar cinco gramos de muestra seca.	
Calcinado de la muestra	Colocar la muestra en una mufla y calcinar a 550°C por 12 horas.	
Enfriamiento de la muestra	Dejar enfriar la muestra en horno y luego colocarlo en un desecador.	

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Pesaje de la muestra	Pesar nuevamente el crisol que contiene la ceniza.	
Calculo de contenido de ceniza	Determinar la cantidad de ceniza de la muestra por medio de su diferencial de peso.	

*\*NOTA: Imágenes recopiladas para el análisis de Tilapia Nilótica fresca.*

Fuente: elaboración propia (2017)

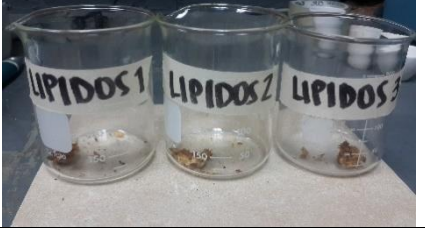




Diagrama No. 5 Determinación contenido de lípidos (Extracción con hexano)





Fuente: elaboración propia (2017)

**Procedimiento:**

Tabla No. 12 Determinación contenido de lípidos (Extracción con hexano)

Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Pesaje de la muestra	Pesaje de cinco gramos de muestra seca y colocar en la unidad de extracción.	
Adición de solvente	Adición de 30 ml de solvente (hexano) a la muestra.	
Reposo	Reposo por dos días, secado y enfriado.	
Filtrado por gravedad	Filtrado y recuperación del hexano.	
Evaporación	Evaporación del hexano en una estufa hasta sequedad en camara de extracción.	

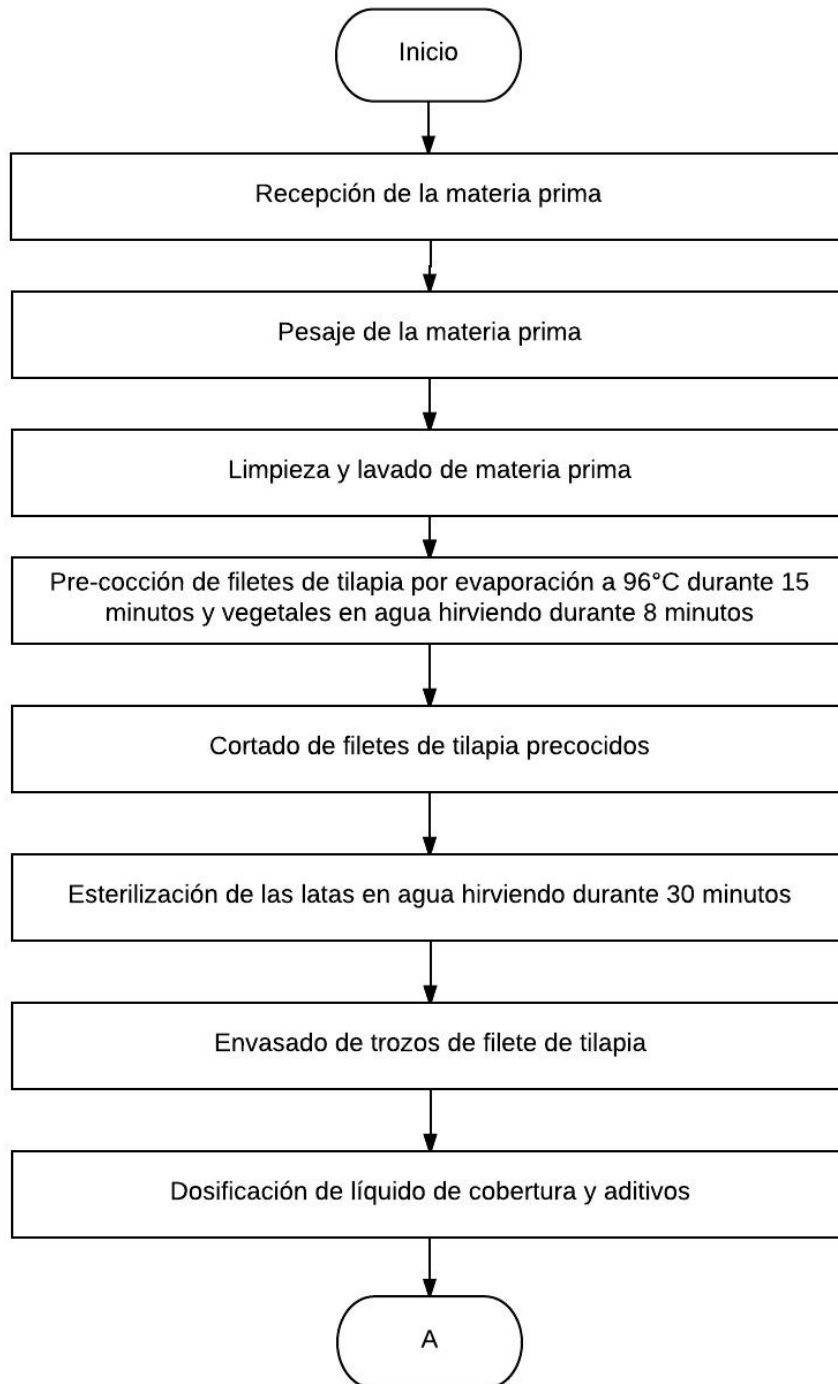


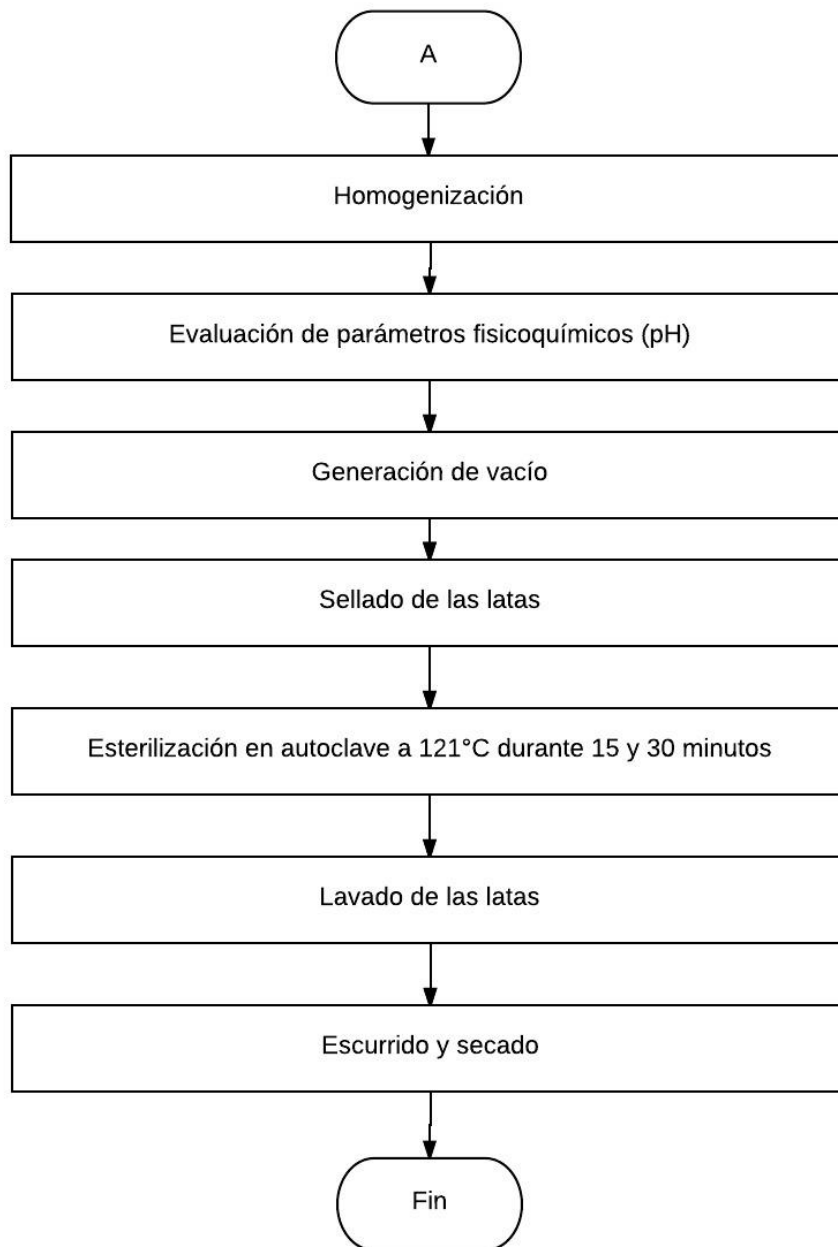
Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Pesaje de la muestra	Pesaje del recipiente que contiene los lípidos.	
Cálculo contenido de lípidos	Cálculo de la cantidad de lípidos obtenidos en la muestra por medio de su diferencial de peso.	

*\*NOTA: Imágenes recopiladas para el análisis de Tilapia Nilótica fresca.*

Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No. 6 Elaboración de tilapia en conserva



















Fuente: elaboración propia (2017)

**Procedimiento:**

Tabla No. 13 Elaboración de tilapia en conserva

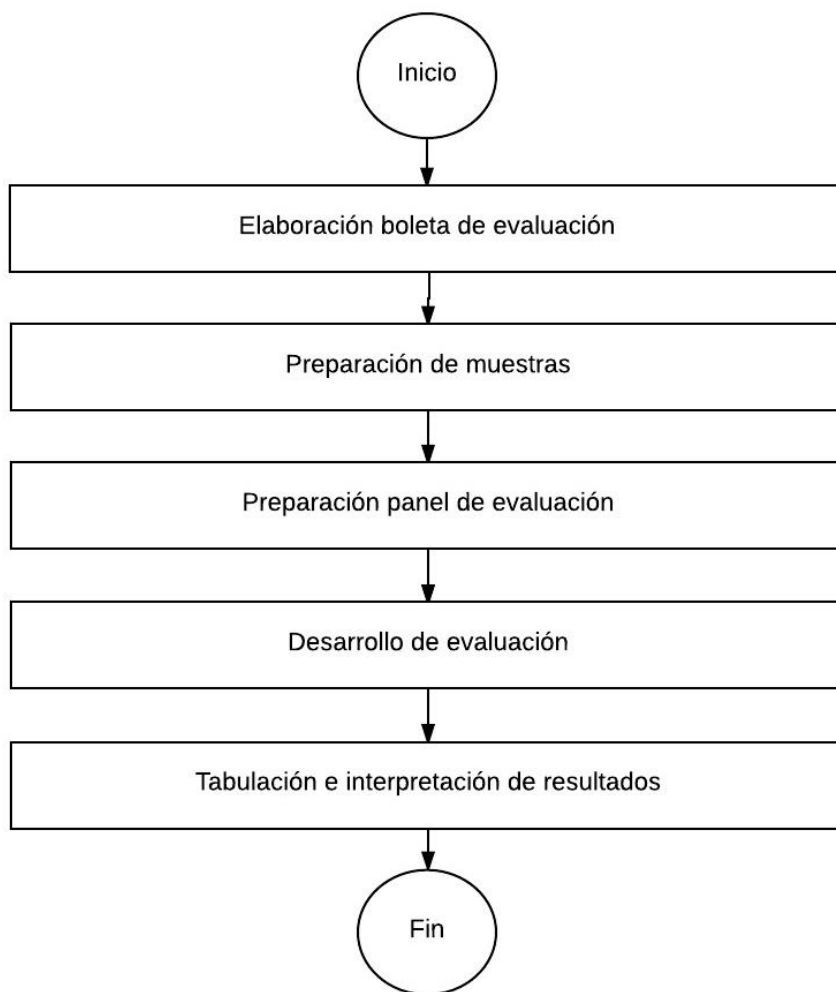
Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Recepción de la materia prima	Recepción de aditivos y tilapia en óptimas condiciones. La tilapia debe de estar a una temperatura de 0 a 4°C.	
Pesaje de la materia prima	Para determinar rendimiento de producto terminado.	
Limpieza y lavado de materia prima	Eliminación de residuos de sangre, vísceras o materia extraña. Realizar con agua a 5°C.	
Pre-cocción de filetes de tilapia y vegetales	Precocción de tilapia al vapor (96°C) durante 15 minutos aproximadamente y de vegetales en caldo hirviendo durante 8 minutos aproximadamente.	

Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Cortado de filetes de tilapia precocidos	Tamaño del corte de aproximadamente 2x2cm.	
Esterilización de las latas	Se colocaron las latas y sus tapaderas sobre una olla con cesto y agua hirviendo durante 30 minutos, posteriormente se colocaron las latas en horno para secado y se retiraron conforme su uso para mantenerlas estériles.	
Envasado de trozos de filete de tilapia	Se colocó manualmente el contenido de tilapia pesado en el envase previamente esterilizado.	
Dosificación líquido de cobertura y aditivos	Se adiciono el líquido de cobertura – aceite y el resto de los ingredientes.	
Homogenización	Mezcla uniforme del filete de tilapia con el líquido de cobertura, aditivos e ingredientes.	

Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Evaluación parámetros físico-químicos (pH)	Evaluación de pH. Ajuste de pH <4.5.	
Generación de Vacío	Se colocaron las latas llenas con su tapadera en una olla con cesto y se calentó en baño maría hasta alcanzar una temperatura interna de 85-96°C para generar el vacío. Realizar cierre hermético de la lata.	
Sellado de las latas	Se realizó cierre hermético de la lata.	
Esterilización	Se colocaron las latas cerradas en autoclave y se calentaron hasta una temperatura de mantenimiento de 121°C por 15 minutos (variable 1) y 30 minutos (variable 2).	
Lavado de las latas	Lavado con agua a presión y a una temperatura de 50-70°C para eliminar remantes del líquido de cobertura en la superficie del envase.	
Ecurrido y secado	Se dejó escurrir y enfriar las latas, posteriormente se secaron.	

Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No. 7 Desarrollo evaluación sensorial de aceptación.


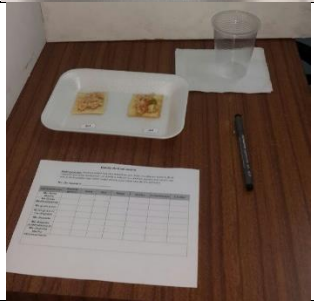

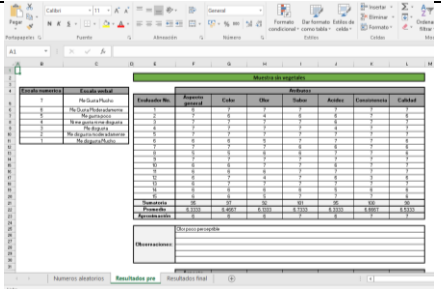


Fuente: elaboración propia (2017)

**Procedimiento:**

Tabla No. 14 Desarrollo evaluación sensorial de aceptación.

Etapa del proceso	Descripción	Imagen																																																																
Elaboración boleta de evaluación	Se desarrolló una boleta de evaluación tipo hedónica afectiva de escala verbal con siete atributos.	<p style="text-align: center;"><b>Boleta de Evaluación</b></p> <p><b>Instrucciones:</b> frente a usted hay dos muestras, por favor escriba el número de la muestra que este analizando, pruébela e indique su nivel de agrado marcando con una X el descriptor que usted mejor asocie para cada uno de los atributos.</p> <p>No. De muestra: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Características</th> <th>Aspecto general</th> <th>Color</th> <th>Olor</th> <th>Sabor</th> <th>Acidez</th> <th>Consistencia</th> <th>Calidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Me Gusta Mucho</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me Gusta Moderadamente</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me gusta poco</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ni me gusta ni me disgusta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me disgusta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me disgusta moderadamente</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me disgusta Mucho</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones:</p>	Características	Aspecto general	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Calidad	Me Gusta Mucho								Me Gusta Moderadamente								Me gusta poco								Ni me gusta ni me disgusta								Me disgusta								Me disgusta moderadamente								Me disgusta Mucho							
Características	Aspecto general	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Calidad																																																											
Me Gusta Mucho																																																																		
Me Gusta Moderadamente																																																																		
Me gusta poco																																																																		
Ni me gusta ni me disgusta																																																																		
Me disgusta																																																																		
Me disgusta moderadamente																																																																		
Me disgusta Mucho																																																																		

Etapa del proceso	Descripción	Imagen
Preparación de muestras	Se colocaron las muestras a evaluar en un vehículo, medio adecuado para su manejo y degustación con un código preestablecido que permita su identificación.	
Preparación panel de evaluación	Se colocó de forma organizada las muestras a evaluar, el agua, las boletas de evaluación y un lapicero en un espacio definido previo a realizar la evaluación.	
Desarrollo de evaluación	Se procedió al desarrollo de la evaluación sensorial en cada uno de los paneles.	
Tabulación e interpretación de resultados	Se ordenaron las boletas de evaluación utilizadas de acuerdo a la codificación de las muestras, se ingresaron y contabilizaron los resultados en un documento de Excel. Se determinó la muestra con mayor preferencia de acuerdo a cada uno de sus atributos.	

*\*NOTA: Imágenes recopiladas para la evaluación sensorial de aceptación a jueces entrenados.*

Fuente: elaboración propia (2017)



### 3.9 Diseño y Metodología estadística

#### 3.9.5 Diseño experimental

Tabla No. 15 Diseño experimental. Experimentos.

No. De experimento	Unidad experimental	Descripción	Tratamiento	Repeticiones
1	Desarrollo de formulación	Elaboración de dos formulaciones con variación en la adición o no de vegetales.	Porcentaje de contenido de vegetales.	Triplicado
2	Análisis químico proximal	Análisis químico proximal de Tilapia Nilótica fresca y de las dos formulaciones con la variante de contenido de vegetales y tratamiento térmico para determinar si se mantiene o reduce su composición.	Tratamiento térmico a 121°C durante 15 y 30 minutos de formulación y Tilapia Nilótica fresca.	Triplicado
3	Análisis microbiológico	Análisis microbiológico de Tilapia Nilótica fresca y de las dos formulaciones con la variante de contenido de vegetales y tratamiento térmico para determinar si se cumple con parámetros aceptables de acuerdo al RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.	Tratamiento térmico a 121°C durante 15 y 30 minutos de formulación y Tilapia Nilótica fresca.	Única
4	Evaluación sensorial a panel de jueces entrenados	Realizar una prueba piloto de evaluación sensorial tipo hedónica afectiva de aceptación para determinar aceptabilidad o rechazo de la conserva de Tilapia Nilótica con vegetales vs. sin vegetales.	Formulación de producto terminado, con mejores parámetros proximales con énfasis en contenido proteico y microbiológicos.	Panel de jueces entrenados en una muestra de 15 personas mayores a los 18 años de edad.

No. De experimento	Unidad experimental	Descripción	Tratamiento	Repeticiones
5	Evaluación sensorial a panel de jueces consumidores	Realizar una prueba piloto de evaluación sensorial tipo hedónica afectiva de aceptación para determinar aceptabilidad o rechazo de la conserva de Tilapia Nilótica seleccionada en panel de jueces entrenados vs. conserva de atún comercial.	Formulación de producto terminado, con mejores parámetros proximales con énfasis en contenido proteico y microbiológicos.	Panel de jueces consumidores en una muestra de 100 personas mayores a los 18 años de edad.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 3.9.6 Descripción de las unidades experimentales

Tabla No. 16 Diseño experimental. Descripción unidades experimentales.

Unidad experimental	Descripción
Desarrollo de formulación	Se determinaron dos formulaciones con variación en el contenido o no de vegetales (arveja, cebolla y zanahoria).
Análisis químico proximal	Se realizó análisis químico proximal de Tilapia Nilótica fresca. Al obtener la conserva de tilapia enlatada (formulación A y B) y esterilizada (a 121°C durante 15 y 30 minutos), cuatro muestras, se realizó un análisis químico proximal por triplicado a cada una de ellas.  Se determinó el porcentaje de pérdida de proteína tomando como referencia la tilapia fresca vs. las conservas de tilapia envasadas y esterilizadas.
Análisis microbiológico	Se realizó análisis microbiológico de Tilapia Nilótica fresca. Al obtener la conserva de tilapia enlatada (formulación A y B) y esterilizada (a 121°C durante 15 y 30 minutos), cuatro muestras, se realizó un análisis microbiológico a cada una de ellas para determinar cuál de estas cumplen con parámetros aceptables de acuerdo al RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.
Evaluación sensorial de aceptación a panel de jueces entrenados	Por medio de una prueba piloto a jueces entrenados, se determinó cuál de las formulaciones (A y B) se utilizaría para comparar con un atún comercial.

Unidad experimental	Descripción
Evaluación sensorial de aceptación a panel de jueces consumidores	Por medio de una prueba piloto a jueces consumidores, se determinó el grado de aceptación o rechazo de la formulación seleccionada con respecto a un atún comercial.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 3.9.7 Variables respuesta

Tabla No. 17 Diseño experimental. Variables respuesta.

No. De experimento	Nombre	Variable respuesta
1	Desarrollo de formulación	— Contenido o no de vegetales — pH
2	Análisis químico proximal	— Humedad — Ceniza — Lípidos — Proteína — Carbohidratos — Energía — Porcentaje de pérdida de proteína
3	Análisis microbiológico	— <i>Escherichia coli</i> — <i>Staphylococcus aureus</i> — <i>Salmonella ssp/25g</i> — <i>Clostridium Botulinum</i> — Recuento aeróbico total — Recuentos anaerobios mesófilos
4	Evaluación sensorial tipo hedónica afectiva de aceptación a panel de jueces entrenados	Nivel de aceptación o rechazo entre: — Formulación A (sin vegetales) — Formulación B (con vegetales)
5	Evaluación sensorial tipo hedónica afectiva de aceptación a panel de jueces consumidores	Nivel de aceptación o rechazo de la conserva de Tilapia Nilótica seleccionada del panel de jueces entrenados vs. conserva de atún comercial

Fuente: elaboración propia (2017)

### 3.9.8 Metodología de análisis

- Experimento No.1 Desarrollo de formulación

Se determinó el porcentaje de cada ingrediente utilizado para elaborar la conserva de tilapia, donde:

$$\% = \frac{m}{\sum mT} * 100$$

*m = masa del ingrediente (g)*

$\sum mT$  = *sumatoria masa total de los ingredientes utilizados (g)*

- Experimento No.2 Análisis químico proximal Weende

#### — Humedad

$$\%H = \frac{P_0 - P_f}{P_0} * 100$$

*%H = porcentaje de humedad*

*P<sub>0</sub> = peso inicial de la muestra humeda*

*P<sub>f</sub> = peso final de la muestra seca*

(FAO, 2003)

#### — Ceniza

$$\%C = \frac{P_0 - P_f}{P_m} * 100$$

*%C = porcentaje de ceniza*

*P<sub>0</sub> = peso del crisol con ceniza*

*P<sub>m</sub> = peso de la muestra*

(FAO, 2003)

#### — Lípidos

$$\%L = \frac{P_f}{P_0} * 100$$

*%L = porcentaje de lípidos*

*P<sub>0</sub> = peso inicial de la muestra humeda*

*P<sub>f</sub> = peso final de la muestra*

(FAO, 2003)

### — Carbohidratos

$$\%CH = 100\% - H\% - \%C - \%L - \%P$$

$\%CH$  = porcentaje de carbohidratos

$\%H$  = porcentaje de humedad

$\%C$  = porcentaje de ceniza

$\%L$  = porcentaje de lípidos

$\%P$  = porcentaje de proteína (Greenfield & Southgate, 2003)

### — Valor energético

$$VE = (grP * 4) + (grCH * 4) + (grL * 9)$$

$VE$  = valor energético

$grP$  = gramos de proteína

$grCH$  = gramos de carbohidratos

$grL$  = gramos de lípidos (FAO, 2003)

### — Porcentaje de pérdida de proteína

$$\%Perdida = \frac{(PBF - PC)}{PBF} * 100$$

$PC$  = proteína conserva

$PBF$  = proteína base fresca

- Experimento No.3 Análisis microbiológico

Se determinó el tratamiento térmico más efectivo para conservar el producto terminado por medio de la evaluación de los resultados presentados con mejores parámetros microbiológicos para conservar el producto.

- Experimento No.4 y 5 Evaluación sensorial a panel de jueces entrenados y consumidores

Se realizó una conversión de escala verbal a numérica para la interpretación de los resultados.

Tabla No. 18 Variables respuesta. Conversión de escala verbal a numérica.

Escala verbal	Escala numérica
Me Gusta Mucho	7
Me Gusta Moderadamente	6
Me gusta poco	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta Mucho	1

Fuente: elaboración propia (2017)

### — Promedio simple

$$\bar{x} = \frac{\sum \#}{n}$$

$\bar{x}$  = promedio escala verbal por categoría

$\sum \#$  = sumatoria de escala numérica por categoría

$n$  = numero de jueces evaluados

### — Metodología ANOVA

Aplicación de análisis de varianza para los resultados obtenidos de evaluación sensorial, a fin de poder determinar si existe diferencia significativa o no entre los resultados obtenidos.

Se realizó ANOVA por medio del programa Excel. Los resultados se analizaron con estadística con el fin de hacer inferencias y obtener conclusiones acerca de los resultados obtenidos.

$$F = \frac{S_x^2}{S_w^2}$$

$F$  = factor  $F$  calculado

$S_x^2$  = varianza de cada muestra

$S_w^2$  = varianza de las medias muestrales

(Minitab, 2016)

## 4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Formulaciones conserva de tilapia

Tabla No. 19 Formulaciones conserva de tilapia.

	Formulación A (sin vegetales)	Formulación B (con vegetales)
	%	%
Tilapia pre-cocida al vapor*	57.78	47.36
Aceite de soya	29.46	29.32
Ácido acético	8.61	8.57
Zanahoria precocida*	-	4.51
Arvejas precocidas*	-	4.51
Caldo de vegetales*	2.27	2.26
Cebolla	-	1.80
Sal	0.57	0.50
Azúcar	0.45	0.45
Paprika	0.50	0.45
Glutamato monosódico	0.18	0.17
Pimienta negra	0.18	0.11
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

\*NOTA: ver formulaciones y procedimientos de preparación en anexo A

Fuente: elaboración propia (2017)

### 4.2 Análisis químico proximal

#### 4.2.1 Tilapia Nilótica fresca

Tabla No. 20 Resultados análisis químico proximal. Tilapia Nilótica fresca en una muestra de 100g.

Descriptor	Resultado
Humedad (%)	75.7931
Ceniza (%)	1.0405
Lípidos (%)	2.2365
*Proteínas (%)	20.9300
Carbohidratos (%)	0.0000
Energía (kcal/g)	103.8481

\*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (Ver anexo D)

Fuente: elaboración propia (2017)

#### 4.2.2 Conserva de tilapia

Tabla No. 21 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales), esterilizado a 121°C durante 15 minutos en una muestra de 100g.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado (%)</b>
Humedad (%)	76.2267
Ceniza (%)	1.1094
Lípidos (%)	4.9582
*Proteínas (%)	16.6400
Carbohidratos (%)	1.0657
Energía (kcal/g)	115.4468

*\*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (Ver anexo E)*

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 22 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales), esterilizado a 121°C durante 30 minutos en una muestra de 100g.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado (%)</b>
Humedad (%)	74.9833
Ceniza (%)	1.1736
Lípidos (%)	6.6558
*Proteínas (%)	11.8400
Carbohidratos (%)	5.3472
Energía (kcal/g)	128.6514

*\*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (Ver anexo E)*

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 23 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales), esterilizado a 121°C durante 15 minutos en una muestra de 100g.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Humedad (%)	75.0755
Ceniza (%)	0.9089
Lípidos (%)	6.1349
*Proteínas (%)	14.7400
Carbohidratos (%)	3.1407
Energía (kcal/g)	126.7371

*\*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (Ver anexo E)*

Fuente: elaboración propia (2017)



Tabla No. 24 Resultados análisis químico proximal. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales), esterilizado a 121°C durante 30 minutos en una muestra de 100g.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Humedad (%)	76.6270
Ceniza (%)	1.0123
Lípidos (%)	6.5998
*Proteínas (%)	9.5700
Carbohidratos (%)	6.1910
Energía (kcal/g)	122.4416

\*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (Ver anexo E)

Fuente: elaboración propia (2017)

#### **4.2.3 Porcentaje de pérdida de proteína**

Tabla No. 25 Resultados análisis químico proximal. Porcentaje de pérdida de proteína de Tilapia Nilótica fresca vs. conservas esterilizadas.

<b>Descriptor</b>	<b>% de pérdida de proteína</b>
Conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos	20.4969
Conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C durante 30 minutos	43.4305
Conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos	29.5748
Conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C durante 30 minutos	54.2762

Fuente: elaboración propia (2017)

#### **4.3 Análisis microbiológico**

##### **4.3.1 Tilapia Nilótica fresca**

Tabla No. 26 Resultados análisis microbiológico. Tilapia Nilótica fresca.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Escherichia coli	<10 UFC/g
Staphylococcus aureus	<10 UFC/g
Salmonella ssp/25g	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Servicio Industrial Microbiológico, SIM. (Ver anexo F)

### 4.3.2 Conserva de tilapia

Tabla No. 27 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales) esterilizado a 121°C durante 15 minutos.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Recuento aeróbico total (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
Recuentos anaerobios mesófilos (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
<i>Clostridium Botulinum</i>	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Servicio Industrial Microbiológico, SIM. (Ver anexo G)

Tabla No. 28 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación A (sin vegetales) esterilizado a 121°C durante 30 minutos.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Recuento aeróbico total (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
Recuentos anaerobios mesófilos (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
<i>Clostridium Botulinum</i>	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Servicio Industrial Microbiológico, SIM. (Ver anexo G)

Tabla No. 29 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales) esterilizado a 121°C durante 15 minutos.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Recuento aeróbico total (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
Recuentos anaerobios mesófilos (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
<i>Clostridium Botulinum</i>	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Servicio Industrial Microbiológico, SIM. (Ver anexo G)

Tabla No. 30 Resultados análisis microbiológico. Conserva de tilapia formulación B (con vegetales) esterilizado a 121°C durante 30 minutos.

<b>Descriptor</b>	<b>Resultado</b>
Recuento aeróbico total (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
Recuentos anaerobios mesófilos (Después de 10 días de incubación a 35°C)	<10 UFC/g
<i>Clostridium Botulinum</i>	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Servicio Industrial Microbiológico, SIM. (Ver anexo G)

#### 4.4 Evaluación sensorial

Tabla No. 31 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio y aproximación de resultados por atributo evaluado para selección de formulación con jueces entrenados.

Característica	Formulación A ( sin vegetales)		Formulación B (con vegetales)	
	Promedio evaluado	Aproximación	Promedio evaluado	Aproximación
Aspecto general	6.3333	6	6.5333	7
Color	6.4667	6	6.4667	6
Olor	6.1333	6	6.4667	6
Sabor	6.7333	7	6.6000	7
Acidez	6.3333	6	6.5333	7
Consistencia	6.6667	7	6.9333	7
Calidad	6.5333	7	6.8000	7

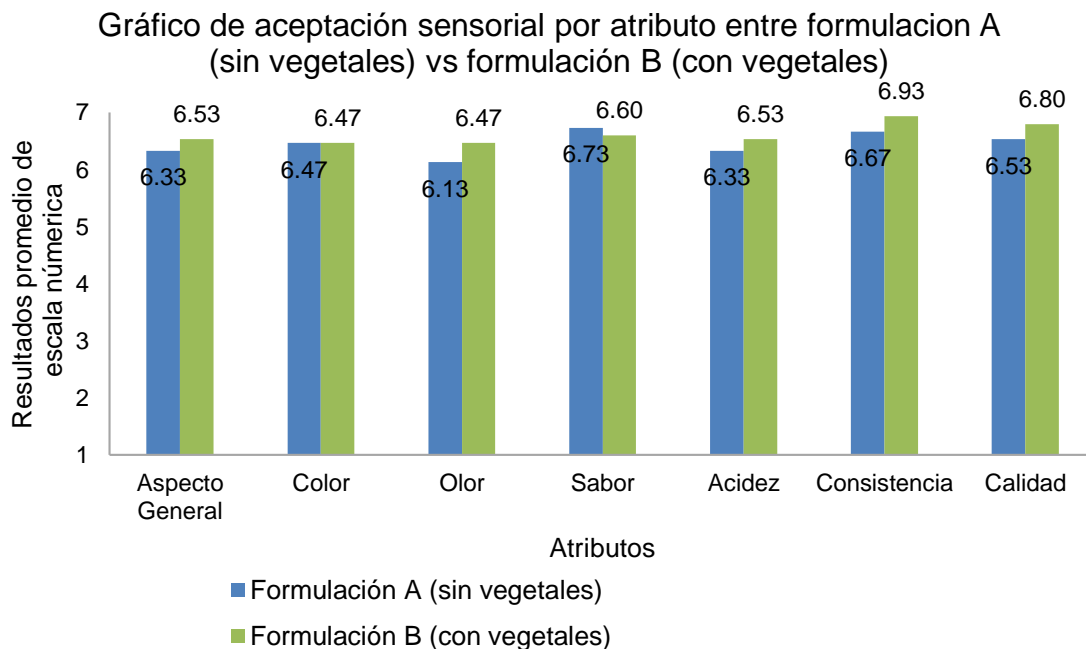
Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 32 Resultados evaluación sensorial. Resumen de resultados aplicación de metodología estadística ANOVA por atributo para selección de formulación con jueces entrenados.

Atributo	Fcalculada	Fcritica	Resultado	Diferencia significativa
Aspecto general	0.9265	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Color	5.2540E-15	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Olor	0.9162	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Sabor	0.4375	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Acidez	0.3987	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Consistencia	0.9180	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
Calidad	2.4348	4.1960	Fcalculada < Fcrítica	No
General	2.4218	4.7472	Fcalculada < Fcrítica	No

Fuente: elaboración propia (2017)

Gráfica No. 1 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio por atributo evaluado para selección de formulación con jueces entrenados.



Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 33 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio y aproximación de resultados por atributo evaluado para selección de formulación con jueces consumidores.

Característica	Tilapia en conserva con vegetales		Atún comercial con vegetales	
	Promedio evaluado	Aproximación	Promedio evaluado	Aproximación
Aspecto general	6.1000	6	6.2300	6
Color	6.0200	6	6.0300	6
Olor	5.7700	6	5.7800	6
Sabor	6.3100	6	6.0500	6
Acidez	6.0200	6	5.8400	6
Consistencia	6.3400	6	6.0600	6
Calidad	6.3900	6	6.2700	6

Fuente: elaboración propia (2017)

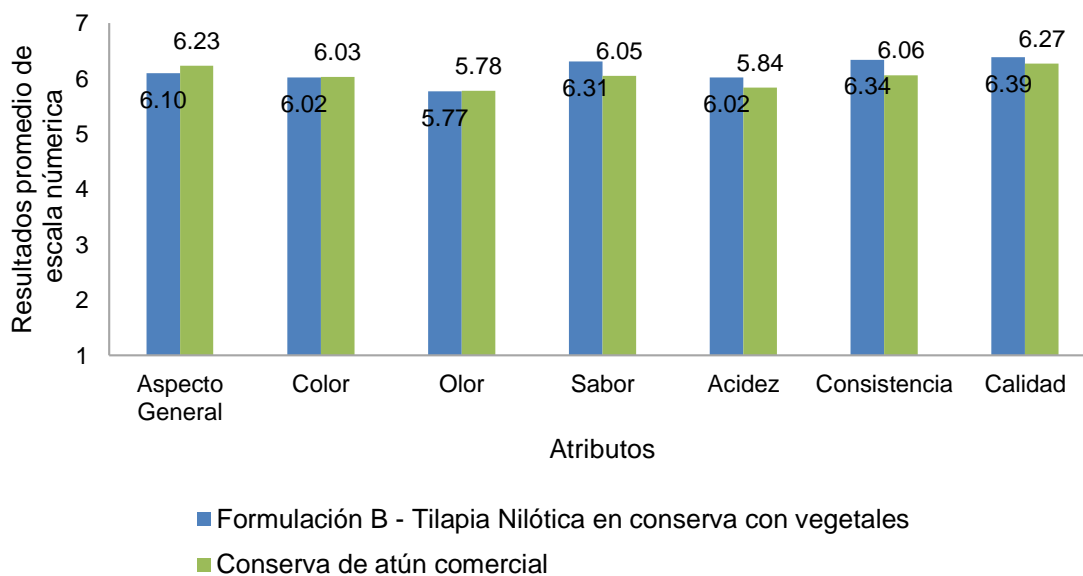
Tabla No. 34 Resultados evaluación sensorial. Resumen de resultados aplicación de metodología estadística ANOVA por atributo para elección de formulación con jueces consumidores.

Atributo	Fcalculada	Fcritica	Resultado	Diferencia significativa
Aspecto general	0.7650	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Color	0.0044	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Olor	0.0031	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Sabor	2.3889	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Acidez	1.0572	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Consistencia	3.8032	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
Calidad	0.7075	3.8889	Fcalculada < Fcritica	No
General	0.8232	4.7472	Fcalculada < Fcritica	No

Fuente: elaboración propia (2017)

Gráfica No. 2 Resultados evaluación sensorial. Resultados promedio por atributo evaluado para selección de formulación con jueces consumidores.

Gráfico de aceptación sensorial por atributo de formulación B - Tilapia Nilótica en conserva con vegetales vs conserva de atún comercial



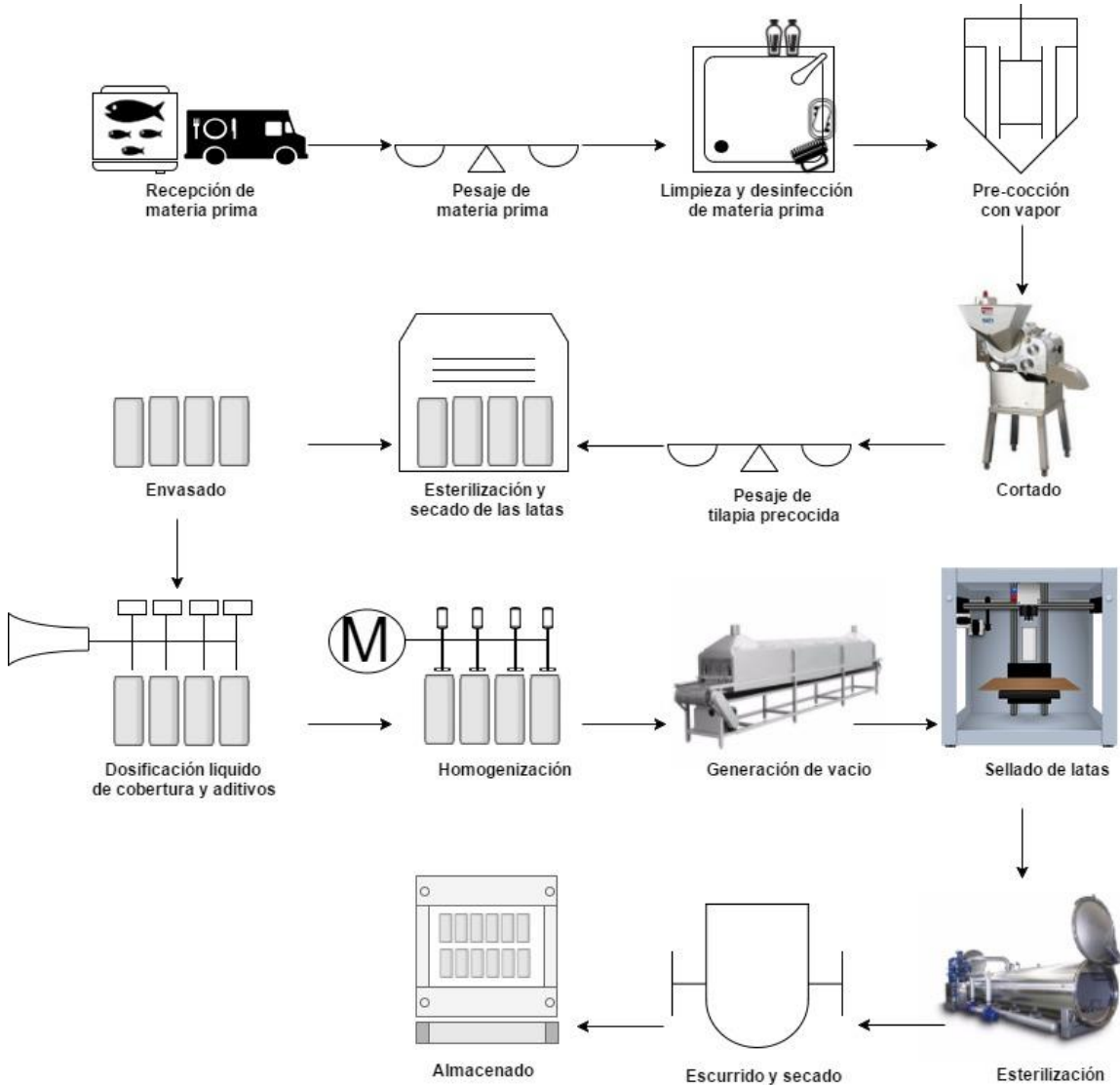
Fuente: elaboración propia (2017)

## 4.5 Procesamiento

### 4.5.1 Proceso de producción

#### — Diagrama de equipos

Diagrama No. 7 Diagrama de equipo para el desarrollo de conserva de tilapia con vegetales enlatada.



*\*Nota: se utilizó el programa draw.io para el desarrollo del diagrama, las imágenes fueron tomadas del mismo.*

Fuente: elaboración propia (2017)

## — Equipos propuestos

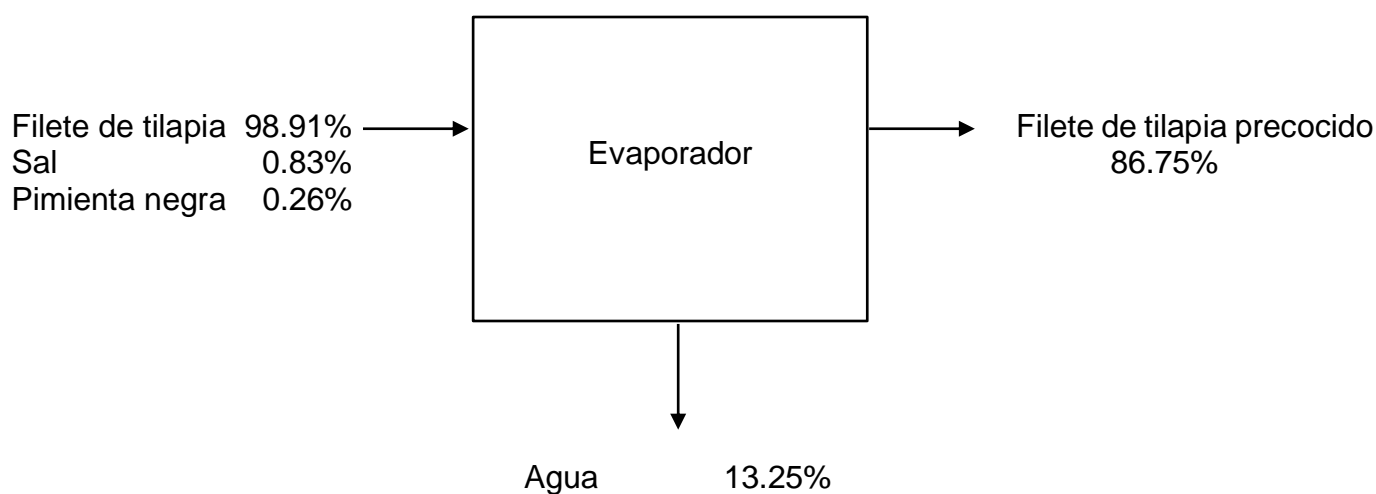
Tabla No. 35 Equipos propuestos para el desarrollo de conserva de tilapia con vegetales enlatada.

Equipo	Descripción
Balanza industrial para alimentos	Para pesaje de materia prima y producto terminado, para obtención de rendimientos.
Lavadero	Limpieza y desinfección de materia prima.
Evaporadora de alimentos	Para pre-cocción de tilapia.
Cortadora industrial de alimentos	Para corte de filete pre-cocido y vegetales en tamaño definido
Esterilizadora	Para esterilización de envases (latas)
Dosificador	Para adición de aditivos e ingredientes a la lata en proporción definida
Mezclador	Para la homogenización de aditivos e ingredientes
Exhauster	Aplicación de vapor saturado al producto para generar vacío antes del sellado de las latas.
Selladora	Para sellado de las latas de acuerdo a sus dimensiones.
Autoclave	Para esterilización de producto terminado.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 4.5.2 Balance de masa

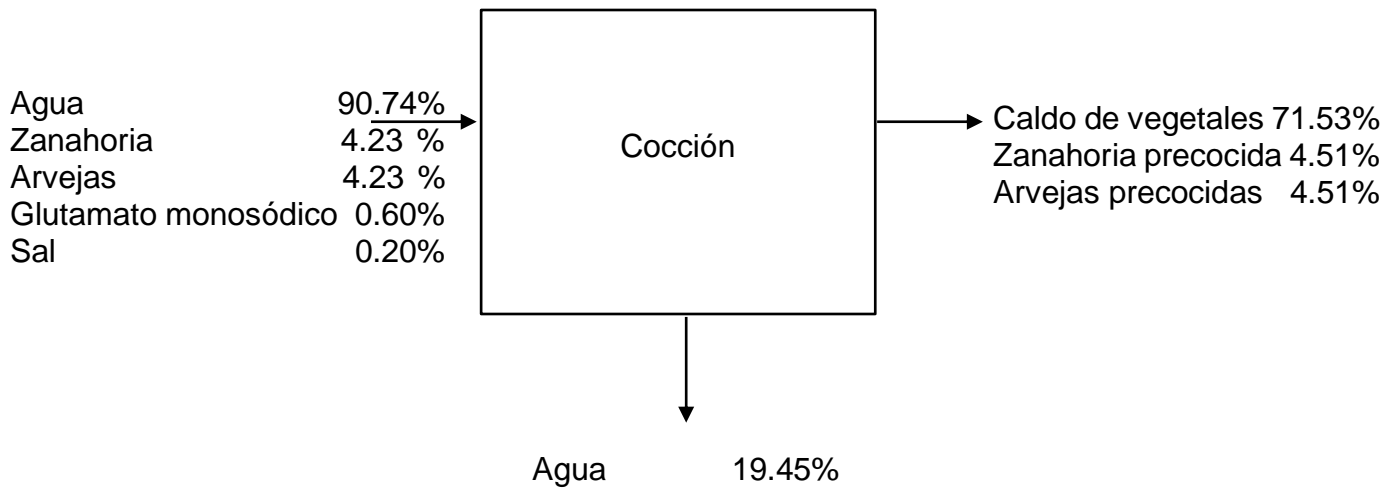
Diagrama No. 8 Balance de masa formulación B (con vegetales). Elaboración de tilapia pre-cocida al vapor.



\*NOTA: el porcentaje de pérdida de tilapia entera a filete es del 33%.

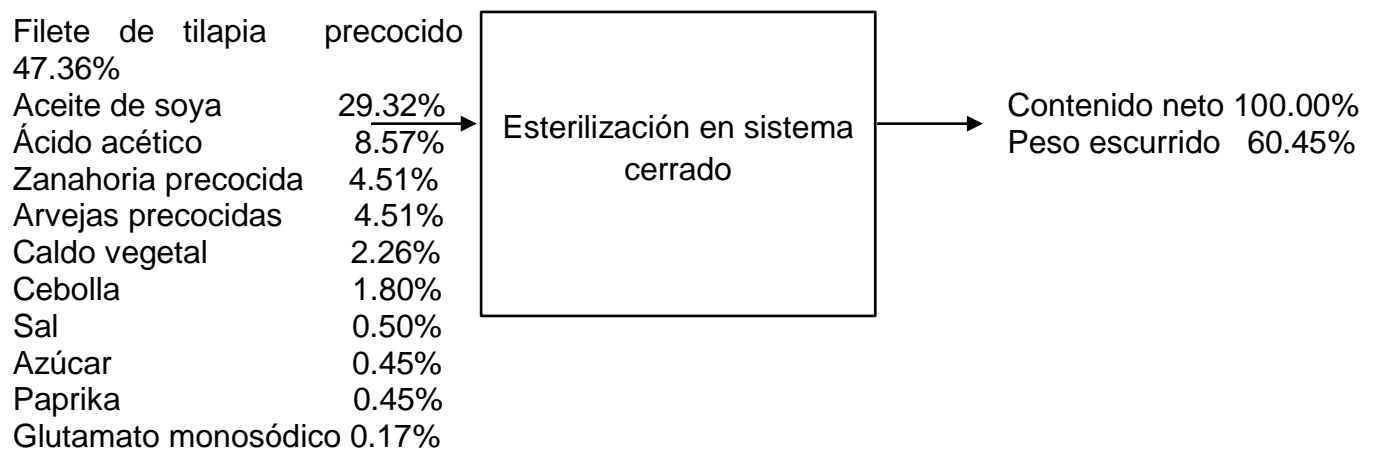
Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No. 9 Balance de masa formulación B (con vegetales). Elaboración de caldo de vegetales.



Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No.10 Balance de masa. Elaboración de conserva de tilapia con vegetales (formulación B).



*\*Balance de masa elaborado con base a la formulación de una lata de 16oz.*

Fuente: elaboración propia (2017)



## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El principal objetivo del estudio fue desarrollar la formulación de conserva de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) preenvasada, enlatada, para luego determinar su análisis químico proximal con enfoque en su contenido proteico y la efectividad microbiológica del tratamiento térmico realizado. Como parte del estudio se incluyó el procesamiento de la conserva, procesos, balance de masa y equipo requerido.

Para llevar a cabo el presente estudio, se realizaron diferentes pruebas y análisis, para los cuales se describen y discuten los resultados obtenidos:

### Desarrollo de la conserva de tilapia

El desarrollo de la formulación consistió en la elaboración de dos conservas de Tilapia Nilótica con una variación en el contenido o no de vegetales, para ello se realizó la formulación A (sin vegetales) y la formulación B (con vegetales), para lo cual, en ambas se determinó la proporción de materia prima y aditivos requeridos para cumplir con parámetros tanto fisicoquímicos y sensoriales.

El desarrollo de la formulación inicia con la selección de materia prima en óptimas condiciones, para lo cual se utilizó Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), una de las especies más cultivadas en Latinoamérica por su rápido crecimiento y mayor alcance de tamaño comparado con otras especies. La tilapia además de tener un alto contenido proteico de 20.08% por una muestra de 100g según (USDA, 2016), se caracteriza por su sabor neutro, color blanco, y consistencia de hojuela similar a la consistencia del atún.

Para la selección de ingredientes y aditivos, se utilizó como base los del atún comercial utilizado con el fin de mantener características sensoriales similares. El líquido de cobertura utilizado fue el aceite de soya, estos líquidos son utilizados tanto para características sensoriales como para la conserva del producto, el líquido de cobertura permite que se distribuya y se realice de forma homogénea la transferencia de calor del producto al ser esterilizado, esto debido a que los aceites alcanzan mayores temperaturas que el agua, siendo su punto de ebullición de 160°C, mientras que el del agua es de 100°C. Para la elaboración de conservas es posible utilizar otro tipo de aceites vegetales como el de oliva, aunque estos pueden representar un costo más elevado, también existen otros líquidos como lo son agua, tomate o escabeche. Estos líquidos, además de aportar propiedades organolépticas deseables, desalojan el aire ubicado en el alimento, lo cual ayuda a evitar la corrosión de la lata.

De acuerdo al RTCA 67.04.54:10 de Aditivos Alimentarios para pescados y productos pesqueros en conserva, incluidos los enlatados o fermentados, se puede utilizar como aditivo regulador de pH el ácido acético, ácido láctico o bien ácido cítrico, la adición del mismo está limitada por la BPF (Buenas Practicas de

Fabricación). Para el desarrollo de la conserva de tilapia se utilizó como regulador de pH el ácido acético, comúnmente conocido como vinagre, el cual contiene 5% de ácido acético en solución acuosa. Debido a que se está desarrollando un producto relativamente nuevo, no se cuenta con regulaciones alimentarias específicas para este tipo de alimento, por lo que se desarrolló con base al grupo de alimento: pescado, derivados y productos marinos, o bien en referencia al atún. El contenido de ácido acético utilizado puede inferir en el sabor del producto terminado, es por ello que se utiliza azúcar para regular el sabor y que este no sea desagradable, ya que este se adicionó hasta tener un pH <4.5, debido a que este parámetro es uno de los principales factores que afectan el crecimiento microbiano. De acuerdo a los principios y fundamentos de los tratamientos térmicos según la Organización Mundial de la Salud, cuando el pH es <4.5, se inhibe la formación de la toxina *Clostridium botulinum*, importante en productos enlatados. Los resultados de evaluación de pH (Tabla 36, página 92) demuestran que este se mantuvo <4.5 antes y después de la esterilización, después de realizar el tratamiento térmico el pH se reduce aún más pues hay mayor homogenización y concentración del ácido en la conserva.

El uso de vegetales fue únicamente para la formulación B, los cuales fueron zanahoria, arvejas y cebolla, el uso de vegetales tiene dos fines, el aporte de propiedades organolépticas deseables como el color, olor y sabor, y la reducción de costos en el producto terminado pues se reduce el contenido de filete de tilapia utilizado en un 10%. El caldo de vegetales es utilizado para ambas formulaciones como aporte de propiedades organolépticas y es utilizado para la pre-cocción de los vegetales que se utilizan.

La paprika o pimentón es un condimento en polvo de color rojo con un sabor característico, el cual se obtiene a partir del secado y molido de variedades de pimientos rojos, este es utilizado con fines organolépticos, principalmente para potencializar el color de la conserva. La sal, el consomé y la pimienta negra son ingredientes utilizados para conferir sabor del producto terminado, utilizados con la finalidad de aportar propiedades organolépticas, especialmente sabor al producto terminado.

El desarrollo de las formulaciones A (sin vegetales) y B (con vegetales) se realizó en la planta piloto de la Universidad Rafael Landívar, esta etapa se realizó por triplicado, en las cuales se determinó la proporción de la materia prima y aditivos requeridos (Tabla No.19, página 63). El desarrollo de ambas formulaciones conlleva al desarrollo de dos procedimientos adicionales que se pueden apreciar en el Anexo A, para la preparación de la tilapia que será pre-cocida al vapor, la cual es condimentada con sal y pimienta negra (Tabla No.38 página 93) y para el desarrollo del caldo de vegetales utilizado, el cual es preparado con agua, sal y consomé (Tabla No.39, página 94).

Como primer paso, para el desarrollo de la conserva, se hace la recepción de la materia prima y el pesaje para determinar su rendimiento, el filete de tilapia debe de mantenerse en cadena de frío (de 0 a 4°C), estos deben de ser lavados para eliminar impurezas, residuos de sangre, viseras o materia extraña en la superficie que puedan alterar microbiológicamente la carne.

Se realizó una pre-cocción del filete de tilapia al vapor (96°C), lo cual facilitó el corte de la tilapia en cualquiera de las presentaciones o tamaños que se desee con base a el CODEX STAN 70-1981: 2013, norma para el atún y bonito en conserva, las presentaciones son compacto con o sin piel, en trozos, en trozos pequeños, en migas o desmenuzado. La etapa de pre-cocción puede utilizarse incluso para tilapia entera, ya que esta facilitaría la eliminación de espina y piel. El tiempo de cocción dependerá del tamaño del pescado, un exceso de cocción puede secar la carne y una pérdida en el rendimiento del mismo. El peso promedio de los filetes utilizados fue de 200g, es por ello que se realizó la precocción durante 15 minutos aproximadamente. Adicional, también debe de realizarse la precocción de los vegetales zanahoria y arvejas en el caldo hirviendo durante 8 minutos, esto básicamente para conferir sabor al caldo de vegetales que se adiciona a las formulaciones, además de eliminar la dureza de las mismas.

Previo a iniciar con el llenado de las latas, estas deben ser debidamente esterilizadas con sus tapaderas, las cuales son colocadas en una olla con cesto sobre agua hirviendo durante un periodo de 30 minutos, luego estas deben de colocarse en un horno de secado y retirarse conforme uso para mantenerlas estériles. Es importante realizar la esterilización de los recipientes en donde se almacenarán las conservas pues estos pueden tener carga microbiana inicial que contamine el producto terminado.

Posteriormente, se inicia con el envasado, se coloca manualmente el contenido de tilapia pesado y, la dosificación del líquido de cobertura, demás ingredientes y aditivos, se realiza una mezcla homogénea. Al finalizar, se debe de colocar la lata llena con su tapadera en una olla con cesto y calentar en baño maría hasta alcanzar una temperatura interna del alimento de 85-96°C que permita generar el vacío, para un cierre hermético de la lata, a medida que aumenta la temperatura, será mayor la expansión de aire en la lata y habrá un mayor desplazamiento del aire con el vapor, aumenta el vacío en la lata. Es importante dejar un espacio de cabeza en la lata, el cual facilitará la homogenización de los aditivos, además el cual permitirá evitar una explosión de la lata durante la esterilización, por la expansión de los alimentos y burbujeo de líquidos; según el estándar establecido por la FDA, el espacio de cabeza debe de ser del 10% del total de la capacidad del envase. La generación de vacío en la lata se desarrolló de forma artesanal debido a que el desarrollo del producto fue a pequeña escala, por lo cual no fue posible utilizar el Exhauster de la planta para la generación de vacío.

Finalmente, se realiza el sellado manual de la lata, el cual es el resultado de unir el cuerpo del envase con su fondo o tapa curvando el ala del fondo alrededor de la pestaña del cuerpo, hasta producir una unión hermética, permitiendo así un

cierre de doble costura, doble pared de seguridad; y su esterilización en una autoclave con una variación en el tiempo de mantenimiento a 121°C, los cuales fueron de 15 y 30 minutos, al finalizar, las conservas deben de ser enfriadas muy rápidamente llegando a los 40°C en el centro del envase en menos de 10 minutos, este cambio brusco de temperatura se realiza con el fin de evitar que se presenten modificaciones en las características del producto terminado.

### Análisis químico proximal

El desarrollo del análisis químico proximal para el presente estudio, consistió en determinar el contenido de humedad, ceniza, lípidos, proteínas, carbohidratos y energía de la Tilapia Nilótica fresca, para luego así, comparar con un análisis químico proximal de la conserva de Tilapia Nilótica y poder determinar si hubo un cambio o no luego de ser procesada y realizar el tratamiento térmico. Las distintas pruebas realizadas se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Rafael Landívar.

Se utilizó como referencia el análisis químico proximal de la Tilapia Nilótica fresca (Tabla No.20, página 63) para hacer el análisis comparativo de las conservas envasadas y esterilizadas. Para la evaluación del contenido de humedad se realizó un secado en horno de la muestra húmeda de tilapia dando como resultado un 75.79%; para la evaluación de ceniza se realizó una incineración en mufla de la muestra húmeda de tilapia dando como resultado un 1.04% el cual aporta minerales, componentes inorgánicos específicos como el cobre, zinc, magnesio, hierro, yodo, entre otros; para la evaluación de lípidos se realizó una extracción con solvente, hexano, de la muestra seca obtenida como resultado del análisis de humedad dando como resultado un de 2.23%; la proteína de 20.93% se evaluó en un laboratorio privado y acreditado, la cual es mayor al porcentaje de proteína teórico del 20.08% por una muestra de 100g según (USDA, 2016); y por último, se calculó el contenido de carbohidratos y energía con fórmulas establecidas por la FAO. Con base a los resultados del análisis químico proximal, se muestra que la tilapia en Tilapia Nilótica fresca contiene alto contenido de humedad, bajo contenido de lípidos y altos contenido de proteína, siendo está considerada como buena fuente de proteína.

Como parte del análisis, se compararon los resultados del análisis químico proximal de la Tilapia Nilótica fresca vs. la conserva de la Tilapia Nilótica en sus distintas presentaciones, formulación A, tilapia en conserva sin vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos (Tabla No.21, página 64) y durante 30 minutos (Tabla No.22, página 64); formulación B, tilapia en conserva con vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos (Tabla No.23, página 64) y durante 30 minutos (Tabla No.24, página 65).

El contenido de humedad se mantiene en promedio para las cuatro conservas de tilapia elaboradas con un 75.72% con respecto a la Tilapia Nilótica fresca de 75.79%, aunque inicialmente la tilapia pierde humedad durante su precocción al vapor, parte de la formulación de la conserva es la adición de caldo de vegetales elaborado a partir de agua, por lo cual se da una rehidratación.

El contenido de cenizas, que hace referencia al contenido de minerales totales del alimento, al igual que en la humedad, se mantiene en promedio para las cuatro conservas de tilapia elaboradas con un 1.05% con respecto a la Tilapia Nilótica fresca de 1.04%, el contenido de ceniza se logra mantener en promedio ya que los minerales como el cobre, zinc, magnesio, hierro, y yodo no son sensibles al calor.

El contenido de lípidos aumento en promedio por un 3.85% debido a que el líquido de cobertura utilizado para la elaboración de la conserva fue aceite de soya, es por ello que en promedio las cuatro conservas de tilapia elaboradas contienen un 6.08% de lípidos con respecto a la Tilapia Nilótica fresca de 2.23%.

El contenido de proteína cambia de acuerdo al tipo de formulación y al tipo de tratamiento térmico, para la formulación A, tilapia sin vegetales, en promedio se tiene un 14.24% de proteína, siendo este mayor que para la formulación B, con vegetales, siendo de 12.15% en promedio, esto debido a que, en la formulación B se sustituye el 10% de carne de tilapia por el uso de vegetales. Debido a que el contenido de proteína de la tilapia fresca es considerado como buena fuente de proteína, siendo esta de un 20.93%, se desea evaluar su perdida por el tipo de procesamiento para la obtención de la conserva, por lo que se evaluó el porcentaje de perdida por tratamiento térmico de 121°C durante 15 y 30 minutos para ambas formulaciones. El porcentaje de perdida de proteína promedio para la esterilización de la conserva durante 15 minutos en promedio es de un 20.04%, mientras que para la esterilización de la conserva durante 30 minutos es de 48.85% con respecto a la tilapia fresca, esto debido a que la conserva es expuesta a una temperatura elevada por un tiempo prolongado, por lo que el alimento pierde valor nutritivo, habiendo mayor deterioro de proteínas cárnicas como el colágeno, el cual confiere mayor firmeza y dureza al pescado. Para realizar el análisis químico proximal de la formulación con vegetales la muestra que se utiliza tiene una mezcla de la carne y vegetales.

El contenido de carbohidratos es calculado con base a lo que resta en un 100% de humedad, cenizas, lípidos y proteínas. Inicialmente el contenido de carbohidratos de la Tilapia Nilótica fresca es de 0%, sin embargo, este aumenta en las conservas de tilapia debido a que se utiliza azúcar como parte de los ingredientes de la formulación para regular el sabor por el contenido de ácido acético adicionado, además de la adición de vegetales que también aportan carbohidratos, en especial la zanahoria y la cebolla, ya que aportan más contenido de azúcar que otros vegetales, siendo este alrededor de un 9% de carbohidratos netos totales, mientras que la arveja aporta un 7% de carbohidratos netos totales, teniendo así como resultado mayor contenido de carbohidratos en las conservas con vegetales, en promedio el contenido de carbohidratos aumenta en un 4.89%.

La energía es calculada con base al contenido de proteína, lípidos y carbohidratos, siendo la energía total inicial de la Tilapia Nilótica fresca de 103.84Kcal/100g, mientras que para las conservas esta aumenta, y en promedio se tiene 123.31Kcal/100g. Con base a los resultados, se concluye que, las conservas

de Tilapia Nilótica con o sin vegetales esterilizadas durante 15 o 30 minutos a 121°C son consideradas como fuente de proteína, pues contienen más del 5% del VRN por 100Kcal según las condiciones relativas al contenido de nutrientes, RTCA 67.01.60:10.

### Tratamiento térmico y porcentaje de pérdida de proteína

El tratamiento térmico para el presente estudio, consistió en realizar una esterilización a las conservas de tilapia enlatadas y selladas con cierre hermético, esto con el fin de asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos y sus esporas causantes del deterioro de los alimentos, el cual permite conservarlos.

El tratamiento térmico consistió en someter las latas a una elevada temperatura (121°C), mayor a la del punto de ebullición del agua, esta temperatura es alcanzada por el vapor bajo presiones elevadas en la autoclave durante el tiempo suficiente para asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos y causantes del deterioro y sus esporas. Con el fin de poder asegurar la esterilidad de los alimentos enlatados, es necesario conocer la dinámica de calentamiento del punto frío de la lata, la cual se mide por medio de termopares o termocuplas, sin embargo, para el presente estudio no fue posible determinar si el tratamiento térmico fue efectivo o no pues no se contaba con este equipo para poder determinar la temperatura interna del alimento.

Al obtener los datos por los sensores de temperatura, se debe realizar una curva de penetración de calor para poder determinar si el tiempo en el cual se sometió la lata al tratamiento térmico fue suficiente o no para la letalidad de los microorganismos patógenos específicos. Debido a que no se pudo tomar la temperatura interna del alimento, (Anexo C, apartado 10.3.7, página 105), se realizó la curva de penetración de calor con los datos tomados de la autoclave con el fin de trabajar un modelo que sirva para futuras investigaciones y que permita establecer el procedimiento para el cálculo de la letalidad en cada una de las etapas de la esterilización, calentamiento, mantenimiento y enfriamiento (Tabla No.63, página 106).

Es importante realizar el cálculo de letalidad con la temperatura interna del alimento debido a que la capacidad calorífica del alimento y la del envase, y su resistencia térmica no es la misma, por lo que la temperatura del alimento tiende a cambiar más lentamente, siendo el centro geométrico del recipiente el punto que cambia con más lentitud. En un enlatado, la transferencia de calor se realiza a través de las paredes del recipiente al alimento.

Si el tratamiento térmico, esterilización, no se realiza de forma adecuada, es posible que se desarrollen microorganismos anaerobios como *Clostridium Botulinum*, productor de la toxina botulínica, por lo que el tiempo requerido para la destrucción de este microorganismo generalmente se toma como base en el diseño de procesos térmicos de alimentos de baja acidez. (Jimenez-Islas, 2003)

Con base a estudios preliminares, según (Flores, Zúñiga, Bustamante, Argüello, & Calderón, 1983), se determinó que los parámetros de esterilización para las latas debe de ser a 121°C durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, buscando la estabilidad del producto y asegurando parámetros microbiológicos aceptables, lo cual también dependerá de las dimensiones de las latas. Tomando en cuenta esto, el tratamiento térmico de esterilización a 121°C durante 15 minutos, se utilizó como parámetro de referencia para evaluar el porcentaje de pérdida de proteína, como es que esta se ve afectada por la exposición prolongada a una temperatura definida.

Considerando el tiempo y la temperatura para realizar el tratamiento térmico, se puede inhibir el crecimiento de microorganismos anaerobios, sin embargo, esto también puede afectar la pérdida de valor nutritivo del alimento, debido a la disminución de su contenido vitamínico y puede adquirir características sensoriales indeseables, además del consiguiente deterioro de proteínas y carbohidratos. (Jimenez-Islas, 2003). Es por ello, que se evaluó el porcentaje de pérdida de proteína en la conserva luego de realizar el tratamiento térmico (Tabla No.25, página 65), para lo cual se comprueba que, al estar expuesto por más tiempo al calor, hay mayor pérdida de proteína. La pérdida de proteína es mayor a un 20.00% en las cuatro conservas, sin embargo, según el RTCA 67.01.60:10 de Etiquetado Nutricional, condiciones relativas al contenido de nutrientes (Anexo I, Tabla No. 85, página 128) se concluye que las cuatro formulaciones son consideradas fuente de proteína pues contienen más del 5% del VRN por 100Kcal.

### Análisis microbiológico

Parte de los objetivos del presente estudio, fue determinar la ausencia de microorganismos patógenos en Tilapia Nilótica fresca y en producto terminado de conserva de Tilapia Nilótica con o sin vegetales enlatados luego de realizar el tratamiento térmico según el RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, productos pesqueros. Las pruebas microbiológicas fueron desarrolladas en un laboratorio privado y acreditado con ISO 17025:2005, requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El análisis microbiológico se desarrolló a la Tilapia Nilótica fresca (Tabla No.26, página 65) según los parámetros del RTCA 67.04.50:08 para cumplimiento microbiológico de *Escherichia coli* <10UFC/g, *Staphylococcus aureus* <10UFC/g y *Salmonella ssp*/25g en ausencia, los cuales estuvieron en cumplimiento con el Reglamento Técnico Centroamericano. Es importante la evaluación de la materia prima, que esta se encuentre en óptimas condiciones a fin de poder obtener un producto inocuo, utilizando materia prima segura, pues estas pueden estar contaminadas con microorganismos patógenos desde el inicio de su manipulación afectado la microbiología del producto terminado. Los hábitos alimenticios, la zona geográfica el tipo de producto pesquero, las condiciones de captura y almacenamiento determinan la presencia de los microorganismos específicos de la alteración, los microorganismos evaluados específicamente son los más comunes

en este tipo de alimento y fueron establecidos según el RTCA como criterio microbiológico para productos pesqueros frescos.

Posteriormente, al asegurarse que la materia prima utilizada se encuentra en óptimas condiciones microbiológicas se procedió al desarrollo de las conservas, envasado y tratamiento térmico a las cuales se les realizó de igual manera evaluación microbiológica. Según el RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, del subgrupo del alimento: pescado, moluscos, equinodermos y crustáceos enlatados, se determinó la microbiología para la formulación A (sin vegetales) esterilizada a 121°C durante 15 minutos (Tabla No.27, página 66) y durante 30 minutos (Tabla No. 28, página 66); y para formulación B (con vegetales) esterilizada a 121°C durante 15 minutos (Tabla No. 29, página 66) y durante 30 minutos (Tabla No.30, página 66), en cumplimiento con recuento aeróbico total (Después de 10 días de incubación a 35°C) <10UFC/g y recuento anaerobios mesófilos (Después de 10 días de incubación a 35°C) <10UFC/g los cuales estuvieron en cumplimiento con el Reglamento Técnico Centroamericano. Debido a que, por ser un alimento enlatado, existe la posibilidad que se desarrollen microorganismos anaerobios, es por ello que se realizó una prueba microbiológica adicional de *Clostridium Botulinum* en ausencia, la cual también estuvo en cumplimiento para las cuatro muestras, este bacilo es productor de la toxina botulínica y se desarrolla en condiciones de poco oxígeno y pH >4.5, las bacterias forman esporas que les permiten sobrevivir hasta ser expuestas a condiciones que puedan inhibir su crecimiento. Debido a que la conserva enlatada puede llegar a favorecer el desarrollo de la toxina botulínica, se desea evaluar la presencia de la misma en el producto terminado.

Es importante la evaluación microbiológica de los alimentos pues estos pueden ser vehículos de infecciones por la ingestión de microorganismos patógenos o de intoxicaciones por la ingestión de toxinas producidas por los microorganismos; es por ello que se debe de tomar en cuenta el desarrollo de productos inocuos, organolépticamente aceptables, nutricionalmente adecuados, y microbiológicamente aceptables durante su proceso de producción, transporte, almacenamiento y distribución, así como durante las fases de su elaboración industrial y manipulación. (Andino & Catillo, 2010)

Como parte de la evaluación de almacenamiento, se debe de realizar la evaluación de vida de anaquel, duración estimada del alimento en el que mantiene sus cualidades microbiológicas, fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. En el caso de alimentos envasados en recipiente de hojalata, sellado herméticamente, sometido a un proceso de esterilización y almacenados a temperatura ambiente y de gran acidez, se pueden almacenar en un periodo mayor o igual a dos años.

Según (Tapia & Benavides, 2008) se han realizado parámetros de control para la cinética de vida útil para el procesamiento de tilapia en salmuera con aceite enlatada por un periodo de seis meses, el cual comprobó que este aún permanecía en óptimas condiciones. Debido a que no fue el alcance del presente estudio, se



requiere realizar una prueba de tiempo de vida de anaquel con tiempo real que permita definir su periodo de mantenimiento en óptimas condiciones.

### Evaluación sensorial

El objetivo de la evaluación sensorial a jueces entrenados fue determinar la aceptación o rechazo de la conserva Tilapia Nilótica con vegetales vs. sin vegetales por medio de una evaluación sensorial de aceptación y aplicación de metodología estadística ANOVA para determinar si existe alguna diferencia significativa entre los resultados obtenidos de la evaluación de las dos muestras.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba piloto de evaluación sensorial con 15 jueces entrenados, estudiantes de ingeniería en industria de alimentos de la Universidad Rafael Landívar, para selección de formulación de conserva de tilapia sin vegetales (Tabla No.64, página 118) vs. conserva de tilapia con vegetales (Tabla No.65, página 118) en una prueba tipo hedónica afectiva por atributo, se estableció según el análisis estadístico ANOVA que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos para cada uno de los siete atributos evaluados (Tabla No.32, página 67).

Debido a que no existe diferencia significativa entre la conserva de tilapia con vegetales vs. sin vegetales, se debe de seleccionar la formulación para comparar con una conserva de atún comercial con base a estadísticas o estudios preliminares. Es por ello que, se evaluó según estudios en Centroamérica, específicamente para Nicaragua, Costa Rica y El Salvador, países que según las estadísticas de (PRO ECUADOR, 2003) han tenido un crecimiento en el desarrollo, importación y consumo de las preparaciones y conservas de pescado, la preferencia por tipo de presentación del atún; según el MAGA, en su perfil comercial de tilapia, Guatemala no cuenta con este tipo de información debido a que, su comercio es intrarregional por lo que no se registran estadísticas del mismo. En la gráfica de consumo de atún por tipo en Nicaragua (gráfica No.5, página 126), en Costa Rica (gráfica No.6, página 126) y El Salvador (gráfica No.7, página No.127), se puede observar que, de acuerdo a un tamaño de muestra definido por cada estudio, existe una mayor preferencia por el atún con vegetales que el atún en agua o aceite.

Adicional a los datos estadísticos de preferencia para el consumo del atún en cada una de sus presentaciones, se consideraron las observaciones realizadas por el panel de jueces entrenados durante la evaluación de ambas conservas, (Tabla No.84, página 127), donde había descripción de puntos de mejora para la conserva de tilapia sin vegetales, en cambio, para la conserva de tilapia con vegetales, se destacaron características agradables por el panel de evaluación. El uso de vegetales en la conserva de tilapia aporta propiedades organolépticas como el sabor, color y olor.

Tomando en consideración el análisis químico proximal para la selección de la conserva, aunque exista diferencia entre ambas formulaciones por el contenido proteico, resultado fundamental para el presente estudio, ambas formulaciones cumplen como fuente de proteína pues contienen más del 5% del VRN por 100Kcal, sin embargo, se recomienda utilizar proteína de soya como parte del desarrollo de la formulación, a fin de poder incrementar el nivel de contenido proteico en el producto terminado.

Con base a los resultados estadísticos de preferencia para el consumo de atún por cada una de sus presentaciones y a las observaciones realizadas por el panel de jueces entrenados, se utilizó la formulación B para la prueba piloto de evaluación sensorial con un panel de jueces consumidores, a fin de poder comparar la conserva de tilapia con vegetal vs. un atún comercial.

El objetivo de la evaluación sensorial a jueces consumidores fue determinar la aceptación o rechazo de la conserva Tilapia Nilótica seleccionada en el panel de evaluación a jueces entrenados vs. una conserva de atún comercial por medio de una evaluación sensorial de aceptación y aplicación de metodología estadística ANOVA para determinar si existe alguna diferencia significativa entre los resultados obtenidos de la evaluación de las dos muestras.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba piloto de evaluación sensorial con 100 jueces consumidores, estudiantes y catedráticos de la Universidad Rafael Landívar, para selección de formulación de conserva de tilapia con vegetales, seleccionada del panel de evaluación a jueces entrenados (Tabla No.74, página 122) vs. conserva de atún comercial (Tabla No.75, página 122) en una prueba tipo hedónica afectiva por atributo, se estableció según el análisis estadístico ANOVA que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos para cada uno de los siete atributos evaluados (Tabla No.34, página 69).

Los jueces consumidores seleccionados para la evaluación sensorial fueron personas al azar que usualmente consumen el producto, se consultó a cada evaluador si consumía este tipo de alimento, sin embargo, no se registró este tipo de información, por lo que se recomienda incluir este apartado en las encuestas.

El desarrollo de las evaluaciones sensoriales fue de tipo afectiva descriptiva de escala, tipo hedónica, las cuales tenían una escala verbal desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho, la cual se convirtió en una escala numérica con puntuación de 7 a 1 respectivamente para la interpretación de los resultados. La escala media cada uno de los atributos seleccionados para la evaluación de cada una de las muestras (Imagen No.8, página 39), el aspecto general, color, olor, sabor, acidez, consistencia y calidad que hace referencia al conjunto de atributos evaluados anteriormente que permite caracterizarla.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la evaluación de producto terminado, formulación B (con vegetales) vs. un atún comercial, el atributo que tiene una F mayor es la consistencia, sin embargo, se recomienda una mejora en el color de la formulación B (vegetales), utilizando una escala de color para poder determinar un tono de referencia del atún comercial. El sistema de ordenación de color de Munsell es una forma precisa de especificar y mostrar las relaciones entre los colores, por lo cual se recomienda utilizar la misma.

## 6. CONCLUSIONES

1. Las conservas de tilapia con y sin vegetales esterilizadas a 121°C durante 15 y 30 minutos son consideradas fuente de proteína pues contienen más del 5% del VRN por 100Kcal.
2. No es posible mantener el contenido proteico de la Tilapia Nilótica fresca de 20.93% para el desarrollo de la conserva esterilizada pues su porcentaje de pérdida es mayor a un 20% con base al porcentaje de proteína inicial, teniendo un porcentaje de pérdida mayor en las conservas esterilizadas por más tiempo.
3. La Tilapia Nilótica fresca y las conservas de tilapia con y sin vegetales esterilizadas a 121°C durante 15 y 30 minutos cumplen con los parámetros microbiológicos según el RTCA 67.04.50:08 de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, por lo que son microbiológicamente aceptables para su consumo.
4. No existe diferencia significativa entre la conserva de tilapia con vegetales vs. la conserva de tilapia sin vegetales, por lo cual se pueden comparar con una conserva comercial con características similares para determinar su aceptación o no en el mercado.
5. Se concluye que, no existe diferencia significativa de aceptación entre la conserva de tilapia con vegetales vs. conserva de atún comercial, por lo que es posible su comercialización.
6. Con base al desarrollo del procesamiento de la conserva de Tilapia Nilótica se determinó el diagrama de proceso, equipos requeridos y balance de masa requeridos para el desarrollo del producto.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Medir la temperatura interna del alimento durante su esterilización, la cual permita establecer la letalidad de microorganismos en su etapa de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento para comprobar la efectividad del tratamiento térmico.
2. Utilizar proteína de soya como parte del desarrollo de la formulación, a fin de poder incrementar el nivel de contenido proteico en la conserva de tilapia.
3. Con base a las observaciones realizadas por los panelistas durante la evaluación sensorial, se recomienda realizar una prueba para el desarrollo de la formulación de conserva de tilapia sustituyendo la pimienta negra por pimienta blanca, con el fin de comprobar que esta no altera el sabor y mejora su apariencia.
4. Realizar una prueba de tiempo de vida útil real que permita definir el periodo de mantenimiento de la conserva en condiciones óptimas, tomando en cuenta parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos.
5. Evaluar el tipo de empaque a utilizar para la conserva de Tilapia Nilótica, a fin de que este pueda preservar sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales.
6. Se recomienda realizar una prueba de aceptabilidad de la conserva de tilapia con consumidores reales, para una mayor representatividad de los resultados estadísticos obtenidos.
7. Se recomienda realizar un estudio económico, con el fin de evaluar la viabilidad de industrialización de la conserva de tilapia con vegetales.

## 8. REFERENCIAS

- Alcántar, J., Santos, C., Moreno, R., & Estrada, C. (2015). *Manual para la producción de supermachos de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus)*. Universidad de Papaloapan, Ciencias Agropecuarias, Oaxaca, México. Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de <http://www.unpa.edu.mx/investigacion/27%20de%20feb%202015%20lectura.pdf>
- Andino, F., & Catillo, Y. (2010). *Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)*. Obtenido de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>
- Batista, L. (2005). *Tecnología de producción de conserva de Tilapia (Oreochromis niloticus, Linnaeus, 1758 - Linhagem chitralada)*. Tesis, Universidad Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil .
- CODEX STAN 119-1981. (2013). *Norma del CODEX para pescados en conserva*. Obtenido de [www.fao.org/input/download/standards/110/CXS\\_119s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/110/CXS_119s.pdf)
- CODEX STAN 70-1981. (2013). *Norma para el atún y bonito en conserva*. Obtenido de [www.fao.org/input/download/standards/105/CXS\\_070s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/105/CXS_070s.pdf)
- Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius. (2009). *Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros*. FAO y OMS, Roma. Recuperado el 18 de Septiembre de 2016, de [ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Practice\\_code\\_fish/Practice\\_code\\_fish\\_2009\\_ES.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Practice_code_fish/Practice_code_fish_2009_ES.pdf)
- Comité Sistema Producto Tilapia de México AC. (Noviembre de 2012). *Criterios Técnicos y Económicos para la Producción Sustentable de Tilapia en México* (1era edición ed.). México. Recuperado el 06 de Septiembre de 2016, de <http://docplayer.es/6837309-Criterios-tecnicos-y-economicos-para-la-produccion-sustentable-de-tilapia-en-mexico.html>
- Contreras, O., & Cardiles, C. (2013). *Evaluación de la calidad físico – química, microbiológica y sensorial de filetes de Tilapia (Oreochromis Niloticus) maridados en frío (4°C)*. Tesis, Universidad de Cartagena , Cartagena de Indias, Colombia.
- Duran, B., Bermúdez, C., Huetes, A., Betancourt, C., & Mejía, X. (Diciembre de 2010). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de conservas de atún en agua*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/sergioluisgarcia/atun-enlatado>
- El-Sayed, A.-F. (2006). *Tilapia Culture*. (S. Barragán, Trad.) Alexandria, Egypt: CABI publishing.

- FAO. (2003). *Aseguramiento de la calidad asociados con los productos pesqueros*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/T1768S/T1768S03.htm>
- FAO. (2003). *Food energy - methods of analysis and conversion factors*. Roma. Obtenido de [http://www.fao.org/uploads/media/FAO\\_2003\\_Food\\_Energy\\_02.pdf](http://www.fao.org/uploads/media/FAO_2003_Food_Energy_02.pdf)
- FAO. (2003). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>
- FFyB. UBA. (2001). *Metodología afectiva y valor biológico del placer de comer*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Obtenido de [http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/ca/Metodologia\\_Afectiva\\_y\\_Valor\\_Biologico\\_del\\_Placer\\_de\\_Comer\[1\].pdf](http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/ca/Metodologia_Afectiva_y_Valor_Biologico_del_Placer_de_Comer[1].pdf)
- Flores, W., Zúñiga, C., Bustamante, W., Argüello, O., & Calderón, S. (1983). Industrialización de la Tilapia. Aspectos sobre procesamiento y aceptación. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Costa Rica*, 191 -198.
- Galvan, E. (2016). *Introducción a la Microbiología*. Obtenido de [http://www.academia.edu/20168323/1\\_introduccion\\_microbiologia](http://www.academia.edu/20168323/1_introduccion_microbiologia)
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2003). *Datos de composición de alimentos. Obtención, gestión y utilización*. (Segunda ed.). (FAO, Ed.) Roma.
- Grupo AVANCE DOTA TECH S.L. (2014). *Manual manipulación de alimentos*. Manual, Madrid. Recuperado el 18 de Septiembre de 2016, de <http://www.grupoavance.eu/wp-content/uploads/2014/03/MANUAL-MANIPULACION-DE-ALIMENTOS.pdf>
- Hougen, O. A., Watson, K., & Ragatz, R. A. (2006). *Principios de los procesos químicos*. Barcelona : Reverté, S.A.
- Jimenez-Islas. (2003). *Efecto del número de darcy y el aspecto geométrico sobre el punto frío*. Méxco: Ixtapa.
- MAGA. (2014). *Perfil comercial Tilapia*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación , Guatemala. Recuperado el 02 de Septiembre de 2016, de [www.maga.gob.gt](http://www.maga.gob.gt)
- Menchú, M., & Méndez, H. (2011). *Análisis de la situación alimentaria en Guatemala*. (INCAP, Ed.) Obtenido de [www.incap.int/index.php/.../663-guatemala-informe-analisis-de-situacion-alimentaria](http://www.incap.int/index.php/.../663-guatemala-informe-analisis-de-situacion-alimentaria)
- Merca 2.0. (Abril de 2015). *¿Qué es valor agregado y cómo lo usan las empresas?* Obtenido de <http://www.merca20.com/que-es-valor-agregado-y-como-lo-usan-las-empresas/>

- MINECO. (2010). *RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preservados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*. Obtenido de <http://www.sieca.int/PortalData/Documentos/A0C3D14D-6167-4107-8EE3-E413BEEC1FE2.pdf>
- Minitab. (2016). *Soporte de Minitab17*. Obtenido de <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/basics/what-is-anova/>
- MSPAS. (2008). *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08*. Obtenido de <http://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCACriteriosMicrobiologicos.PDF>
- MSPAS. (2010). *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10*. Obtenido de <http://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCAEtiquetadoGeneral.pdf>
- MSPAS. (2010). *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10*. Obtenido de <http://www.sieca.int/PortalData/Documentos/EC6B1BC7-13C8-492E-AE69-EE036FEE6BFD.pdf>
- Nicovita. (2015). *Manual de CRIANZA TILAPIA*. Ecuador. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Obando, W. (17 de Marzo de 2016). Certifican a granja productora de tilapia en Petén. *Prensa Libre*.
- Olvera, M., Marínez, C., & Real, E. (Mayo de 1993). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>
- Pérez, E. (2011). *Producción y Comercialización de Tilapias (Oreochromis Nilóticos) en el Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento de Quiché*. Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala.
- Pizato, S., Kraieski, J., Sarmiento, C., & Prentice, C. (Abril de 2012). Evaluación de la calidad tecnológica presentada para el enlatado de Tilapia del Nilo (*Oreochromis Niloticus*). *Ciências Agrárias, Londrina*, 33, 667 - 674. doi:10.5433/1679-0359.2012v33n2p667
- PRO ECUADOR. (2003). *Instituto de promoción de exportaciones e inversiones*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/>
- RAE. (2014). Real Academia Española. (23). Madrid, España. Obtenido de <http://www.rae.es/>



- Saavedra, M. (2006). *Manejo del cultivo de tilapia*. Universidad Centroamericana, Centro de investigación de ecosistemas acuáticos, Managua, Nicaragua. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de <http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- Santana, L. V. (2002). *Análisis de cadena productiva y comercialización*. Obtenido de <http://www.cocoverderj.com.br/tesecadeiaprodutiva.htm>
- Sharma, S., Mulvaney, S., & Rizvi, S. (2003). *Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. Ithaca, Nueva York: Limusa, S.A.
- Solis, V., Cordero, R., & Castro, M. (Octubre de 2003). *El éxito en el posicionamiento del atún en conserva "Marca Atunmar"*. Obtenido de <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/798/1/El%20exito%20en%20el%20posicionamiento%20del%20atun%20en%20conserva%20marca%20atunmar.pdf>
- Tapia, L., & Benavides, E. (2008). *Estudio de prefactibilidad de un proyecto de procesamiento de tilapia enlatada, en la provincia de Pichincha, Parroquia Tababela*. Tesis, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Toledo, S., & Garcia, M. (2000). *Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe*. Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, Cuba.
- USDA. (Mayo de 2016). *National Nutrient Database for Standard Reference Release 28*. Recuperado el 30 de Agosto de 2016, de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4732?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=tilapia>
- Verdugo, E. R. (2012). Obtenido de <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/222/1/203147.pdf>
- Warne, D. (1989). *Documento técnico de pesca*. FAO, Roma, Italia.

## 9. GLOSARIO Y ABREVIATURAS

### 9.1 Glosario

1. **Aditivo alimentario:** cualquier sustancia que por sí misma no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo. (CODEX STAN 119-1981, 2013)
2. **Alimento:** toda sustancia procesada, semiprocada y no procesada que se destina para ingesta humana, incluida la bebida y cualquier otra sustancia que se utilice en la elaboración, preparación o tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni los productos que se utilizan como medicamento. (MINECO, 2010)
3. **Alimento en conserva:** alimento comercialmente estéril envasado en recipientes herméticamente cerrados. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
4. **Alimento preenvasado:** todo alimento envuelto, empaquetado o embalado previamente, listo para ofrecerlo al consumidor o para fines de hostelería. (MINECO, 2010)
5. **Autoclave:** recipiente a presión destinado al tratamiento térmico de alimentos envasados en recipientes cerrados herméticamente. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
6. **Calidad:** adecuación de un producto o servicio a las características especificadas. (RAE, 2014)
7. **Conferir:** atribuir o prestar una cualidad no física a alguien o algo. (RAE, 2014)
8. **Declaración de nutrientes o información nutricional:** información normalizada del contenido de nutrientes de un alimento. (MINECO, 2010)
9. **Desove:** acción y efecto de desovar. Dicho de las hembras de un pez o de un anfibio: soltar sus huevos o huevas. (RAE, 2014)
10. **Dosificar:** graduar la cantidad o proporción de algunas cosas. (RAE, 2014)
11. **Eclosión:** acción de eclosionar. Dicho de una crisálida o de un huevo: pasar a tener rota su envoltura para permitir la salida o nacimiento del animal. (RAE, 2014)
12. **Estéril:** libre de gérmenes patógenos. (RAE, 2014)
13. **Esterilidad comercial de alimentos sometidos a tratamientos térmicos:** estado conseguido mediante la aplicación de calor suficiente, solo o en combinación con otros tratamientos apropiados, para que el alimento quede exento de microorganismos capaces de desarrollarse en los alimentos sin refrigerar en las condiciones normales en las que probablemente se mantendrán durante la distribución y el almacenamiento. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
14. **Inocuo:** que no hace daño. (RAE, 2014)
15. **Industrialización:** acción y efecto de inferir. (RAE, 2014)
16. **Industrializar:** hacer que algo sea objeto de industria o elaboración. (RAE, 2014)

- 17. Industria:** conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales. (RAE, 2014)
- 18. Inferencia:** acción y efecto de inferir. (RAE, 2014)
- 19. Inferir:** deducir algo o sacarlo como conclusión de otra cosa. (RAE, 2014)
- 20. Locomoción:** trasladarse de un lugar a otro, generalmente distante, por cualquier medio de locomoción. (RAE, 2014)
- 21. Patógeno:** que origina y desarrolla una enfermedad. (RAE, 2014)
- 22. Proceso térmico:** tratamiento en el que se aplica calor para conseguir esterilidad comercial. Se cuantifica en función del tiempo y la temperatura. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
- 23. Porcentaje del valor de referencia del nutriente (%VRN):** es la proporción del contenido de energía o nutrientes de un alimento, con respecto al Valor de Referencia de Nutriente. Este porcentaje se puede expresar por 100 g o 100 ml o por porción según sea el caso. (MINECO, 2010)
- 24. Proteínas:** compuestos nitrogenados constituidos por aminoácidos en enlaces peptídicos. (MINECO, 2010)
- 25. Recipientes herméticamente cerrados:** recipientes que se han cerrado de tal manera que su contenido este protegido contra la entrada de microorganismos durante el tratamiento térmico y después de él. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
- 26. Taxonomía:** Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres de los grupos animales y vegetales. (RAE, 2014)
- 27. Temperatura de esterilización:** temperatura que se mantiene durante el tratamiento térmico, según se especifica en el proceso programado. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
- 28. Tiempo de esterilización:** tiempo que transcurre desde el momento en que se alcanza la temperatura de esterilización hasta aquél en que comienza el enfriamiento. (Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2009)
- 29. Valor agregado:** característica extra que un producto o servicio ofrece con el propósito de generar mayor valor dentro de la percepción del consumidor. (Merca 2.0, 2015)
- 30. Valor de referencia de nutriente (VRN):** cantidad diaria de ingestión de energía o nutrientes establecida para la población para fines de etiquetado, podrá expresarse como VRN o VD. (MINECO, 2010)

## 9.2 Abreviaturas

<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization - Organización para la Alimentación y Agricultura
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>RAE</b>	Real Academia Española
<b>USDA</b>	U.S Department of Agriculture – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>RTCA</b>	Reglamento Técnico Centroamericano
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
<b>IFT</b>	Institute of Food Technologists
<b>VRN</b>	Valor de Referencia de Nutrientes
<b>UFC</b>	Unidades Formadoras de Colonias
<b>AGEXPORT</b>	Asociación Guatemalteca de Exportadores
<b>ANOVA</b>	Analysis of Variance
<b>MINECO</b>	Ministerio de Economía
<b>BPF</b>	Buenas Practicas de Fabricación
<b>INCAP</b>	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
<b>Vs</b>	Versus; contra

## 10. ANEXOS

### 10.1 Anexo A: Formulaciones y procedimientos

#### 10.1.1 Parámetros de pH

Tabla No. 36 Parámetros fisicoquímicos. pH de las conservas.

	Formulación A (sin vegetales)		Formulación B (con vegetales)	
	Lata 1	Lata 2	Lata 1	Lata 2
Previo a la esterilización	4.36	4.34	4.30	4.35
Esterilizada a 121°C por 15 minutos	4.28	-	4.29	-
Esterilizada a 121°C por 15 minutos	-	4.27	-	4.28

Fuente: elaboración propia (2017)

#### 10.1.2 Pesos materia prima para desarrollo de formulaciones

Tabla No. 37 Pesos de materia prima para desarrollo de formulaciones de conserva de tilapia.

	Pesos formulación A (sin vegetales)	Pesos formulación B (con vegetales)
	Peso (g)	Peso (g)
Tilapia pre-cocida al vapor	255.00	210.00
Aceite de soya	130.00	130.00
Ácido acético	38.00	38.00
Zanahoria precocida	-	20.00
Arvejas precocidas	-	20.00
Caldo de vegetales	10.00	10.00
Cebolla	-	8.00
Sal	2.50	2.20
Azucar	2.00	2.00
Paprika	2.20	2.00
Consomé	0.80	0.75
Pimienta negra	0.80	0.50
<b>TOTAL</b>	<b>441.30</b>	<b>443.45</b>

Fuente: elaboración propia (2017)

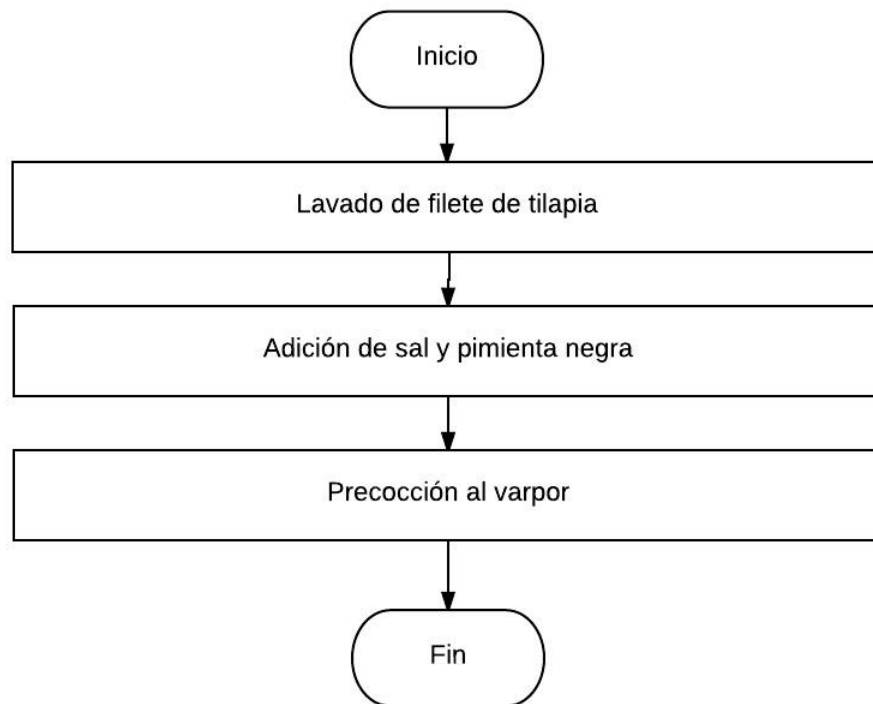
### 10.1.2 Tilapia pre-cocida al vapor

Tabla No. 38 Formulación tilapia pre-cocida al vapor.

	Formulación A (sin vegetales)		Formulación B (con vegetales)	
	Peso (g)	%	Peso (g)	%
Tilapia	285.00	98.91	240.00	98.91
Sal	2.00	0.77	1.60	0.83
Pimienta negra	0.80	0.32	0.50	0.26
<b>TOTAL</b>	<b>257.80</b>	<b>100%</b>	<b>192.10</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No. 11 Desarrollo tilapia pre-cocida al vapor.



Fuente: elaboración propia (2017)

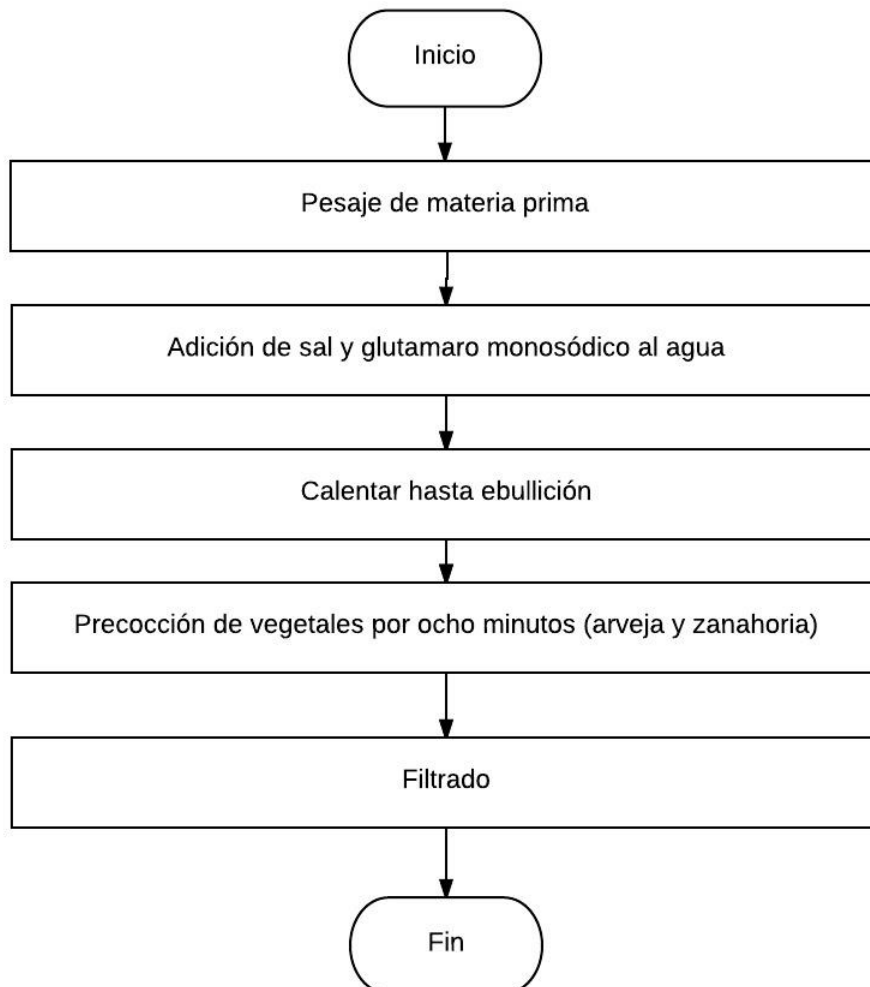
### 10.1.3 Caldo de vegetales

Tabla No. 39 Formulación caldo vegetal.

	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>
Agua	1000.00	99.20
Glutamato monosódico	6.00	0.60
Sal	2.00	0.20
<b>TOTAL</b>	<b>1005.00</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia (2017)

Diagrama No. 12 Desarrollo caldo vegetal



Fuente: elaboración propia (2017)

## 10.2 Anexo B: Evaluación tipos de empaque

Según Darian Warne, en el documento técnico de pesca (FAO), manual sobre el envasado de pescado en conserva, se establece que los materiales de envasado para productos pesqueros en conserva son de metal, vidrio, laminados plásticos o laminados compuestos de plástico y metal, por lo que se analizaron las características de estos para la selección del empaque de la conserva de tilapia.

Tabla No. 40 Tipos de material de empaque.

Material de empaque	Tipos	Ventajas	Desventajas
Metal	Latas de hojalata de dos o tres piezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Más utilizado en conservas pesqueras.</li> <li>— Proporciona resistencia, dureza y maleabilidad.</li> <li>— Alta barrera a gases, vapores, luz, microorganismos, entre otros.</li> <li>— Buenas propiedades mecánicas, facilita el transporte y manipuleo.</li> <li>— Con cierre hermético, tiene mayor tiempo de vida de anaquel que otros materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Mayor peso al aluminio</li> <li>— Menor resistencia a la corrosión.</li> </ul>
	Latas de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Facilidad de fabricación.</li> <li>— Aspecto atractivo.</li> <li>— Resistencia a la corrosión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Debido a su flexibilidad y a su superficie grande, los fondos y las tapas de aluminio tienden a deformarse durante tratamiento térmico en autoclave.</li> <li>— Menor resistencia mecánica a los golpes que la hojalata.</li> </ul>
Vidrio		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Más utilizado en productos semiconservados.</li> <li>— Vulnerable a los cambios bruscos de temperatura.</li> <li>— Mejor apariencia física.</li> <li>— Posible reutilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Mayor costo de fabricación que otro tipo de empaque.</li> <li>— Mayor costo de reciclaje.</li> <li>— Menor resistencia mecánica a los golpes, frágil.</li> </ul>



Material de empaque	Tipos	Ventajas	Desventajas
Laminados plásticos o laminados compuestos de plástico y metal	Bolsa esterilizables	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Perfil plano con elevada relación superficie/volumen, permite que se caliente más rápido que las latas.</li> <li>— Rápida transferencia de calor al centro térmico.</li> <li>— Mayor retención de nutrientes termolábiles.</li> <li>— Mayor retención de propiedades organolépticas.</li> <li>— Menor costo de fabricación y transporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— No aprobado en FDA por estudios previos en la aprobación de las superficies que se encuentran en contacto con el alimento (Warne, 1989).</li> <li>— Baja velocidad de llenado en comparación con latas.</li> <li>— Dificultad para mantener integridad del cierre cuando las superficies se encuentran contaminadas.</li> <li>— Dificultad para regular contrapresión para mantener perfil uniforme en calentamiento y enfriamiento.</li> <li>— Mayor costo por la necesidad de un embalaje externo protector.</li> </ul>
	Envase plástico con funda termoencogible y tapa abre fácil de hojalata	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Posible reutilización.</li> <li>— Reciclable.</li> <li>— Más liviano que una lata.</li> <li>— Mayor retención de nutrientes termolábiles.</li> <li>— Abre fácil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Menor resistencia mecánica a los golpes que una lata.</li> <li>— Menor tiempo de vida de anaquel que el de una lata (&lt;18meses).</li> </ul>

Fuente: (Warne, 1989)

### 10.3 Anexo C: Muestra de cálculos

#### 10.3.1 Determinación contenido de humedad

- **Tilapia Nilótica fresca**

Tabla No. 41 Datos análisis químico proximal. Humedad de Tilapia Nilótica fresca.

<b>No. Corrida</b>	<b>Peso del crisol (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra seca (g)</b>	<b>Peso muestra seca (g)</b>
1	17.9113	22.9214	5.0101	19.2645	1.3532
2	23.4918	28.4951	5.0033	24.5741	1.0823
3	37.2572	42.2577	5.0005	38.4563	1.1991

Fuente: elaboración propia (2017)

- **Conserva de tilapia**

Tabla No. 42 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos.

<b>No. corrida</b>	<b>Peso del crisol (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra seca (g)</b>	<b>Peso muestra seca (g)</b>
1	16.3248	21.3395	5.0147	17.5105	1.1857
2	17.2528	22.2571	5.0043	18.4433	1.1905
3	16.345	21.3509	5.0059	17.5407	1.1957

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 43 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos.

<b>No. corrida</b>	<b>Peso del crisol (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso muestra húmeda (g)</b>	<b>Peso crisol + muestra seca (g)</b>	<b>Peso muestra seca (g)</b>
1	17.4992	22.5007	5.0015	18.8000	1.3008
2	18.508	23.5169	5.0089	19.2749	0.7669
3	17.8608	22.8614	5.0006	19.0622	1.2014

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 44 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	17.6371	22.6489	5.0118	18.7659	1.1288
2	19.3019	24.3048	5.0029	20.6690	1.3671
3	19.888	24.8885	5.0005	21.6538	1.7658

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 45 Datos análisis químico proximal. Humedad de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	17.7519	22.7594	5.0075	18.9715	1.2196
2	18.4063	23.4082	5.0019	19.3488	0.9425
3	18.6729	23.675	5.0021	19.7929	1.12

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 46 Muestra de cálculo. Determinación contenido de humedad.

	Fórmula	Descriptor	Cálculo
Determinación contenido de humedad – Tilapia Nilótica fresca	$\%H = \frac{P_0 - P_f}{P_0} * 100$	$\%H = \% \text{ de humedad}$  $P_0 = \text{peso inicial de la muestra húmeda}$  $P_f = \text{peso final de la muestra seca}$	$\%H = \frac{5.0101 - 1.3532}{5.0101} * 100$  $\%H(1) = 72.9906$
Contenido de humedad promedio – Tilapia Nilótica fresca	$\bar{x} = \frac{\sum \%H}{n}$	$\bar{x} = \text{promedio \% humedad}$  $\sum \%H = \text{sumatorio \% humedad de todas las corridas}$  $n = \text{numero de corridas}$	$\bar{x} = \frac{\%H(1) + \%H(2) + \%H(3)}{3}$  $\bar{x} = \frac{72.9906 + 78.3683 + 76.0204}{3}$  $\bar{x} = 75.7931\%$

\*NOTA: los cálculos se realizaron para la primera corrida en Tilapia Nilótica fresca. Los siguientes cálculos son análogos a este.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.3.2 Determinación contenido de ceniza

- **Tilapia Nilótica fresca**

Tabla No. 47 Datos análisis químico proximal. Cenizas de Tilapia Nilótica fresca.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + ceniza (g)	Peso muestra seca (g)
1	17.2764	22.2875	5.0111	17.3301	0.0537
2	26.4357	31.4403	5.0046	26.4867	0.0510
3	38.8183	43.8339	5.0156	38.87	0.0517

Fuente: elaboración propia (2017)

- **Conserva de tilapia**

Tabla No. 48 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	16.6498	21.6608	5.0110	16.7057	0.0559
2	15.9969	21.0099	5.0130	16.0517	0.0548
3	15.9435	20.9463	5.0028	15.9995	0.0560

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 49 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	17.6683	22.6705	5.0022	17.7265	0.0582
2	16.4681	21.4714	5.0033	16.5271	0.0590
3	17.9968	23.0048	5.0080	18.0558	0.0590

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 50 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	17.9039	22.9207	5.0168	17.9436	0.0397
2	19.0488	24.055	5.0062	19.0988	0.050
3	16.9205	21.9286	5.0081	16.9674	0.0469

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 51 Datos análisis químico proximal. Cenizas de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos.

No. corrida	Peso del crisol (g)	Peso crisol + muestra húmeda (g)	Peso muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	16.7795	21.7929	5.0134	16.8273	0.0478
2	16.4545	21.4617	5.0072	16.5049	0.0504
3	17.9822	22.987	5.0048	18.0361	0.0539

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 52 Muestra de cálculo. Determinación contenido de cenizas.

	Fórmula	Descriptor	Cálculo
Determinación contenido de humedad – Tilapia Nilótica fresca	$\%C = \frac{P_o - P_f}{P_m} * 100$	$\%C = \% \text{ de ceniza}$ $P_o = \text{peso del crisol con ceniza}$ $P_m = \text{peso de la muestra}$	$\%C = \frac{17.3301 - 17.2764}{5.0111} * 100$ $\%C(1) = 1.0716$
Contenido de humedad promedio – Tilapia Nilótica fresca	$\bar{x} = \frac{\sum \%H}{n}$	$\bar{x} = \text{promedio \% humedad}$ $\sum \%H = \text{sumatorio \% humedad de todas las corridas}$ $n = \text{numero de corridas}$	$\bar{x} = \frac{\%C(1) + \%C(2) + \%C(3)}{3}$ $\bar{x} = \frac{1.0716 + 1.0191 + 1.0308}{3}$ $\bar{x} = 1.0405\%$

\*NOTA: los cálculos se realizaron para la primera corrida en Tilapia Nilótica fresca. Los siguientes cálculos son análogos a este.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.3.3 Determinación contenido de lípidos

La muestra seca utilizada para el análisis de lípidos, fue el resultado de la eliminación de humedad correspondiente una de sus variables.

- **Tilapia Nilótica fresca**

Tabla No. 53 Datos análisis químico proximal Tilapia Nilótica fresca.

No. corrida	Peso muestra húmeda (g)	Peso muestra seca (g)	Peso Erlenmeyer (g)	Peso Erlenmeyer + lípidos (g)	Peso lípidos (g)
1	5.0101	1.3532	39.7957	39.9201	0.1244
2	5.0033	1.0823	38.7674	38.8675	0.1001
3	5.0005	1.1991	41.5597	41.6710	0.1113

Fuente: elaboración propia (2017)

- **Conserva de tilapia**

Tabla No. 54 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos

No. Corrida	Peso muestra húmeda (g)	Peso muestra seca (g)	Peso Erlenmeyer (g)	Peso Erlenmeyer + lípidos (g)	Peso lípidos (g)
1	5.0147	1.1857	38.9342	39.2038	0.2696
2	5.0043	1.1905	40.9702	41.2322	0.262
3	5.0059	1.1957	39.4828	39.6962	0.2134

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 55 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación A (sin vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos

No. corrida	Peso muestra húmeda (g)	Peso muestra seca (g)	Peso Erlenmeyer (g)	Peso Erlenmeyer + lípidos (g)	Peso lípidos (g)
1	5.0015	1.3008	36.556	36.9086	0.3526
2	5.0089	0.7669	38.9619	39.4090	0.4471
3	5.0006	1.2014	40.7842	40.9838	0.1996

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 56 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 15 minutos

No. corrida	Peso muestra húmeda (g)	Peso muestra seca (g)	Peso Erlenmeyer (g)	Peso Erlenmeyer + lípidos (g)	Peso lípidos (g)
1	5.0118	1.1288	43.0998	43.3301	0.2303
2	5.0029	1.3671	40.8623	41.1823	0.3200
3	5.0005	1.7658	40.717	41.0877	0.3707

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 57 Datos análisis químico proximal. Lípidos de conserva de tilapia - formulación B (con vegetales), esterilizado a 120°C durante 30 minutos

No. corrida	Peso muestra húmeda (g)	Peso muestra seca (g)	Peso Erlenmeyer (g)	Peso Erlenmeyer + lípidos (g)	Peso lípidos (g)
1	5.0075	1.2196	40.9131	41.2213	0.3082
2	5.0019	0.9425	37.8916	38.1823	0.2907
3	5.0021	1.12	38.2293	38.6211	0.3918

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 58 Muestra de cálculo. Determinación contenido de lípidos.

	Fórmula	Descriptor	Cálculo
Determinación contenido de lípidos – Tilapia Nilótica fresca	$\%L = \frac{P_f}{P_o} * 100$	$\%L = \% \text{ de lípidos}$ $P_o = \text{peso inicial de la muestra húmeda}$ $P_f = \text{peso final de la muestra}$	$\%L = \frac{0.1244}{5.0101} * 100$ $\%L(1) = 2.4823$
Contenido de lípidos promedio – Tilapia Nilótica fresca	$\bar{x} = \frac{\sum \%L}{n}$	$\bar{x} = \text{promedio \% lípidos}$ $\sum \%L = \text{sumatoria \% lípidos de todas las corridas}$ $n = \text{numero de corridas}$	$\bar{x} = \frac{\%L(1) + \%L(2) + \%L(3)}{3}$ $\bar{x} = \frac{2.4823 + 2.0013 + 2.2258}{3}$ $\bar{x} = 2.2365\%$

\*NOTA: los cálculos se realizaron para la primera corrida en Tilapia Nilótica fresca. Los siguientes cálculos son análogos a este.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.3.4 Carbohidratos

Los datos utilizados para el análisis de carbohidratos, son los resultados promedio de los numerales anteriores: humedad (10.1.1), ceniza (10.1.2), lípidos (10.1.3) correspondientes a cada una de sus variables.

Tabla No. 59 Muestra de cálculo. Determinación contenido de carbohidratos.

	<b>Fórmula</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Cálculo</b>
Determinación contenido de carbohidratos en Tilapia Nilótica fresca	$\%CH = 100\% - H\% - \%C - \%L - \%P$	$\%CH = \% \text{ de carbohidratos}$ $\%H = \% \text{ de humedad}$ $\%C = \% \text{ de ceniza}$ $\%L = \% \text{ de lípidos}$ $\%P = \% \text{ de proteína}$	$\%CH = 100\% - 75.7931\% - 1.0405\% - 2.2365\% - 20.9300\%$  $\%CH(1) = 0.0000\%$

*\*NOTA: los cálculos se realizaron para la muestra de Tilapia Nilótica fresca. Los siguientes cálculos son análogos a este.*

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.3.5 Energía

Los datos utilizados para calcular el valor energético de la muestra, son los resultados promedio de los numerales anteriores: humedad (10.1.1), ceniza (10.1.2), lípidos (10.1.3) correspondientes a cada una de sus variables.

Tabla No. 60 Muestra de cálculo. Determinación valor energético.

	<b>Fórmula</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Cálculo</b>
Determinación contenido de carbohidratos en Tilapia Nilótica fresca	$\text{Valor energético} = (grP * 4) + (grCH * 4) + (grL * 9)$	$VE = \text{valor energético}$ $grP = \text{gramos de proteína}$ $grCH = \text{gramos de carbohidratos}$ $grL = \text{gramos de lípidos}$	$VE = (20.9300 * 4) + (0.0000 * 4) + (2.2365 * 9)$  $VE = 103.8481 \frac{Kcal}{100gr}$

*\*NOTA: los cálculos se realizaron para la muestra de Tilapia Nilótica fresca. Los siguientes cálculos son análogos a este.*

Fuente: elaboración propia (2017).



### 10.3.6 Porcentaje de pérdida de proteína

Tabla No. 61 Porcentaje de pérdida de proteína de Tilapia Nilótica fresca vs. conservas esterilizadas.

Descriptor	% de pérdida de proteína
Conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos	16.6400
Conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C durante 30 minutos	11.8400
Conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos	14.7400
Conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C durante 30 minutos	9.5700

\*NOTA: el porcentaje de pérdida de proteína fue calculado con base al porcentaje de proteína de Tilapia Nilótica fresca (Ver Anexo D)

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, CONCALIDAD. Universidad Rafael Landívar. (ver anexo C y D)

Tabla No. 62 Muestra de cálculo. Determinación porcentaje de pérdida proteína luego de realizar tratamiento térmico.

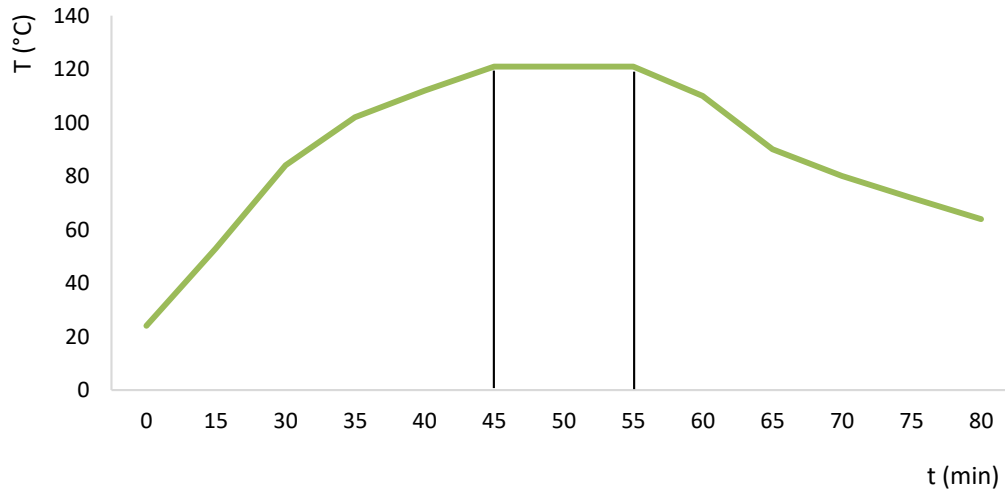
	Fórmula	Descriptor	Cálculo
Determinación contenido de carbohidratos – Tilapia Nilótica fresca	$\%Pérdida = \frac{(PBF - PC)}{PBF} * 100$	<p><math>PC = \text{proteína conserva}</math></p> <p><math>PBF = \text{proteína base fresca}</math></p>	<p><math>\%Pérdida = \frac{20.9300 - 16.6400}{20.9300} * 100</math></p> <p><math>\%Pérdida = 20.4969\%</math></p>

\*NOTA: los cálculos se realizaron para la muestra de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C durante 15 minutos. Los siguientes cálculos son análogos a este.

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.3.7 Tratamiento térmico

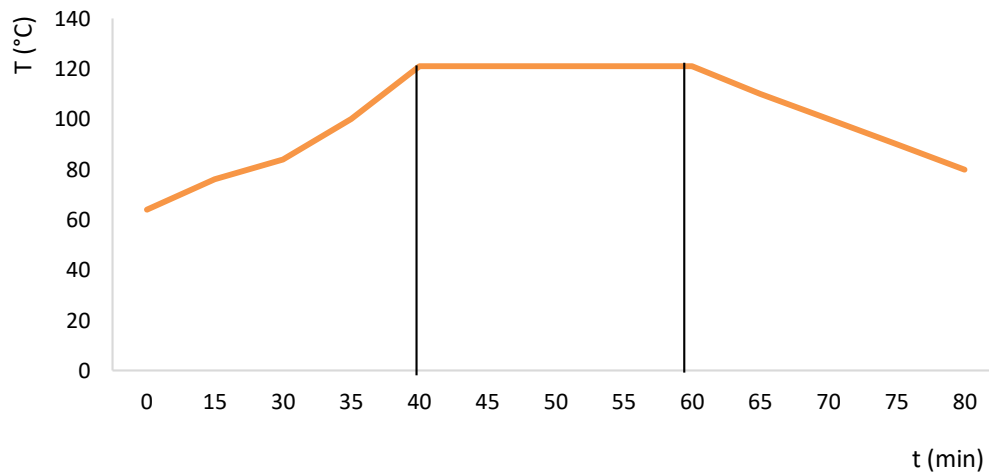
Gráfica No. 3 Curva de penetración de calor en autoclave a 121°C durante 15 minutos.



*\*NOTA: los datos de temperatura utilizados fueron tomados del autoclave y no del alimento por lo que son únicamente datos de referencia.*

Fuente: elaboración propia (2017)

Gráfica No. 4 Curva de penetración de calor en autoclave a 121°C durante 30 minutos.



*\*NOTA: los datos de temperatura utilizados fueron tomados del autoclave y no del alimento por lo que son únicamente datos de referencia.*

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 63 Muestra de cálculo. Cálculo de eficiencia del tratamiento térmico aplicado a la conserva de tilapia a 121°C por 30 minutos.

	Fórmula	Descriptor	Cálculo
Datos - Objetivo del tratamiento térmico	n=12 z =10°C D <sub>121</sub> =0.25min T <sub>ref</sub> =121°C		(FAO, 2003)
Valor esterilizante objetivo	$F_{121} = nD_{121}$	n = número de reducciones logáritmicas	$F_{121} = (12)(0.25\text{min})$ $F_{121} = 3.00$ minutos
Letalidad de la etapa de calentamiento	$f_h = \frac{\Delta T}{\Delta t}$ $l_1 = \frac{z}{f_h \ln 10} \left( 10^{\frac{T_2 - T_{ref}}{z}} - 10^{\frac{T_1 - T_{ref}}{z}} \right)$	$f_h =$ velocidad de calentamiento $\Delta T =$ cambio de temperatura $\Delta t =$ cambio de tiempo $l_1 =$ letalidad en la etapa de calentamiento $T_{ref} =$ temperatura de la etapa de manteminiemto	$f_h = \frac{121^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}}{45\text{min} - 0\text{min}}$ $f_h = 2.15^\circ \frac{\text{C}}{\text{min}}$ $l_1 = \frac{2.15}{(2.15)\ln 10} \left( 10^{\frac{121-121}{10}} - 10^{\frac{24-121}{10}} \right)$ $l_1 = 0.4341\text{min}$
Letalidad en la etapa de mantenimiento	Debido a que la temperatura de mantenimiento es constante a 121°C, el valor de la letalidad coincide con el tiempo de duración de la etapa de mantenimiento. $l_2 = 15\text{min}$		
Letalidad en la etapa de enfriamiento	$f_h = \frac{\Delta T}{\Delta t}$ $l_3 = \frac{z}{f_h \ln 10} \left( 10^{\frac{T_2 - T_{ref}}{z}} - 10^{\frac{T_1 - T_{ref}}{z}} \right)$	$f_h =$ velocidad de enfriamiento $\Delta T =$ cambio de temperatura $\Delta t =$ cambio de tiempo $l_1 =$ letalidad en la etapa de calentamiento $T_{ref} =$ temperatura de la etapa de manteminiemto	$f_h = \frac{64^\circ\text{C} - 121^\circ\text{C}}{80\text{min} - 55\text{min}}$ $f_h = 2.28^\circ \frac{\text{C}}{\text{min}}$ $l_3 = \frac{-2.28}{(-2.28)\ln 10} \left( 10^{\frac{64-121}{10}} - 10^{\frac{121-121}{10}} \right)$ $l_1 = 4.8154\text{min}$
Valor esterilizante del tratamiento efectuado	$F'_{121} = l_1 + l_2 + l_3$	$l_1 =$ letalidad en la etapa de calentamiento $l_2 =$ letalidad en la etapa de mantenimiento $l_3 =$ letalidad en la etapa de enfriamiento	$F'_{121}$ $= 0.4341\text{min}$ $+ 15.0000\text{min}$ $+ 4.8154\text{min}$ $F'_{121} = 20.2495\text{min}$

	<b>Fórmula</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Cálculo</b>
Eficiencia del tratamiento térmico	Comparación valor $F_{121}$ contra $F'_{121}$	$F_{121} = \text{valor esterilizante objetivo}$ $F'_{121} = \text{valor esterilizante efectuado}$	$F_{121} = 3 \text{ min} < F'_{121} = 20.2495 \text{ min}$  Un $F'_{121}$ logra las 12 reducciones decimales


*\*NOTA: los cálculos se realizaron para la esterilización a 121°C con un tiempo de mantenimiento de 15min, los cálculos para un tiempo de mantenimiento de 30min son análogos a este.*

Fuente: (Sharma, Mulvaney, & Rizvi, 2003)

## 10.4 Anexo D: Resultados contenido de proteína de Tilapia Nilótica fresca

Imagen No. 9 Resultados contenido de proteína de Tilapia Nilótica fresca.

Fecha de Emisión 15/02/2016 del Documento R-PLAB010-001, Rev 01



**CONCALIDAD**  
Laboratorio de Control de Calidad

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,  
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

### INFORME DE ANÁLISIS No. 1509-16

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1642-16	Empresa:	Particular
Nombre la muestra:	Tilapia Base Fresca	Dirección:	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Anna Sofia Barragan Rivas
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción:	18/11/2016
Código de Análisis:	C10-122	Fecha de Informe:	29/11/2016

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe la muestra empacada en bolsa plástica, a temperatura de refrigeración.
Fecha de inicio de análisis	21/11/2016
Fecha de Finalización	23/11/2016

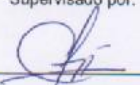
### Resultado de Análisis Fisicoquímico

Parámetro	Resultado
Proteína %	20.93

Abreviaturas: % Porcentaje: (gramos del analito en 100 gramos de muestra)  
Metodología: PROTEINA: <MEFQ-024>

Analista: GR  
Vo.Bo: LA

Supervisado por:



Inga Isis López  
Colegiado No.1222  
Gerente de Laboratorio

Laboratorio de Control y Calidad  
"CONCALIDAD"  
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa  
Tercer Nivel, Campus Central, Edificio TEC,  
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,  
Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 2426-2594

**NOTAS:**

1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.
3. Este informe es válido únicamente en original.
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

Página 1 de 1

## 10.5 Anexo E: Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia

Imagen No.10 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.

Fecha de Emisión 15/02/2016 del Documento R-PLAB010-001 Rev.01



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,  
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

**INFORME DE ANÁLISIS No. 1075-17**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1062-17	Empresa	Particular
Nombre la muestra:	SVP15	Dirección	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Sofía Barragán
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción	15/02/2017
Código de Análisis	C10/154	Fecha de Informe	28/03/2017

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe muestra en empaque comercial (lata sellada), a temperatura ambiente.
Fecha de inicio de análisis	20/02/2017
Fecha de Finalización	24/02/2017

**Resultados de Análisis Físicoquímicos**

Parámetro	Resultado (%)
Proteínas %	16.64

Abreviaturas: % porcentaje  
Metodología: PROTEÍNAS: <ME-FQ-04-010>.

Analistas: GR  
Vo.Bo: LA

Nota: El presente informe suple al informe No.1075-17 emitido el 02/03/2017

Supervisado por:



Inga. Luisa Arias  
Gerente de Laboratorio

Laboratorios de Control y Calidad  
"CONCALIDAD"  
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa  
Tres (III), Campus Central, Edificio TEC,  
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,  
Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 2426-2594

NOTAS:  
1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.  
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicita la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.  
3. Este informe es válido únicamente en original.  
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

Página 1 de 1

Imagen No.11 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos.



Fecha de Emisión 15/02/2016 del Documento R-PLAB010-001 Rev.01

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,  
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

**INFORME DE ANÁLISIS No. 1076-17**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1083-17	Empresa	Particular
Nombre la muestra:	SVP30	Dirección	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Sofía Barragán
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción	15/02/2017
Código de Análisis	C10/154	Fecha de Informe	28/03/2017

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe muestra en empaque comercial (lata sellada), a temperatura ambiente.
Fecha de inicio de análisis	20/02/2017
Fecha de Finalización	24/02/2017

**Resultados de Análisis Físicoquímicos**

Parámetro	Resultado (%)
Proteínas %	11.84

Abreviaturas: % porcentaje  
Metodología: PROTEINAS: <ME-FQ-04-010>

Analistas: GR  
Vo.Bo: LA

Nota: El presente informe suple al informe No.1076-17 emitido el 02/03/2017

Supervisado por:

Inga. Luisa Arias  
Gerente de Laboratorio

Laboratorios de Control y Calidad  
"CONCALIDAD"  
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa  
Tercer (III), Campus Central, Edificio TEC,  
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,  
Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 2426-2594

NOTAS:

1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.
3. Este informe es válido únicamente en original.
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

Imagen No.12 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.

Fecha de Emisión 15/02/2016 del Documento R-PLAB010-001 Rev 01



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,  
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

**INFORME DE ANÁLISIS No. 1077-17**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1064-17	Empresa	Particular
Nombre la muestra:	VP15	Dirección	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Sofía Barragán
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción	15/02/2017
Código de Análisis	C10/154	Fecha de Informe	28/03/2017

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe muestra en empaque comercial (lata sellada), a temperatura ambiente.
Fecha de inicio de análisis	20/02/2017
Fecha de Finalización	24/02/2017

**Resultados de Análisis Físicoquímicos**

Parámetro	Resultado (%)
Proteínas %	14.74

Abreviaturas: % porcentaje  
Metodología: PROTEINAS: <ME-FQ-04-010>

Analistas: GR  
Vo.Bo: LA

Nota: El presente informe suple al informe No.1077-17 emitido el 02/03/2017

Supervisado por:



Inga. Luisa Arias  
Gerente de Laboratorio

Laboratorios de Control y Calidad  
"CONCALIDAD"  
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa  
Tres (III), Campus Central, Edificio TEC,  
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,  
Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 2426-2594

NOTAS:  
1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.  
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.  
3. Este informe es válido únicamente en original.  
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

Página 1 de 1



Imagen No.13 Resultados contenido de proteína de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos



Fecha de Emisión: 15/02/2016 del Documento R-PLAB010-001 Rev.01

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,  
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

**INFORME DE ANÁLISIS No. 1078-17**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1065-17	Empresa	Particular
Nombre la muestra:	VP30	Dirección	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Sofía Barragán
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción	15/02/2017
Código de Análisis	C10/154	Fecha de Informe	28/03/2017

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe muestra en empaque comercial (lata sellada), a temperatura ambiente.
Fecha de inicio de análisis	23/02/2017
Fecha de Finalización	24/02/2017

**Resultados de Análisis Físicoquímicos**

Parámetro	Resultado (%)
Proteínas %	9.67

Abreviaturas: % porcentaje  
Metodología: PROTEINAS: <ME-FQ-04-010>

Análisis: GR  
Vo.Bo: LA

Nota: El presente informe suple al Informe No. 1078-17 emitido el 02/03/2017

Supervisado por:

Inga. Luisa Arias  
Gerente de Laboratorio


Laboratorios de Control y Calidad  
"CONCALIDAD"  
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa  
Tres (III), Campus Central, Edificio TEC,  
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,  
Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 2426-2594

NOTAS:

1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.
3. Este informe es válido únicamente en original.
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

## 10.6 Anexo F: Resultados de análisis microbiológico de Tilapia Nilótica fresca

Imagen No.14 Resultados microbiología tilapia Nilótica fresca.



Servicio Industrial  
Microbiológico

Acreditado ISO 17025:2005 OGA-LE-045-11

FP- 15- IR  
Página 1 de 1

### INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA (S) ANALIZADA(S):		FECHA /INFORME: 13-03-17
PRODUCTO TERMINADO		
ANÁLISIS SOLICITADO POR: <u>Sofía Barragán</u>		
DIRECCIÓN O LUGAR DE MUESTREO: 39 calle C 14-32 Zona 8		
Responsable de la toma de muestra: El Cliente		
Fecha /Hora	Recepción: 09-03-17/11:00	Análisis: 09-03-17/16:00
Datos de identificación de la muestra: PESCADO FRESCO		
Transporte y almacenamiento de la muestra: En refrigeración 0 °C		
No. Reg. laboratorio: 0309340		
ANÁLISIS SOLICITADO: <i>Salmonella, E. coli, S. aureus</i>		

**RESULTADOS**

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	<10	<sup>1</sup> BAM-FDA, Chap. 4 Sept 2002
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	<10	<sup>1</sup> BAM-FDA, Chap. 12, Jan 2001
<i>Salmonella spp</i>	/25g	Ausencia	<sup>1</sup> BAM-FDA, Chap. 5, Nov 2011

1 Bacteriological Analytical Manual -U.S. Food & Drug Administration.

Iniciales-analista: B.A./S.G.

Vo. Bo. *Flordelma Cano*  
Directora Técnica



Nota: \*Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada\*  
\*Este informe solo puede ser reproducido en su forma total y con aprobación del laboratorio\*  
\*No del alcance de acreditación\*

---

Análisis - Medios de cultivo - Asesoría  
3ra. calle 42-87, Lomas del Rodeo, zona 3, Mixco •Tel.: (502) 2431-5674 • (502) 2434-0957 • www.labsimgt.com

## 10.7 Anexo G: Resultados de análisis microbiológico de conserva de tilapia

Imagen No.15 Resultados microbiología de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.



Servicio Industrial  
Microbiológico

FP- 15- IR  
Página 1 de 1

**INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

MUESTRA (S) ANALIZADA(S):		FECHA /INFORME : 03-02-17
PRODUCTO TERMINADO		
ANÁLISIS SOLICITADO POR: <u>Sofía Barragán.</u>		
DIRECCION O LUGAR DE MUESTREO: 39 calle C 14-32 Zona 8		
Responsable de la recolección de muestras: El cliente		
Fecha /Hora: Recepción: 15-02-17/14:15		Análisis: 24-02-17/15:00
Datos de Identificación de la muestra : SVM15		
Transporte y almacenamiento de la muestra: Ambiente		
No. Reg. laboratorio: 0215821		
ANÁLISIS SOLICITADO: Recuento aeróbico total, recuento de Enterobacterias, <i>C. botulinum</i>		

**RESULTADOS**

ANÁLISIS		RESULTADO	METODO
*RECuento AEROBICO TOTAL (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g	<10	*BAM-FDA. Aerobic Plate Count. Chap 3. Jan. 2001
RECuento ANAEROBIOS MESOFILOS (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g	<10	*APHA. Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. 6.7 anaerobic or other atmospheres
<i>Clostridium botulinum</i>	/25g	Ausencia	*BAM-FDA Jan 2001, Chap 15

<sup>1</sup> Bacteriological Analytical Manual -U.S. Food & Drug Administration.  
<sup>2</sup> APHA- American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, 5th edition, 2015  
 <10= no crecimiento en la dilución inicial (1:10) sembrada.

Iniciales-analista: B.A./S.G.



Vo. Bo. Florida Cano, Q.B.  
Directora Técnica



Nota: \*Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada\*  
 \*Este informe solo puede ser reproducido en su forma total y con aprobación del laboratorio\*  
 \*Método acreditado ISO 17025:2005 OGA-LE-046-11

---

Análisis - Medios de cultivo - Asesoría  
 3ra. calle 42-87, Lomas del Rodeo, zona 3, Mixco •Tel.: (502) 2431-5674 • (502) 2434-0957 • www.labsimgt.com

Imagen No.16 Resultados microbiología de conserva de tilapia sin vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos.



FP- 15- IR  
Página 1 de 1

**INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

MUESTRA (S) ANALIZADA(S):	FECHA /INFORME : 03-02-17
PRODUCTO TERMINADO	
ANÁLISIS SOLICITADO POR: <b>Sofía Barragán.</b>	
DIRECCION O LUGAR DE MUESTREO: 39 calle C 14-32 Zona 8	
Responsable de la recolección de muestras: El cliente	
Fecha /Hora: Recepción: 15-02-17/14:15	Análisis: 24-02-17/15:00
Datos de Identificación de la muestra : SVM30	
Transporte y almacenamiento de la muestra: Ambiente	
No. Reg. laboratorio: 0215823	
ANÁLISIS SOLICITADO: Recuento aeróbico total, recuento de Enterobacterias, <i>C. botulinum</i>	

**RESULTADOS**

ANÁLISIS	RESULTADO	METODO
*RECuento AEROBICO TOTAL (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g <10	<sup>1</sup> BAM-FDA, Aerobic Plate Count, Chap 3, Jan. 2001
RECuento ANAEROBIOS MESOFILOS (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g <10	<sup>2</sup> APHA, Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. 6.7 anaerobic or other atmospheres
<i>Clostridium botulinum</i>	/25g Ausencia	<sup>1</sup> BAM-FDA Jan 2001, Chap 16

<sup>1</sup> Bacteriological Analytical Manual- U.S. Food & Drug Administration.

<sup>2</sup> APHA- American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, 5th edition, 2015

<10= no crecimiento en la dilución inicial (1:10) sembrada.

Iniciales-analista: B.A. /S.G.

Vo. Bo. *Floridama Cano, Q.B.*  
Directora Técnica



Nota: "Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada"

"Este informe solo puede ser reproducido en su forma total y con aprobación del laboratorio"

\*Método acreditado ISO 17025:2005 OGA-LE-046-11

Imagen No.17 Resultados microbiología de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 15 minutos.



Servicio Industrial  
Microbiológico

FP- 15- IR  
Página 1 de 1

**INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

MUESTRA (S) ANALIZADA(S):	FECHA /INFORME : 03-02-17
PRODUCTO TERMINADO	
ANÁLISIS SOLICITADO POR: <u>Sofía Barragán.</u>	
DIRECCION O LUGAR DE MUESTREO: 39 calle C 14-32 Zona 8	
Responsable de la recolección de muestras: El cliente	
Fecha /Hora: Recepción: 15-02-17/14:15	Análisis: 24-02-17/15:00
Datos de Identificación de la muestra : <b>VM15</b>	
Transporte y almacenamiento de la muestra: Ambiente	
No. Reg. laboratorio: <b>0215822</b>	
ANÁLISIS SOLICITADO: Recuento aeróbico total, recuento de Enterobacterias, <i>C. botulinum</i>	

**RESULTADOS**

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*RECuento AEROBICO TOTAL (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g	<10	<sup>1</sup> BAM-FDA, Aerobic Plate Count, Chap 3, Jan. 2001
RECuento ANAEROBIOS MESOFILOS (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g	<10	<sup>2</sup> APHA, Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. 6.7 anaerobic or other atmospheres
<i>Clostridium botulinum</i>	/25g	Ausencia	<sup>1</sup> BAM-FDA Jan 2001, Chap 16

<sup>1</sup> Bacteriological Analytical Manual -U.S. Food & Drug Administration.

<sup>2</sup> APHA- American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, 5th edition, 2015  
<10= no crecimiento en la dilución inicial (1:10) sembrada.

Iniciales-analista: B.A./S.G.

Vo. Bo. *Floridalma Cano, Q.B.*  
Directora Técnica



Nota: "Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada"  
"Este informe solo puede ser reproducido en su forma total y con aprobación del laboratorio"  
\*Método acreditado ISO 17025:2005 OGA-LE-045-11

Análisis - Medios de cultivo - Asesoría  
3ra. calle 42-87, Lomas del Rodeo, zona 3, Mixco • Tel.: (502) 2431-5674 • (502) 2434-0957 • www.labsimgt.com

Imagen No.18 Resultados microbiología de conserva de tilapia con vegetales esterilizada a 121°C por 30 minutos.



Servicio Industrial  
Microbiológico

FP- 15-IR

Página 1 de 1

**INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

MUESTRA(S) ANALIZADA(S):	FECHA /INFORME : 03-02-17
PRODUCTO TERMINADO	
ANÁLISIS SOLICITADO POR: <b>Sofía Barragán.</b>	
DIRECCION O LUGAR DE MUESTREO: 39 calle C 14-32 Zona 8	
Responsable de la recolección de muestras: El cliente	
Fecha /Hora: Recepción: 15-02-17/14:15	Análisis: 24-02-17/15:00
Datos de Identificación de la muestra : <b>VM30</b>	
Transporte y almacenamiento de la muestra: Ambiente	
No. Reg. laboratorio: <b>0215820</b>	
ANÁLISIS SOLICITADO: Recuento aeróbico total, recuento de Enterobacterias, <i>C. botulinum</i>	

**RESULTADOS**

ANÁLISIS	RESULTADO	METODO
*RECuento AEROBICO TOTAL (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g <10	<sup>1</sup> BAM-FDA. Aerobic Plate Count. Chap 3. Jan. 2001
RECuento ANAEROBIOS MESOFILOS (Después de 10 días de incubación 35°C)	UFC/g <10	<sup>2</sup> APHA. Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. 6.7 anaerobic or other atmospheres
<i>Clostridium botulinum</i>	/25g Ausencia	<sup>1</sup> BAM-FDA Jan 2001, Chap 16

<sup>1</sup> Bacteriological Analytical Manual - U.S. Food & Drug Administration.

<sup>2</sup> APHA- American Public Health Association Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, 5Th edition, 2015

<10= no crecimiento en la dilución inicial (1:10) sembrada.

Iniciales-analista: B.A./S.G.

Vo. Bo. Floridafina Cano, Q.B.  
Directora Técnica



Nota: "Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada"

"Este informe solo puede ser reproducido en su forma total y con aprobación del laboratorio"

\*Método acreditado ISO 17025:2005 OGA-LE-046-11

Análisis - Medios de cultivo - Asesoría

3ra. calle 42-87, Lomas del Rodeo, zona 3, Mixco • Tel.: (502) 2431-5674 • (502) 2434-0957 • www.labsimgt.com

## 10.8 Anexo H: Resultados evaluación sensorial

### 10.8.1 Selección de formulación conserva de tilapia sin vegetales vs. conserva de tilapia con vegetales a jueces entrenados

Se realizó una evaluación sensorial con 15 jueces entrenados a fin de poder determinar cuál de las muestras podría ser evaluada con un atún comercial de acuerdo a la aceptación de sus atributos.

#### — Resultados de evaluación sensorial

Tabla No. 64 Resultados de evaluación formulación A (sin vegetales).

	<b>Aspecto general</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Calidad</b>
<b>Sumatoria</b>	95	97	92	101	95	100	98
<b>Promedio</b>	6.3333	6.4667	6.1333	6.7333	6.3333	6.6667	6.5333
<b>Aproximación</b>	6	6	6	7	6	7	7

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 65 Resultados de evaluación formulación B (con vegetales).

	<b>Aspecto general</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Calidad</b>
<b>Sumatoria</b>	98	97	97	99	98	104	102
<b>Promedio</b>	6.5333	6.4667	6.4667	6.6000	6.5333	6.9333	6.8000
<b>Aproximación</b>	7	6	6	7	7	7	7

Fuente: elaboración propia (2017)

#### — Cálculos ANOVA por atributo

Tabla No. 66 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de aspecto general con jueces entrenados.

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
Formulación A (conserva sin vegetales)	15	95	6.3333	0.3810
Formulación B (conserva con vegetales)	15	98	6.5333	0.2667

Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.3000	1	0.3000	0.9265	0.3440	4.1960
Dentro de los grupos	9.0667	28	0.3238			
Total	9.3667	29				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 67 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de color con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación A (conserva sin vegetales)	15	97	6.4667	0.4095		
Formulación B (conserva con vegetales)	15	97	6.4667	0.2667		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.7764E-15	1	1.7764E-15	5.254E-15	1.0000	4.1960
Dentro de los grupos	9.4667	28	0.3381			
Total	9.4667	29				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 68 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de olor con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación A (conserva sin vegetales)	15	92	6.1333	1.2667		
Formulación B (conserva con vegetales)	15	97	6.4667	0.5524		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.8333	1	0.8333	0.9162	0.3467	4.1960
Dentro de los grupos	25.4667	28	0.9095			
Total	26.3000	29				

Fuente: elaboración propia (2017)



Tabla No. 69 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de sabor con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Formulación A (conserva sin vegetales)		15	101	6.7333	0.2095	
Formulación B (conserva con vegetales)		15	99	6.6000	0.4000	
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.1333	1	0.1333	0.4375	0.5137	4.1960
Dentro de los grupos	8.5333	28	0.3048			
Total	8.6667	29				

Fuente: elaboración propia (2017).

Tabla No. 70 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de acidez con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Formulación A (conserva sin vegetales)		15	95	6.3333	0.8095	
Formulación B (conserva con vegetales)		15	98	6.5333	0.6952	
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.300	1	0.3000	0.3987	0.5329	4.1960
Dentro de los grupos	21.067	28	0.7524			
Total	21.367	29				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 71 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de consistencia con jueces entrenados.

Resumen				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Formulación A (conserva sin vegetales)	15	100	6.6667	1.0952
Formulación B (conserva con vegetales)	15	104	6.9333	0.0667

Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.5333	1	0.5333	0.9180	0.3462	4.1960
Dentro de los grupos	16.2667	28	0.5810			
Total	16.8000	29				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 72 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de calidad con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación A (conserva sin vegetales)	15	98	6.5333	0.2667		
Formulación B (conserva con vegetales)	15	102	6.8000	0.1714		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.5333	1	0.5333	2.4348	0.1299	4.1960
Dentro de los grupos	6.1333	28	0.2190			
Total	6.6667	29				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 73 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación general de las muestras con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación A (conserva sin vegetales)	7	45.2000	6.4571	0.0436		
Formulación B (conserva con vegetales)	7	46.3333	6.6190	0.0322		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0917	1	0.0917	2.4218	0.1456	4.7472
Dentro de los grupos	0.4546	12	0.0379			
Total	0.5463	13				

Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.8.2 Selección de formulación conserva de tilapia con vegetales vs. atún con vegetales comercial a consumidores.

Se realizó una evaluación sensorial con 100 consumidores a fin de poder determinar la aceptación de la conserva de tilapia con vegetales comparada con un atún comercial de acuerdo a sus atributos.

#### — Resultados de evaluación sensorial

Tabla No. 74 Resultados de evaluación formulación B (con vegetales).

	Aspecto general	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Calidad
<b>Sumatoria</b>	610	602	577	631	602	634	639
<b>Promedio</b>	6.1000	6.0200	5.7700	6.3100	6.0200	6.3400	6.3900
<b>Aproximación</b>	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 75 Resultados de evaluación atún comercial con vegetales.

	Aspecto general	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Calidad
<b>Sumatoria</b>	623	603	578	605	584	606	627
<b>Promedio</b>	6.2300	6.0300	5.7800	6.0500	5.8400	6.0600	6.2700
<b>Aproximación</b>	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: elaboración propia (2017)

#### — Cálculos ANOVA por atributo

Tabla No. 76 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de aspecto general con consumidores.

Resumen						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Formulación B (con vegetales)		100	610	6.1000	0.9596	
Atún comercial con vegetales		100	623	6.2300	1.2496	
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.8450	1	0.845	0.7650	0.3828	3.8889
Dentro de los grupos	218.7100	198	1.10459596			
Total	219.5550	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 77 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de color con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Formulación B (con vegetales)		100	602	6.0200	1.0501	
Atún comercial con vegetales		100	603	6.0300	1.2213	
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0050	1	0.0050	0.0044	0.9472	3.8889
Dentro de los grupos	224.8700	198	1.1357			
Total	224.8750	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 78 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de olor con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Formulación B (con vegetales)		100	577	5.7700	1.4718	
Atún comercial con vegetales		100	578	5.7800	1.7491	
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0050	1	0.0050	0.0031	0.9556	3.8889
Dentro de los grupos	318.8700	198	1.6105			
Total	318.8750	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 79 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de sabor con jueces entrenados.

Resumen				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Formulación B (con vegetales)	100	631	6.3100	0.9433
Atún comercial con vegetales	100	605	6.0500	1.8864

Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.3800	1	3.3800	2.3889	0.1238	3.8889
Dentro de los grupos	280.1400	198	1.4148			
Total	283.5200	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 80 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de acidez con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación B (con vegetales)	100	602	6.0200	1.1713		
Atún comercial con vegetales	100	584	5.8400	1.8933		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.6200	1	1.6200	1.0572	0.3051	3.8889
Dentro de los grupos	303.4000	198	1.5323			
Total	305.0200	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 81 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de consistencia con jueces entrenados.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Formulación B (con vegetales)	100	634	6.3400	0.6711		
Atún comercial con vegetales	100	606	6.0600	1.3903		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.9200	1	3.9200	3.8032	0.0526	3.8889
Dentro de los grupos	204.0800	198	1.0307			
Total	208.0000	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 82 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación de calidad con jueces entrenados.

<b>Resumen</b>						
<b>Grupos</b>		<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	
Formulación B (con vegetales)		100	639	6.3900	0.8262	
Atún comercial con vegetales		100	627	6.2700	1.2092	
<b>Análisis de varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	0.7200	1	0.7200	0.7075	0.4013	3.8889
Dentro de los grupos	201.5000	198	1.0177			
Total	202.2200	199				

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 83 Resultados ANOVA por atributo. Evaluación general de las muestras con jueces entrenados.

<b>Resumen</b>						
<b>Grupos</b>		<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	
Formulación B (con vegetales)		7	42.9500	6.1357	0.0498	
Atún comercial con vegetales		7	42.2600	6.0371	0.0329	
<b>Análisis de varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	0.0340	1	0.0340	0.8232	0.3821	4.7472
Dentro de los grupos	0.4957	12	0.0413			
Total	0.5297	13				

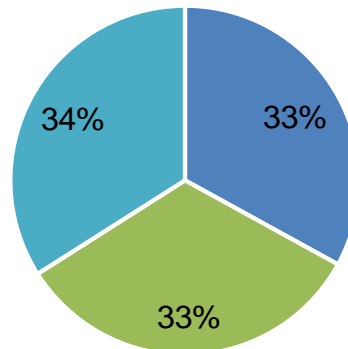
Fuente: elaboración propia (2017)

### 10.8.3 Datos generales de consumo de atún en Centroamérica

- **Tipo de atún que se consume en Nicaragua**

Gráfica No. 5 Consumo de atún por tipo de presentación en Nicaragua.

■ Agua ■ Aceite ■ Con Vegetales



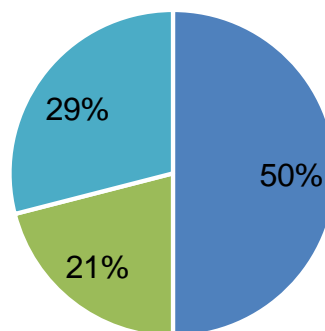
*\*NOTA: el tamaño de la muestra fue de 267 encuestas.*

Fuente: (Duran, Bermúdez, Huetes, Betancourt, & Mejía, 2010)

- **Tipo de atún que se consume en Costa Rica**

Gráfica No. 6 Consumo de atún por tipo de presentación en Costa Rica.

■ En trozos agua/aceite ■ Con vegetales ■ Ambas



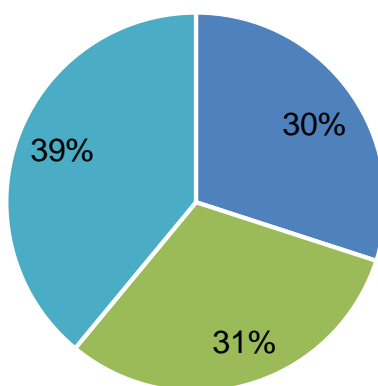
*\*NOTA: el tamaño de la muestra fue de 395 encuestas.*

Fuente: (Solis, Cordero, & Castro, 2003)

- **Tipo de atún que se consume en El Salvador**

Gráfica No. 7 Consumo de atún por tipo de presentación en El Salvador.

■ Agua ■ Aceite ■ Con vegetales



*\*NOTA: el tamaño de la muestra fue de 150 encuestas.*

Fuente: (PRO ECUADOR, 2003)

#### **10.8.4 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces entrenados.**

Tabla No. 84 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces entrenados.

<b>Conserva de tilapia con vegetales</b>	<b>Conserva de tilapia sin vegetales</b>
Me gusta color y sabor	Le falta sabor
Buen sabor y punto de acidez agradable	El color es muy pálido
El olor es agradable	Fuerte olor a pescado
Buena apariencia en general	Rico sabor pero me gusta más el otro
-	Fuerte sabor a pimienta

Fuente: elaboración propia (2017)



**10.8.5 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces consumidores.**

Tabla No. 85 Observaciones realizadas en boletas de evaluación sensorial. Panel de jueces consumidores.

<b>Conserva de tilapia con vegetales</b>	<b>Atún comercial con vegetales</b>
Falta potencializar sabor	Me encanto
Color pálido	Fuerte olor a pescado
Buen sabor y punto de acidez agradable	Muy bueno
Falta sabor	Fuerte sabor a pescado
Falta color	Muy rico
Leve sabor a pescado, me gustó	Muy buen sabor y textura
Me gustó mucho en general	Me gusta color y sabor
Estaba ácido	-
Me gusta el sabor y el olor	-
Rico sabor pero simple	-
Muy buen sabor	-
Delicioso	-
No me gusta la apariencia con puntos negros	-

Fuente: elaboración propia (2017)

**10.9 Anexo I: RTCA 67.01.60:10 de Etiquetado Nutricional. Condiciones relativas al contenido de nutrientes.**

Tabla No. 86 Cuadro de condiciones relativas al contenido de proteína.

<b>Componente</b>	<b>Declaración de propiedades</b>	<b>Condiciones</b>
Proteína	Alto, buena fuente, rico en, excelente fuente	Contiene dos veces los valores para fuente
	Fuente, adicionado, enriquecido, fortalecido	Contiene no menos de 10% del VRN por 100g o contiene no menos de 5% del VRN por 100 ml o contiene no menos de 5% del VRN por 100Kcal, o contiene no menos del 10% del VRN por porción de alimento.

Fuente: (MINECO, 2010)

## 10.10 Anexo J: Recopilación de imágenes

Tabla No. 87 Recopilación de imágenes. Análisis químico proximal de conserva de tilapia.




 <p>BALANZA ANALITICA No.6</p> <p>0.0000 g</p>		
<p>Pesaje de las muestras</p>	<p>Preparación de las muestras de conserva de tilapia con vegetales</p>	<p>Preparación de las muestras de conserva de tilapia sin vegetales</p>
		
<p>Colocación de muestras en horno de secado</p>	<p>Colocación de muestras en mufla para incineración</p>	<p>Obtención de muestras después de secado</p>
		
<p>Obtención de muestras después de incineración</p>	<p>Preparación y pesaje de las muestras de conserva de tilapia seca para evaluación de lípidos</p>	<p>Preparación de las muestras de conserva de tilapia seca con hexano para evaluación de lípidos</p>

		
<p>Reposo de las muestras de conserva de tilapia seca con hexano para extracción de lípidos</p>	<p>Evaporación de hexano en estufa luego de filtrar muestra seca</p>	<p>Obtención y pesaje de lípidos al finalizar evaporación de hexano</p>

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 88 Recopilación de imágenes. Desarrollo de producto.

 <p>Desarrollo de caldo de vegetales</p>	 <p>Precocción de zanahoria</p>	 <p>Precocción de arvejas</p>
 <p>Filete de tilapia pre-cocido sin cortar</p>	 <p>Corte de filete de tilapia pre-cocida</p>	 <p>Pesaje de vegetales</p>
 <p>Vegetales utilizados para el desarrollo de la formulación B</p>	 <p>Homogenización manual de líquido de cobertura y aditivos</p>	 <p>Medición de pH previo a esterilización</p>

 <p>Esterilización de producto enlatado</p>	 <p>Control de parámetros durante esterilización (temperatura y presión)</p>	 <p>Medición de pH luego de esterilización</p>
--	---	---

Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla No. 89 Recopilación de imágenes. Desarrollo de evaluación sensorial.

 <p>Panel de evaluación sensorial</p>	 <p>Preparación de muestras a evaluar codificadas con números aleatorios</p>	 <p>Panel de evaluación sensorial preparado</p>
 <p>Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces entrenados</p>	 <p>Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces entrenados</p>	 <p>Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces entrenados</p>
 <p>Acompañamiento durante desarrollo de evaluación sensorial</p>	 <p>Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces consumidores</p>	 <p>Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces consumidores</p>



Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces consumidores



Desarrollo de evaluación sensorial con panel de jueces consumidores

Fuente: elaboración propia (2017)