

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FORMULACIÓN DE TORTAS DE PESCADO (*Oreochromis niloticus*) CON ADICIÓN
DE ESPINACA DE CEILÁN (*Talinum triangulare*)

POR:

JAZMIN MARISELA MEJIA MARTINEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

FORMULACIÓN DE TORTAS DE PESCADO (*Oreochromis niloticus*) CON ADICIÓN
DE ESPINACA DE CEILÁN (*Talinum triangulare*)

POR:

JAZMIN MARISELA MEJIA MARTINEZ

ARLIN DANERI LOBO MEDINA

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

A **Dios** porque para él es toda la gloria y honra, sin su infinita misericordia no hubiese sido posible llegar hasta este momento, a lo largo de mi carrera, he visto su amor, su gracia, y su bondad para conmigo. **Proverbios 16: 3.**

A mis padres **Xenia Marisela Mejía y Justo Arnulfo Solís** por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y por la confianza que me han tenido. A mis hermanos (as) **Brayan, Vanessa, Jonathan Anahí, Anthony y Dana** porque han sido mi mayor inspiración para poder seguir adelante. A mi abuelo **Héctor Mejía**, aunque ya no esté físicamente, porque siempre me esperaba en casa, fue el mejor abuelo que Dios me pudo haber dado.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** porque nunca me ha dejado sola, el prometió estar conmigo hasta el final, mi corazón está lleno de gratitud por lo bueno que Dios ha sido en mi vida, por darme fuerzas cuando sentía que no podía más, su tiempo es perfecto. **Proverbios 16:9.**

Papi, mami, siempre estaré agradecida con ustedes por el sacrificio que han hecho para que su hija pueda cumplir uno de sus sueños, gracias por siempre llevarme en sus oraciones y por confiar en mí. Le agradezco a mis tíos Joel Mejía, Cesar Solís y mi tía Karina Rodríguez por el apoyo que me han brindado.

Infinitas gracias al M.Sc. Arlin Lobo, M.Sc. Debora Mejía y Dra. Nelys Herrera por transmitirme seguridad en lo que estaba haciendo y creer en mí misma, gracias por su ayuda en el desarrollo de mi trabajo de investigación

Agradecida con el Ministerio Amigos de Jesús, en el cual Dios me dio la dicha de conocer personas que se volvieron amigos, y que día a día me llevan en oración para que todo me salga bien. Gracias a mis compañeros (ITA) y amigos de la Universidad Nacional de Agricultura, por sus consejos y su motivación.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADRO	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.2. Disponibilidad de alimentos	3
3.3. Hortaliza subutilizada.....	4
3.4. Innovación alimentaria	4
3.5. Alimentos funcionales	5
3.6. Espinaca de ceilán	5
3.6.1. Origen y descripción.....	5
3.6. 2.. Importancia nutricional de la espinaca de ceilán.....	6
3.8. Tilapia.....	6
3.8.1. Origen y descripción.....	6
3.8.2. Producción acuícola.....	8
3.8.3. Taxonomía de la tilapia.	8
3.8.4. Composición química de la tilapia	9
3.8.5. Beneficios nutricionales.	9

3.8.6. Propiedades de la tilapia	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	4
4.1. Descripción y localización del área de investigación.....	4
4.2. Materiales y equipos	4
4.3. Metodología.....	12
4.4. Variables evaluadas	17
4.5. Diseño experimental y estadístico	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES	25
VII. RECOMENDACIONES	25
VIII. BIBLIOGRAFIA	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición taxonómica tilapia	8
Tabla 2. Principales constituyentes del musculo de la tilapia.	9
Tabla 3. Formulaciones para tortas de pescado.	14
Tabla 4. Resultados de recuentos de UFC/g para <i>E. coli</i> y coliformes totales.	20
Tabla 5. Referencia del RTC para criterios microbiológicos del límite permitido de UFC/g para <i>E. coli</i> y coliformes totales.	20
Tabla 6. Comparación del color evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	20
Tabla 7. Comparación del sabor evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	21
Tabla 8. Comparación del aroma evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	22
Tabla 9. Comparación de textura evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la investigación.....	12
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la tilapia.	13
Figura 3. Proceso de elaboración de las diferentes formulaciones.....	15
Figura 4. Comparación de aceptabilidad del color de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	20
Figura 5. Comparación de aceptabilidad del sabor de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	21
Figura 6. Comparación de aceptabilidad del aroma de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	22
Figura 7. Comparación de aceptabilidad de textura de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	23
Figura 8. Comparación de aceptabilidad general de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.	24

LISTA DE CUADRO

Cuadro 1. Escala hedónica	17
--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial.	31
Anexo 2. Permutaciones.....	32
Anexo 3. Análisis microbiológicos, sensorial y elaboración del producto	34

Mejía Martínez, Jazmín Marisela (2024) Formulación de tortas de pescado (*Oreochromis niloticus*) con adición de espinaca de ceilán (*Talinum triangulare*). Trabajo de tesis de grado, Ingeniería en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, C.A. 45 pp.

RESUMEN

A causa de los problemas de inseguridad alimentaria que sufren los países en vías de desarrollo como Honduras, surgen la necesidad de elaborar alimentos de consumo habitual enriquecidos con vitaminas y minerales. El presente trabajo tuvo por objetivo formular tortas de pescado con adición de espinaca de ceilán, brindándole así un valor agregado a esta materia prima y aprovechando plantas subutilizadas que se encuentran fácilmente. Se inició cultivando las plantas de espinaca (*Talinum triangulare*) luego se procedió a la recolecta de las hojas para ser lavadas, molidas. Seguidamente se cosecharon las tilapias, mismas fueron seleccionadas, descamadas, fileteadas y almacenadas. En la formulación, se realizó un diseño completamente aleatorizado, efectuando un análisis de varianza ANOVA, con la prueba LSD, con un 5% de significancia, empleando diferentes porcentajes de espinaca, donde se obtuvieron tres formulaciones con seis diferentes ingredientes (sal, soya, pimienta, chile, cebolla, ajo en polvo), se realizaron análisis microbiológicos (*E. coli* y coliformes). Fueron evaluadas sensorialmente aplicando una escala hedónica de siete puntos para conocer el nivel de aceptación, se trabajó con 50 jueces no entrenados para conocer si existía diferencia entre las formulaciones. Los análisis microbiológicos evidenciaron ausencia de contaminación por *Escherichia coli* y coliformes en las muestras, garantizando la inocuidad del producto final, así mismo, cumpliendo con los límites de seguridad alimentaria establecidos en el RTCA (2018). La evaluación sensorial reveló que todos los tratamientos fueron aceptados, entre las distintas formulaciones, el índice de aceptabilidad general reflejó que la formulación con menor porcentaje de espinaca, fue la que obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los jueces (85%). La adición de espinaca de ceilán en las tortas de pescado no causa efecto negativo en sus propiedades sensoriales. Así mismo, este alimento se convierte en una alternativa para aquellas personas en estado de mal nutrición.

Palabras claves: *E. coli*, tilapia, hamburguesa.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el número de personas subalimentadas ha aumentado, alcanzando un 9,2% a nivel mundial, se estima que 2400 millones de personas se enfrentaron a inseguridad alimentaria de moderada a grave en 2022, lo que significa que carecen de acceso a una alimentación suficiente. (ODS, 2023). Dado el contexto de malnutrición en Honduras, la formulación de alimentos enriquecidos con nutrientes esenciales representa una estrategia viable para mitigar este problema. Además, el estrés de vivir con un acceso incierto a los alimentos y de pasar períodos sin comer puede llevar a cambios fisiológicos que pueden contribuir a la desnutrición. (FAO, 2024).

La espinaca de ceilan, crece muy rápido y es de fácil propagación, es abundante en lugares tropicales húmedos (Yinka, 2022). Su sabor es dulce lo cual se puede consumir en ensaladas o cocinadas, como una hortaliza de hoja (Manikandan, 2022). Su composición nutricional brinda numerosos compuestos bioactivos, como. Alcaloides, flavonoides. Es una rica fuente de vitamina A, C, , pectina y β carot. (Manikandan, 2023). Por otro lado, la tilapia es conocida por su alto valor nutritivo, aporta proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales. (Vega, 2022).

Las hamburguesas hoy en día es uno de los alimentos más consumidos principalmente por los jóvenes, debido a su facilidad de adquisición y tiempo de preparación, además de proporcionar saciedad a quien lo consume. (Morales, 2020) La adición de ingredientes ricos en micronutrientes es esencial para combatir la deficiencia de estos, mejorar la dieta y reducir la inseguridad alimentaria, la desnutrición y el hambre. Según el (CIF, 2024) Honduras enfrentó una crisis alimentaria en la que 1,9 millones de personas estuvieron en situación de inseguridad alimentaria entre junio y agosto de 2024.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Formular tortas para hamburguesa a base de pescado, con adición de espinaca de ceilán.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Desarrollar diferentes formulaciones para el proceso de elaboración de tortas de pescado.
- ✓ Realizar análisis microbiológicos para determinar la presencia de *Escherichia coli* y coliformes en tortas de pescado según los criterios establecidos en el RTCA para productos pesqueros.
- ✓ Determinar la aceptabilidad de las diferentes formulaciones a partir de análisis sensoriales en consumidores.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Inseguridad alimentaria

La inseguridad alimentaria se encuentra en aumento en muchos países del mundo. Se estima que en el mundo padecieron hambre entre 720 y 811 millones de personas durante el año 2020, desde esta premisa, alrededor de 60 millones corresponden únicamente a América Latina. La IA moderada y severa se ha incrementado mundialmente de 22.6% en 2014 a 30.4% en 2020, lo que indica que una de cada tres personas careció de alimentos adecuados durante ese año. (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF,2021).

3.2. Disponibilidad de alimentos

Las fuentes de suministro pueden ser la producción familiar o comercial, las reservas de alimentos, las importaciones, y la asistencia alimentaria. (OPS, 2020). Existen proyectos que facilitan la disponibilidad de alimentos como alternativa de combinar más de una producción dependiendo una de la otra, como la acuaponía. Según. (Zuniga , 2020) es un sistema de producción cerrado que integra la técnica de la acuicultura con la hidroponía, es decir, es una combinación de la producción de peces y la producción de hortalizas sin suelo por el medio común “agua”

Es por ello, que el proyecto “Acuaponía para la Seguridad Alimentaria” se ubicó en esta zona altamente susceptible al cambio climático, especialmente la sequía, específicamente en los departamentos de Valle y Choluteca. La práctica acuapónica también ha beneficiado al medio

ambiente, al no utilizar ningún producto como fertilizantes químicos y elimina la posibilidad de contaminación de las fuentes del agua. (Zuniga , 2020)

3.3. Hortaliza subutilizada

Las hortalizas subutilizadas son plantas que no son utilizadas del todo o que se utilizan de forma parcial subvalorando características interesantes en aspectos agronómicos, genéticos, nutricionales, económicos, sociales o culturales. Es importante tomar en cuenta la ubicación geográfica ya que puede encontrarse subutilizada en una zona, pero no en otras debido a razones culturales, socioeconómicas, (Avila, 2024). Es importante mencionar que algunas plantas silvestres para la seguridad alimentaria pueden contener altos niveles de minerales, carotenoides, fibras y micronutrientes como los flavonoides, que se asocian a propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, antivirales, antioxidantes analgésicas y antiinflamatorias. (Avila, 2024).

3.4. Innovación alimentaria

Dado que América Latina y el Caribe mantiene su posición como el principal exportador global neto de productos agrícolas y alimenticios, es muy importante mejorar los aspectos nutricionales (de calidad) de esos productos a través de un conjunto de innovaciones. Por lo tanto, innovar en la forma en que la investigación agrícola prioriza el mejoramiento de cultivos con mayor calidad nutricional. Se debe promover una colaboración más estrecha con las organizaciones de investigación nacionales, regionales e internacionales que ya están trabajando para abordar la triple carga de la desnutrición. (FAO, 2021)

3.5. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales se definen como: alimentos naturales o procesados que contienen compuestos biológicamente activos. Las principales fuentes de compuestos bioactivos son las frutas, verduras, legumbres, semillas oleaginosas, cereales y algunas bebidas. Estos alimentos, son útiles en disminuir la prevalencia de numerosas enfermedades tales como desordenes neurodegenerativos, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y varias clases de cáncer debido a que contienen vitamina C, polifenoles, carotenoides, tocoferoles y otros fitoquímicos antioxidantes. (Zamora & Barboza, 2021).

3.6. Espinaca de ceilán

3.6.1. Origen y descripción

Primeramente, *Talinum triangulare*, comúnmente conocida como hoja de agua, pertenece a la familia de plantas Portulacaceae, es una planta herbácea, perenne y glabra que se cultiva ampliamente en regiones tropicales como verdura de hoja. Tiene un alto contenido de humedad de casi 90,8 g por 100 g de hoja comestible, por lo que se le conoce popularmente como hoja de agua. Es una hierba perenne erecta con raíces hinchadas y tallos succulentos, de 30 a 100 cm de altura. (Tiamiyu, 2022).

Por consiguiente, es originaria de América tropical con distribución pantropical. Se observa en México, el sur de Estados Unidos, África tropical, Java, India y países asiáticos. También se informa del cultivo de esta hortaliza en Nigeria, Camerún y Asia, pero en la India las prácticas de cultivo de esta planta no son estandarizadas. La espinaca de ceilan es de fácil propagación, lo cual permite tolerar condiciones de hábitat amplias, también tolera la sequía. Crece bien en suelos fértiles ricos en materia orgánica, pero pueden sobrevivir en una amplia variedad de suelos, incluso suelos infértiles y salados, con un crecimiento moderado. (Manikandan, 2022)

3.6. 2.. Importancia nutricional de la espinaca de ceilán

Las verduras son componentes importantes de la dieta humana ya que aportan al cuerpo vitaminas, minerales, algunos precursores hormonales, así como proteínas y energía. Las concentraciones de algún mineral presente en la espinaca de ceilán fueron evaluadas y se informó que contienen una cantidad apreciable de hierro (Fe), calcio (Ca), cobre (Cu) y magnesio (Mg). No se puede dejar de enfatizar la importancia de estos elementos en la espinaca de ceilan; el calcio, el magnesio y el fósforo se incluyen entre los macronutrientes o elementos minerales principales y forman componentes importantes de los huesos y los dientes (Yinka, 2022).

En la espinaca de ceilán, hay una cantidad suficiente de micronutrientes como hierro (1,92%), zinc (1,58%), manganeso (0,88%) y cobre (0,18%). De manera similar, Oluwole et al. (2019) informaron Cu (0,12 ppm), Zn (0,46 ppm) y Fe (3,16 ppm) de *Talinum triangulare*, informaron concentraciones relativamente más altas de micronutrientes en las hojas de agua , es decir, zinc (25 mg/100 g), hierro (12,25 mg/100 g) y cobre (0,93 mg/100 g (Manikandan, 2023).

3.8. Tilapia

3.8.1. Origen y descripción

Históricamente, la tilapia desempeñó un papel esencial en la seguridad alimentaria en muchas naciones y representa entre el 15 y el 20 por ciento de la ingesta de proteínas animales. La proteína de la carne de pescado está fácilmente disponible (a un nivel del 96 %) y contiene varios aminoácidos valiosos, un bajo contenido de colágeno y elastina. Una ración de unos 100 g de pescado proporciona al ser humano entre 1/3 y 1/2 de las necesidades diarias de proteína animal. (Khayat, 2024).

La tilapia es una especie íctica cuyo cultivo se inició en 1820 en África y desde ahí se ha extendido a gran parte del mundo. (Sanchez, 2020). La tilapia (*Oreochromis niloticus*) se encuentra entre las principales especies producidas a nivel mundial, después de las carpas. Esta especie acuícola tiene un crecimiento rápido, condiciones de reproducción adecuadas en cautiverio, fácil adaptación y resistente a diversas enfermedades. Además, que es un pescado de gran aceptación en el mercado internacional, por sus características nutricionales y organolépticas (MVZ, Cardoba, 2022).

Inicialmente, la tilapia es una especie de acuicultura de importancia comercial en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, y es muy popular entre los agricultores y consumidores, así mismo, debido a su rápido crecimiento, eurifagia, fuerte resistencia a las enfermedades, su carne es de excelente sabor, tiene un crecimiento rápido, gran resistencia, alta capacidad reproductora y adaptación. Su producción está principalmente destinada al consumo humano, lo cual ha resultado ser un importante componente para la economía y alto valor nutricional del filete (Long, 2024).

Actualmente, la tilapia es una fuente animal única de alimento en la dieta de un número considerable de personas en el mundo debido a su proteína de alta calidad. Es una excelente fuente de aminoácidos, ácidos grasos insaturados y otros nutrientes que comprenden vitaminas y minerales que son beneficiosos para el cuerpo humano (Sumi, 2023) La tilapia, uno de los productos acuáticos más comunes en todo el mundo, es ideal para sobrevivir y reproducirse en la región tropical, mientras que Hainan es una de las principales zonas de acuicultura de tilapia en China (Bao et al. 2023)

3.8.2. Producción acuícola

De acuerdo con datos de producción acuícola y pesquera mundial de 198 países activos, se registró una producción total de 171 millones de toneladas (mdt) con valor estimado. China sigue siendo el mayor productor de pescado, registrando el 35% de la producción mundial de pescado en 2018. Actualmente se cultivan 18 especies de tilapias, siendo las de mayor importancia: *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica). (FAO, 2020). La tilapia nilótica es considerada una de las especies de mayor interés en cuanto a producción y consumo en zonas rurales tropicales y subtropicales, representando cerca del 90% de la producción de tilapia en el mundo. (Mendez, 2021)

3.8.3. Taxonomía de la tilapia.

La taxonomía, una disciplina esencial en biología, proporciona una base científica sólida para la clasificación y nomenclatura de las especies; mediante un análisis taxonómico riguroso, como es la tilapia.

Tabla 1. Definición taxonómica tilapia

Reino	Animalia
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Género	Oreochromis
Especie	niloticus
Nombre común	Tilapia del nilo

Fuente: (Hiralo, 2022).

3.8.4. Composición química de la tilapia

Los principales componentes químicos de la carne del pescado son: agua, proteínas y lípidos. Estos componentes tienen máxima importancia en lo referente a su valor nutritivo, textura, características sensoriales y capacidad de almacenamiento. (Costavalo, 2021).

Tabla 2. Principales constituyentes del musculo de la tilapia.

Constituyentes	Cantidad
Proteína	16-21
Lípidos	0,2-25
Carbohidrato	0,5
Agua	66-81
Ceniza	1,2-1,5

(Costavalo, 2021)

3.8.5. Beneficios nutricionales.

Una de las carnes que se debe incluir en la dieta alimenticia es la de pescado, y no solo por mantener un balance en las comidas que cada familia consume, sino porque este tipo de proteína proporciona grandes beneficios en cuanto a la nutrición y a la salud humana, ya que entre otras propiedades contiene vitaminas D, B3 y B9. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023)

Por otra parte, la tilapia brinda propiedades nutritivas el cual destaca la presencia de ácidos grasos Omega-3 ayudan al control del colesterol en la sangre y previenen ciertos tipos de cáncer., igualmente son saludables para el corazón, así como un alto contenido de proteínas. Aporta vitaminas B, D y E, entre otras. cuyos beneficios ayudan al cuidado de la piel. También cuenta con fósforo y calcio, los cuales ayudan a fortalecer los huesos”, ayuda al desarrollo del sistema nervioso central, del cerebro y los ojos, y fortalece el desarrollo cognitivo del bebé, así como de niños en etapa de crecimiento. (García, 2022).

3.8.6. Propiedades de la tilapia

Por otro lado, el consumo de tilapia puede aportar una variedad de beneficios tomando en cuenta las propiedades nutricionales que aporta este animal, de esta forma se puede nombrar en primer lugar su alto contenido en proteínas que son beneficiosas para el ser humano. De esta forma en cuanto a los beneficios en proteína, según diversos estudios se tiene una referencia que para 100 gramos de tilapia se consumen al menos unos 20 gramos de proteína con alto valor. (Gutierrez, 2019).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción y localización del área de investigación.

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de procesamiento acuícola y en el laboratorio de microbiología, entre el mes de mayo-agosto del año 2024 en la Universidad Nacional de Agricultura ubicada a 6 km de la ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, Honduras, carretera que conduce al municipio de Dulce Nombre de Culmí.

4.2. Materiales y equipos

Se utilizaron las siguientes materias primas, hojas de la planta de espinaca de ceilán las cuales fueron cultivadas y recolectadas en la finca agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura, en el área de acuicultura se cosecharon las tilapias

Para el desarrollo de la investigación se utilizó las siguientes materias primas e ingredientes: pescado, espinaca de ceilán, soya texturizada, cebolla en polvo, ajo en polvo, chile en polvo, pimienta negra, sal, hielo, aceite vegetal.

Equipos que se utilizaron: cuchillos, mesa de acero inoxidable, pailas (grandes y pequeñas), estufa de gas, cucharones de metal, tabla para picar, balanza digital, molino para carne, papel glassine, cucharas, olla de acero inoxidable, congelador

Materiales y equipo que se utilizaron en el laboratorio: Placa de Petrifilm 3M, incubadora de laboratorio, tubos de ensayo fósforos, algodón, guantes, mascarilla, mechero, beaker, probeta, pipetas, gradilla, balanza digital. Papel toalla, alcohol, agua pectonada.

4.3. Metodología

El proceso de investigación se llevó a cabo mediante cinco fases experimentales descritas a continuación:

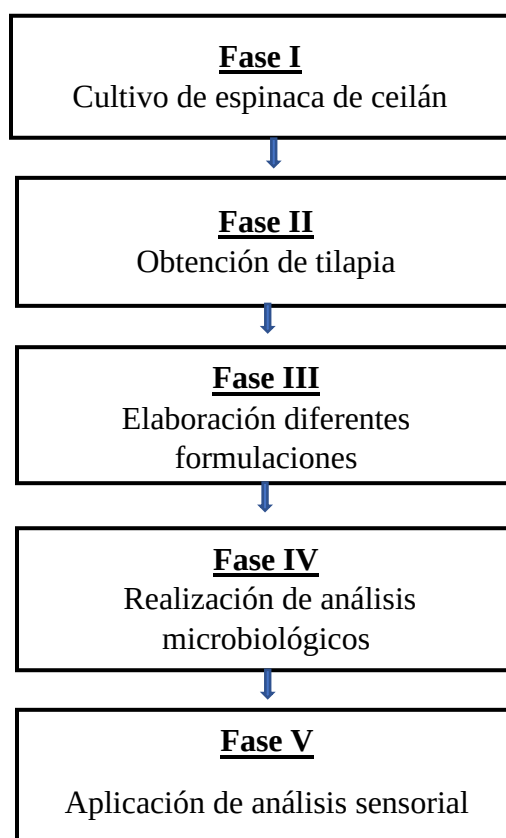


Figura 1. Fases de la investigación.

Fase 1: Cultivo de espinaca de ceilán

La planta de espinaca se cultivó en la Finca Agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura. El cultivo fue entre los meses de abril y mayo. Se propagó mediante esquejes, obtenidos de la comunidad de La Empalizada, Juticalpa, luego fueron sembradas en camas con una distancia entre surcos, el cultivo fue regado a diario y se controló el crecimiento de maleza realizando limpieza una vez por semana.

Una vez que las hojas de espinaca alcanzaron de 20 a 25 cm aproximadamente (90 a 120 días después del cultivo) fueron recolectadas y lavadas para su posterior uso.

Fase 2: Obtención de tilapia

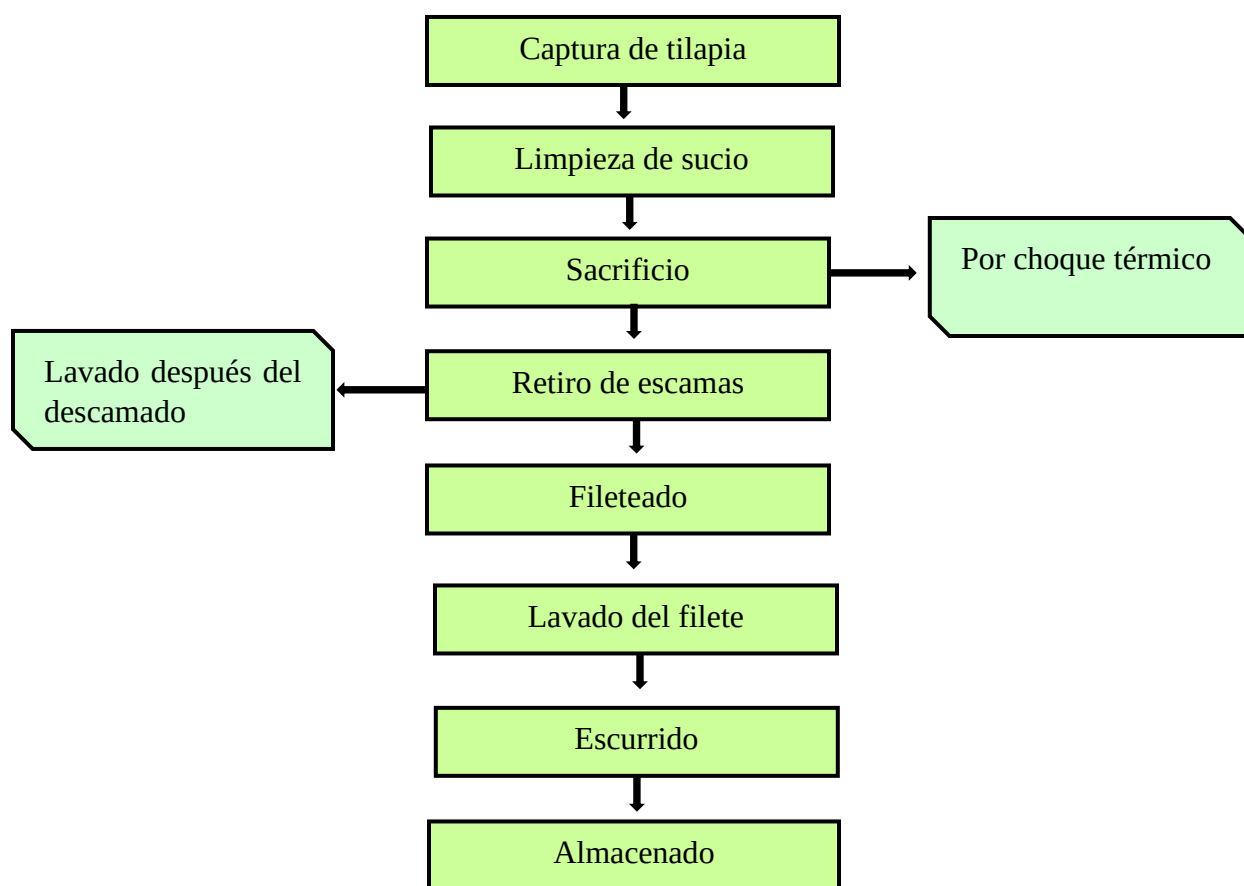


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la tilapia.

Descripción de operaciones:

Captura de tilapia: se utilizó el chinchorro para hacer la respectiva captura de los peces.

Limpieza del sucio: cuando las tilapias están recién capturadas traen el sucio de la pecera o en ocasiones hasta fragmento de grama, por lo tanto, se lavaron con agua limpia.

Sacrificio: se aplicó el choque térmico, dejando por 1 hora, para continuar con el siguiente proceso.

Retiro de escamas: al pasar 1 hora se procede el retirado de escamas, y nuevamente se vuelve a lavar con agua limpia.

Fileteado: en esta etapa del proceso se realizó el fileteado.

Lavado y escurrido: Se lavaron los filetes con agua limpia y escurrido.

Almacenado: al pasar por las diferentes etapas de proceso, se almacenó el filete.

Fase 3: Elaboración de diferentes formulaciones

Para la elaboración de las diferentes formulaciones se utilizó tres diferentes porcentajes de hojas de espinaca de ceilán siendo estos el 5%, 10% y 15% aplicado a las tortas de pescado. La variable que se tomó en cuenta fue el porcentaje de espinaca de ceilan en cada tratamiento, evaluando los parámetros sensoriales percibidos por los consumidores: color, textura, sabor y aroma.

Tabla 3. Formulaciones para tortas de pescado.

	T1	T2	T3
Ingrediente	Cantidad (gr)		
Pescado	86	81	77
Espinaca de ceilán	5	10	15
Cebolla en polvo	0.5	0.5	0.5
Chile en polvo	0.4	0.4	0.4
Ajo en polvo	0.4	0.4	0.4
Soya texturizada	5	5	5
Pimienta negra	0.2	0.2	0.2
Sal	2	2	2
Total	100	100	100

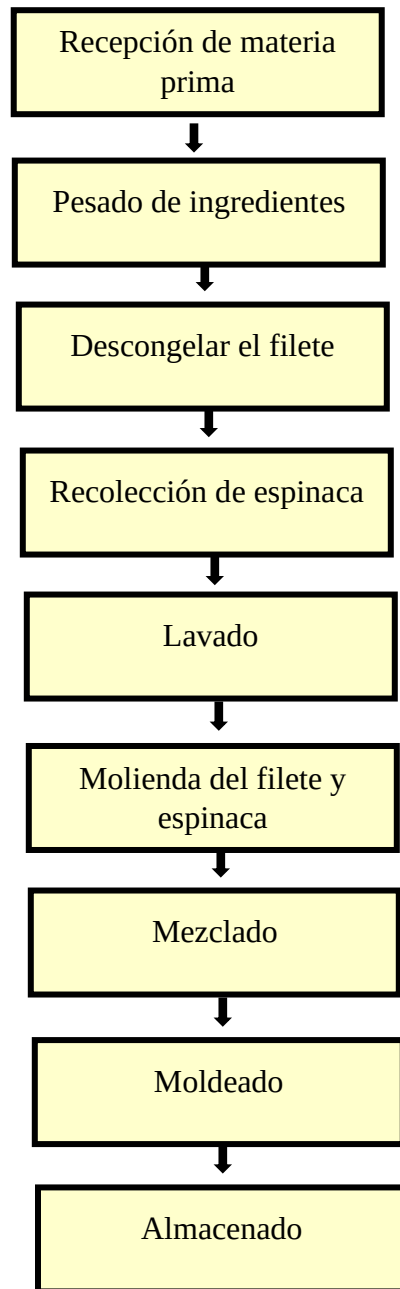


Figura 3. Proceso de elaboración de las diferentes formulaciones

Descripción de operaciones

Obtención de la materia prima: se recolectaron las hojas de espinaca, teniendo en cuenta la cantidad requerida para las pruebas experimentales.

Pesado de ingredientes: se pesó la cantidad de cada ingrediente a utilizar en cada formulación.

Descongelar el filete: se descongeló el filete que se había almacenado.

Recolectar la espinaca: se recolectó las hojas de la planta, para luego ser transportadas al área de trabajo.

Molienda del filete y espinaca: se cortaron en trozos pequeños tanto el filete como las hojas de espinaca, para ser molidos.

Mezclado: se mezclaron los ingredientes y aditivos para una mejor homogenización.

Moldeado: La forma de cada pieza de torta de hamburguesa fue circular con peso promedio de 100 gramos.

Almacenado: ya teniendo el producto final, se almacenó.

Unidad experimental: Constituida por 908g de pescado por corrida experimental, cada corrida compuesta por tres tratamientos y dos repeticiones..

Fase 4. Realización de análisis microbiológicos.

Se efectuó el recuento para la siguiente bacteria (*Escherichia coli* y coliformes) utilizando el método de recuento en placa. Para ello se pesaron 10 g de la muestra (torta de pescado) y se homogenizó con 90 ml de agua peptona al 0.1%, una vez preparada la suspensión madre. Para el recuento de microorganismos, se realizaron diluciones seriadas comenzando con una dilución 10^1 al transferir 1 ml de muestra homogenizada a 9 ml de agua peptonada al 0.1%. Finalmente, de cada dilución se procedió a realizar la inoculación, en las Placas Petrifilm 3M para el recuento de *Escherichia coli* y coliformes. Se dispensó 1 ml de la muestra en el centro, se removió con un esparcidor la placa y se esperó que se gelatinizara. Para el recuento de *E. coli* se incubó a 37 °C por 24 horas.

Fase 5: Realización del análisis sensorial.

El análisis sensorial de la torta de pescado con adición de espinaca se realizó con la cantidad de 50 jueces no entrenados, donde las variables evaluadas fueron: aroma, color, sabor y textura. Se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, que va desde me gusta mucho hasta me disgusta muchísimo. Los panelistas marcaron la respuesta que mejor reflejó su opinión sobre el producto.

Cuadro 1. Escala hedónica

Puntaje	Significativo
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

4.4. Variables evaluadas

Color: la evaluación del color en los alimentos, es de vital importancia, porque el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado, los panelistas determinaron el color característico del producto mediante pequeñas muestras del alimento, acompañados con una hoja de evaluación sensorial donde indica el nivel de agrado de cada muestra, que va desde “me disgusta mucho hasta me gusta mucho”

Sabor: el sabor se percibe mediante el sentido del gusto, los jueces evaluaron a través de una escala las características de sabor de cada una de las muestras del producto y así determinaron si existía diferencia entre ellas en cuanto al sabor.

Aroma: el aroma juega un papel muy importante en la evaluación de alimentos, el cual se percibe cuando el alimento se retiene en la cavidad bucal, los panelistas degustaron las diferentes muestras e indicaron en una escala el nivel de agrado que tenían para cada una de ellas.

Textura: el objetivo de esta prueba es evaluar una serie de sensaciones que son provocadas a la hora de comer un alimento, en esta prueba los jueces evaluaron las características de textura de cada muestra, luego indicaron en una escala el resultado de su percepción.

Aceptación general: de acuerdo con (Ahued, M. 2014), describe la aceptabilidad general como una medición que intenta cuantificar la preferencia de los sujetos por un producto, midiendo cuánto les gusta o les disgusta, es decir, el grado de satisfacción.

4.5. Diseño experimental y estadístico

Para la tabulación del resultado de la evaluación sensorial, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), en el programa INFOSTAT. Donde se realizaron pruebas de comparación de medias con la prueba de LSD con un nivel de confianza de 95%. Cabe destacar que, para calcular el índice de aceptabilidad para cada atributo evaluado, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de aceptabilidad} = \frac{\text{Promedio de cada atributo}}{\text{Valor de escala hedónica}} * 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación realizada se formuló tortas de pescado con adición de espinaca de ceilán como aportador de micronutrientes, en los resultados se determinó el nivel de agrado por parte de los jueces hacia las distintas formulaciones, se obtuvieron resultados positivos para la aceptabilidad en general de dicho producto, al igual los resultados de las distintas variables evaluadas (color, sabor, aroma, textura). Seguidamente, se presentan las tablas por cada atributo evaluado con su respectivo gráfico y una breve discusión de resultados. En cuanto, a los resultados de los análisis de la bacteria de *E. coli* y coliformes, fueron satisfactorios ya que no hubo presencia de microorganismos en el alimento.

Tabla 4. Resultado de recuento de UFC/g para *E. coli* y coliformes totales.

<i>E. coli</i>	Coliformes totales
< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Tabla 5. Referencia del RTCA para criterios microbiológicos del límite permitido de UFC/g para *E. coli* y coliformes totales.

9.2. Subgrupo del alimento: pescados precocidos, cocidos, salados o ahumados.			
Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	A	10 UFC/g

(RTCA, 2018)

Al realizar el conteo de UFC en las placas Petrifilm para el análisis microbiológico de *E. coli* y coliformes totales, los resultados indicaron ausencia de contaminación microbiana. No se observó crecimiento de células de *E. coli*, y el recuento de coliformes totales fue de < 10 UFC/g. La ausencia de *E. coli* no solo indica un bajo riesgo de contaminación fecal, sino que también refleja prácticas de higiene adecuadas a lo largo de la cadena de producción y en el manejo del producto. Esto enfatiza la importancia de mantener altos estándares de higiene para garantizar la seguridad alimentaria.

Tabla 6. Comparación del color evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Tratamientos	Color
T1	6.14 ± 1.07^a
T2	5.96 ± 1.16^a
T3	5.12 ± 1.56^b

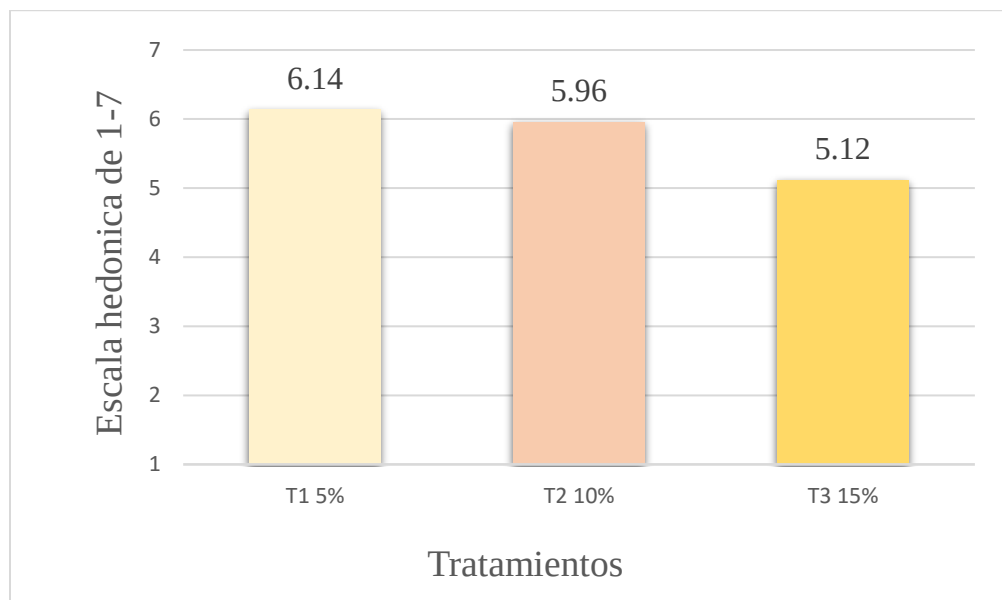


Figura 4. Comparación de aceptabilidad del color de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Tal como se muestra en la figura 4, hay diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento T3 (15% de espinaca) con respecto al T1 y T2, ya que este presentó menor aceptabilidad en cuanto al atributo de color. Este tratamiento es el que contiene mayor porcentaje de espinaca entre las tres formulaciones, lo que demuestra que la espinaca influye en que las tortas presenten un color verde oscuro, resultando menos atractivo ante los panelistas. Por otro lado, el tratamiento 1 fue el más aceptado, conteniendo este, el menor porcentaje de espinaca.

Tabla 7. Comparación del sabor evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Tratamientos	Sabor
T1	6.04±1.24 ^a
T2	6.00±1.26 ^a
T3	5.68±1.62 ^a

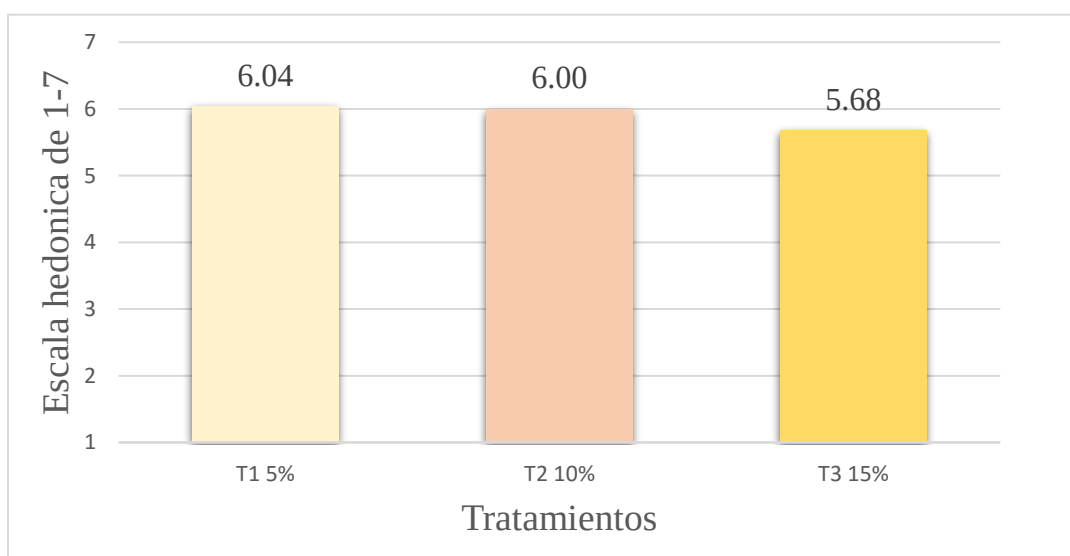


Figura 5. Comparación de aceptabilidad del sabor de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

En la figura 5, se observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que los jueces no percibieron diferencia entre las distintas formulaciones en cuanto al atributo de sabor, eso quiere decir que los porcentajes de espinaca no influyen de forma marcada en el sabor de las tortas

Tabla 8. Comparación del aroma evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Tratamientos	Aroma
T1	5.76±1.17 ^a
T2	5.84±1.20 ^a
T3	5.88±1.21 ^a

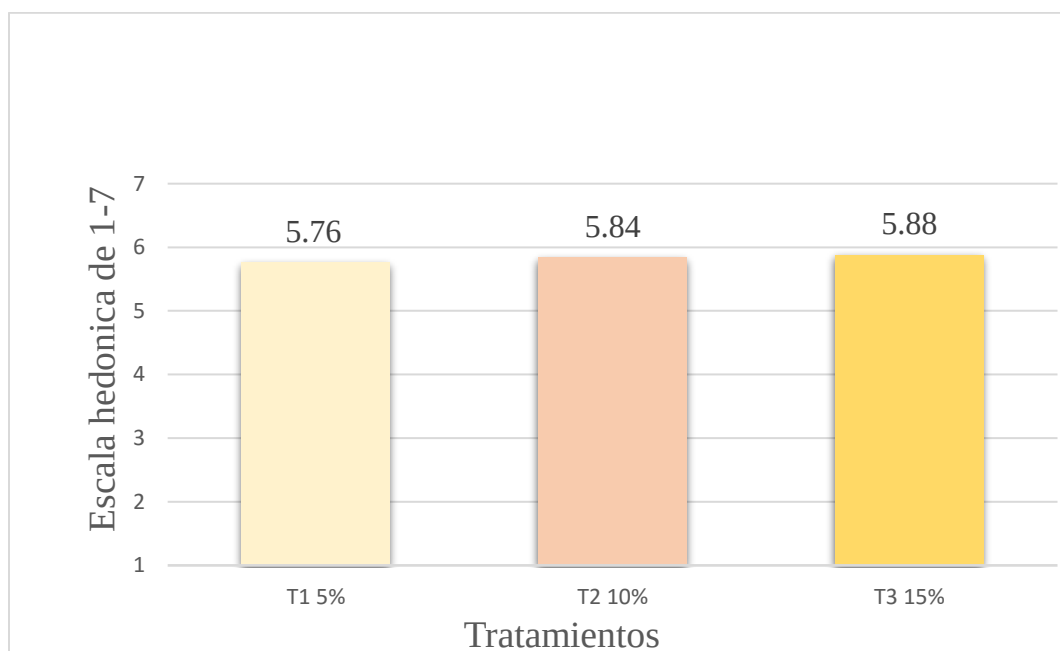


Figura 6. Comparación de aceptabilidad del aroma de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

En la figura 6, se muestra de forma gráfica los resultados de la evaluación sensorial del atributo de aroma, donde resulta que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las distintas formulaciones. Esto demuestra que, los distintos porcentajes de espinaca fueron agradables y que no influyen en el aroma característico del pescado.

Tabla 9. Comparación de textura evaluado en diferentes formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Tratamiento	Textura
T1	5.78±1.53 ^a
T2	5.88±1.38 ^a
T3	5.88±1.21 ^a

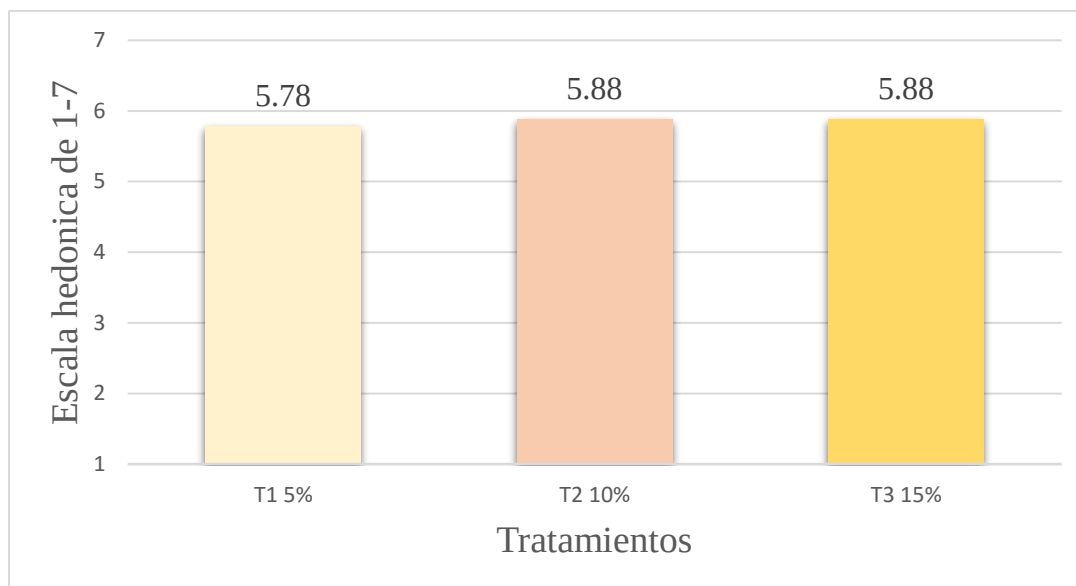


Figura 7. Comparación de aceptabilidad de textura de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

Los resultados del atributo textura, descritos en la figura 7, nos indica que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Esto demuestra que, los jueces no percibieron diferencia entre las distintas formulaciones en cuanto a la textura.

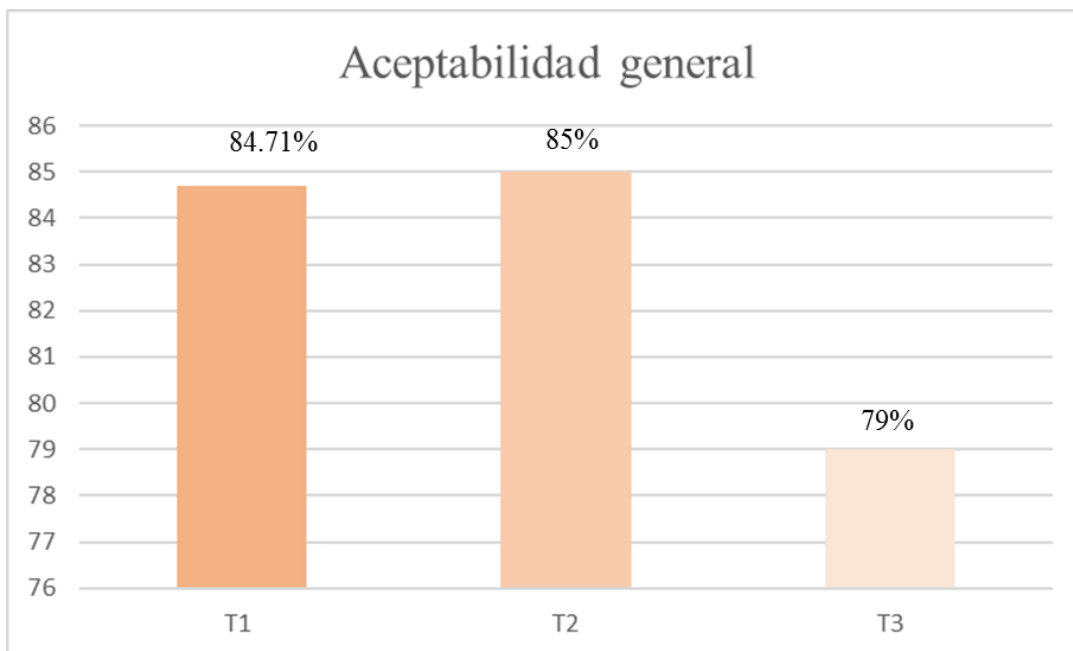


Figura 8. Comparación de aceptabilidad general de las distintas formulaciones de tortas de pescado con adición de espinaca.

La figura 8 muestra gráficamente el índice de aceptabilidad general de cada tratamiento de tortas de pescado, se ve reflejado que todos están en un rango aceptable, es decir, porcentajes superiores al 70%. Entre los tratamientos formulados con diferentes porcentajes de espinaca, el tratamiento 2 (10% de espinaca) es el que resultó más atractivo en cuanto a las variables evaluadas, Por lo tanto, el tratamiento 2 es el más conveniente de aplicar, basándonos en términos de aceptabilidad sensorial.

De acuerdo con (Azapa, 2018), cuya investigación se basó en el desarrollo de tortas para hamburguesa a base de pescado, por ende, trabajo de investigación tuvo como objetivo optimizar la formulación para la elaboración de tortas para hamburguesa a partir de pescado. Se realizó tanto el análisis sensorial como el microbiológico, obteniendo resultados satisfactorios. Realizaron recuento de UFC de *E. coli*, el cual estaban en el rango permitido. Por otro lado, la evaluación sensorial fue aplicada a panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 5 puntos, evaluando los atributos de color, aroma, sabor, textura, se

trabajó con 15 tratamientos sonde el T5 fue el más aceptado en cuanto al sabor, mientras que en los atributos de aroma y color el T8, mientras en mi caso el T1 fue el más aceptado en cuanto al sabor y color, y el T3 en cuanto a la textura y aroma. Por tanto, podemos afirmar que las tortas para hamburguesas a base de pescado permiten establecer que el producto pueda competir en el mercado con marcas existentes y de buena aceptación por parte de los consumidores.

VI. CONCLUSIONES

Se logró desarrollar distintas formulaciones para la elaboración de tortas de pescado, lo que permitió evaluar las características organolépticas del producto. Con lo anterior se afirma que este producto se puede elaborar empleando formulaciones de 5%, 10% y 15% de espinaca.

Los análisis microbiológicos evidenciaron ausencia de contaminación por *Escherichia coli* y coliformes en las muestras, garantizando la inocuidad del producto final, así mismo, cumpliendo con los límites de seguridad alimentaria establecidos en el RTCA (2018).

La aceptabilidad de las tortas formuladas a base de pescado con adición de espinaca de ceilán fueron evaluadas por el panel sensorial, en promedio la opinión general sobre éstas fue aceptable, cabe destacar que la formulación que sobresalió fue la que contenía 10% de espinaca, 81% de tilapia la cual alcanzo valores sobresalientes en los parámetros de color, sabor, aroma y textura a diferencia de las demás. Por tanto, la adición de espinaca en las tortas de pescado en los diferentes porcentajes no causa ningún efecto negativo en sus propiedades sensoriales.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere crear más formulaciones, para obtener resultados más confiables, con respecto a la evaluación sensorial.

Hacer estudios de vida útil a las tortas de pescado con adición de espinaca de ceilan, para determinar cuánto tiempo mantiene sus cualidades físico-químicas, microbiológicas y de calidad.

Por otra parte, se recomienda realizar análisis nutricionales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Tiamiyu,A.(2022).https://www.researchgate.net/publication/360602747_Talinum_Triangulare_Water_Leaf_What_a_Wonderful_Plant
- Avila, A. (2024). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/12630>
- Azapa,R.(2018).http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4053/000003694T_A_GROINDUSTRIA.pdf?
- Bao, R. (2023). <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106745>
- Behera, K. B. (2024).<https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2024.100180>
- Costavalo, J. (2021). <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cf853fed-0337-4b32-aded-fb7d7f93db1c/content>
- Estevez,A.(2017).<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1455/FV-33034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO. (2021) <https://www.fao.org/3/cb3960es/cb3960es.pdf>
- FAO. (2024) <https://www.fao.org/hunger/es>
- Figueroa, M. (2021) <https://convibra.org/publicacao/26241>
- Garcia, G. (2022). Salud animal <https://www.msd-salud-animal.com.co/consumir-tilapia-brinda-multiples-beneficios-a-la-salud/>

Gutierrez, L. A. (2019). <https://es.scribd.com/document/404057696/Propiedades-del-pezt-tilapia-docx>

Khayat,H.(2024).<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749124001738>

Long, X. (2024).<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513424000309>

Manikandan.(2022).https://www.researchgate.net/publication/365891047_Talinum_fruticosum_A_Potential_Multifunctional_Plant_for_Diverse_Soils_Article_ID_38614

Manikandan.(2023).https://www.researchgate.net/publication/374340570_Talinum_fruticosum_A_Potential_Multi-value_Plant_A_Review

Mendez,J.(2021).<https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3628/SSIT0016702.pdf?sequence=1>

Ministerio de Agricultura y Ganaderia. (2023).<https://www.mag.gob.sv/2023/07/09/el-consumo-de-la-tilapia-aporta-multiples-beneficios-nutricionales/>

Morales,E.(2020).[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7249/2/trabajo%20de%20titulacion%20Erick%20Ayavaca%20\(1\).pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7249/2/trabajo%20de%20titulacion%20Erick%20Ayavaca%20(1).pdf)

ODS. (2023).<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger>

OPS. (2020).<https://www.paho.org/es/noticias/3-10-2010-seguridad-alimentaria-nutricional>

Roldan, L. (2019). Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/clasificacion-de-los-peces-2>

RTCA. (2018).<https://arsa.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/402-2018.pdf>

Sanchez, A. (2020).<https://recimundo.com/index.php/es/article/view/834>

Sumi, K. R. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100454>

Suresh & Dheeraj. (2023).<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.739077>

Vega. (2022).<https://es.slideshare.net/LuiskaMedranoVega/alimentacin-tilapiav2>

Yinka,D.(2022).https://www.researchgate.net/publication/360602747_Talinum_Triangulare_Water_Leaf_What_a_Wonderful_Plant

Zamora & Barboza, I. (2021) https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-07522020000100014&script=sci_arttext

Zuniga , R. (2020) https://www.eurosan.hn/wp-content/uploads/2021/09/Sistematizacion-Acuaponia_FINAL_OCTUBRE-2020_compressed.pdf

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL



Fecha ____ / ____ / ____ Edad ____ Sexo: F ☐ M ☐

Instrucciones:

En la siguiente evaluación sensorial se medirán los atributos de color, sabor, aroma, textura de las tortas de pescado en base a una escala hedónica de 7 puntos, para 3 tipos de muestras, estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considere que posee el producto acorde a los atributos a evaluar.

Puntaje	Significativo
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Muestra _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Color</i>									
<i>Sabor</i>									
<i>Aroma</i>									
<i>Textura</i>									

Anexo 2. Permutaciones

Nº de juez	Orden de servido	Código de muestra	Código de muestra	Código de muestra
1	ABC	661	360	747
2	BCA	360	747	661
3	CAB	747	661	360
4	ABC	661	360	747
5	BCA	360	747	661
6	CAB	747	661	360
7	ABC	661	360	747
8	BCA	360	747	661
9	CAB	747	661	360
10	ABC	661	360	747
11	BCA	360	747	661
12	CAB	747	661	360
13	ABC	661	360	747
14	BCA	360	747	661
15	CAB	747	661	360
16	ABC	661	360	747
17	BCA	360	747	661
18	CAB	747	661	360
19	ABC	661	360	747
20	BCA	360	747	661
21	CAB	747	661	360
22	ABC	661	360	747
23	BCA	360	747	661
24	CAB	747	661	360
25	ABC	661	360	747
26	BCA	360	747	661
27	CAB	747	661	360
28	ABC	661	360	747
29	BCA	360	747	661
30	CAB	747	661	360
31	ABC	661	360	747
32	BCA	360	747	661
33	CAB	747	661	360
34	ABC	661	360	747
35	BCA	360	747	661
36	CAB	747	661	360
37	ABC	661	360	747
38	BCA	360	747	661
39	CAB	747	661	360
40	ABC	661	360	747
41	BCA	360	747	661
42	CAB	747	661	360

43	ABC	661	360	747
44	BCA	360	747	661
45	CAB	747	661	360
46	ABC	661	360	747
47	BCA	360	747	661
48	CAB	747	661	360
49	ABC	661	360	747
50	BCA	360	747	661

Anexo 3. Análisis microbiológicos, sensorial y elaboración del producto.

