

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA CARNE DE TILAPIA
(*Oreochromis niloticus*) CON EL USO DE LA TECNICA IKEJIME**

**POR:
EDGAR ONEL CORTEZ MARTINEZ**

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA CARNE DE TILAPIA (*Oreochromis
niloticus*) CON EL USO DE LA TECNICA IKEJIME

POR:

EDGAR ONEL CORTEZ MARTINEZ

M.Sc. ARLIN DANERY LOBO MEDINA

Asesor principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DE TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, quien me ha guiado y dado la perseverancia para completar esta etapa de mi vida. Su presencia y bendiciones ha sido esencial en este camino, a Él le debo cada logro y cada enseñanza.

A mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente. Gracias por su amor, sus sacrificios y por ser mi inspiración constante. Su ejemplo de dedicación y esfuerzo me ha impulsado a llegar hasta aquí, y este logro.

A todos aquellos que, de una u otra forma, brindaron su apoyo y confianza. A mis amigos, docentes y compañeros, por estar siempre presente en momento de duda y celebración. Sin su respaldo y palabras de aliento.

Edgar O. Cortez Martínez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, quien me ha dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesaria para alcanzar este objetivo. Su guía y su apoyo ha sido fundamentales en cada paso de este camino profesional.

A mis padres que, con su amor incondicional, paciencia y sacrificio ha sido la base de mis logros. Gracias por creer mí, por enseñarme el valor del esfuerzo y por darme el ejemplo de dedicación y trabaja duro.

Quiero expresar mi sincera gratitud a docentes, quien con generosidad han compartido su conocimiento y experiencia. Sus enseñanzas y su orientación fueron claves para mi formación académica y personal, su apoyo me permitió crecer y desarrollar esta investigación.

Finalmente, agradezco a mis amigos, quienes me brindaron su ayuda y compañía durante esta investigación. Su apoyo, comprensión y animo en los momentos difíciles que me motivaron a seguir adelante. Gracias por estar aquí y por creer mí.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	3.1. Etapas de crecimiento de la tilapia	3
	3.1.1 Pre-cría:	3
	3.1.2 Crecimiento:	3
	3.1.3 Engorde:.....	3
	3.2 Ciclo productivo en peces de engorde	4
	3.3 Análisis físico químico del agua	4
	3.3.1 Agua	4
	3.3.2 PH	5
	3.3.3 Turbidez.....	5
	3.3.4 Temperatura	5
	3.3.5 Oxígeno.	6
	3.3.6 Calidad del agua	6
	3.4 Estanque	7
	3.4.1 Cultivo en tanques	7
	3.4.2 Cultivo en jaulas	7
	3.5 Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis Niloticus</i>)	8
	3.5.1 Descripción taxonomía de la tilapia	9
	3.5.2 Características generales tilapias del Nilo.....	9
	3.5.3 Composición química de la tilapia.....	10
	3.6 Sacrificio	10
	3.6.1 Dinámica de las etapas de sacrificio o faenamiento	11
	3.6.2 Faenamiento	11
	3.6.3 Pre-rigor mortis	12
	3.6.4 Rigor mortis.....	12
	3.6.5 Post rigor mortis.....	12
	3.6.6 Sacrificio de enhielado	12
	3.6.7 Sacrificio por golpe en la cabeza	13
	3.6.8 Sacrificio Ikejime.....	14
	3.7 Análisis fisicoquímicos.	14

3.8 Análisis sensorial.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Ubicación	16
4.2 Materia prima	16
4.3 Materiales y equipo.	17
4.4 Metodología	17
4.5 Descripción del proceso de cosecha tilapia	18
4.6 Variables de estudios para el mejoramiento de la calidad de la carne de tilapia	19
4.6.1 Variables independientes:	19
4.6.2 Variables dependientes:.....	19
4.7 Evaluación sensorial.....	20
4.7.1 Índice de aceptabilidad.....	21
4.8 Diseño experimental	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1 Análisis fisicoquímicos en la carne de tilapia.....	22
5.2 Rendimiento en filete de tilapia de los diferentes métodos de aturdimiento.	23
5.3 Evaluación sensorial en filete de tilapia con los diferentes métodos aturdimiento.	24
5. 4 Índice de aceptabilidad de los atributos (color, sabor y textura)	26
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES.....	28
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	29
IX. ANEXOS	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de calidad de agua	6
Tabla 2. Descripción taxonómica de la tilapia.....	9
Tabla 3. Principales constituyentes del músculo de pescado.	10
Tabla 4. Materiales y Equipo.....	17
Tabla 5. Escala hedónica.....	21
Tabla 6. Cantidad de peces por tratamientos.....	21
Tabla 7. Parámetro pH en la carne de tilapia por distintos tratamientos.....	22
Tabla 8. Fuerza máxima de corte en los filetes de tilapia en los diferentes métodos de aturdimiento.....	23
Tabla 9. Rendimiento en filete de la carne de tilapia con diferentes métodos de aturdimiento.....	23
Tabla 10. Parámetro color en filete de tilapia.....	24
Tabla 11. Parámetro sabor en filete de tilapia	25
Tabla 12. Parámetro textura en filete de tilapia.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo vida y cultivo de tilapia (Méndez, 2021)	4
Figura 2. Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis Niloticus</i>) (López, 2023).....	8
Figura 3. Método de enhielado.....	13
Figura 4. Golpe en la cabeza.	13
Figura 5. Medula espinal.....	14
Figura 6. Planta de procesamiento acuícola, Facultad de Ciencias Tecnológicas.....	16
Figura 7. Índice de aceptabilidad de los atributos	26
Figura 8. Equipo Ikejime.....	34
Figura 9. Método Golpe en cabeza	34
Figura 10. Método Enhielado	34
Figura 11. Método de Ikejime	34
Figura 12. Método Golpe en cabeza	34
Figura 13. Método Enhielado	34
Figura 14. Método Ikejime.....	34
Figura 15. Análisis de pH en carne.....	35
Figura 16 Análisis de textura en filete	35
Figura 17 Peso en inicial	35
Figura 18. Fileteado	35
Figura 19. Despielado	35
Figura 20. Peso final de filete.....	35
Figura 21 Evaluación sensorial.....	35

RESUMEN

La investigación se centra en comparar tres métodos de sacrificio de tilapia gris (golpe en la cabeza, método de enfriamiento en hielo (enhielado) y el Ikejime, un procedimiento de origen japonés que minimiza el sufrimiento del animal, evaluar su impacto en la calidad de la carne. El objetivo principal es implementar técnicas alternativas de aturdimiento que optimicen la calidad de carne de tilapia. Se analizan parámetros como el pH, textura mediante mediciones instrumentales, rendimiento en filete y características sensoriales (sabor, color, textura) de la carne tras aplicar cada método de aturdimiento. Los resultados del análisis fisicoquímico muestran que el método Ikejime permite mantener un pH estable, presenta mejor rendimiento en el filete (36%) y muestra una mejor calidad en la carne. En cuanto a la textura y aceptabilidad, el estudio indica que el método Ikejime es más efectivo para reducir estrés en los peces, lo que contribuye a una carne de mejor calidad, con características organolépticas favorables. Además, en términos de aceptabilidad, no hubo diferencias significativas en sabor y textura, pero en color de los filetes presentaron una diferencia notable entre métodos. Este trabajo concluye que el método de Ikejime no solo mejora el rendimiento, sino que también mantiene la calidad sensorial y fisicoquímica de la carne, sugiriendo que esta técnica puede ofrecer una alternativa viable para la industria acuícola en términos de bienestar animal y calidad de la carne.

Palabra Clave: Técnica de Ikejime, *Oreochromis niloticus*, aturdimiento, rendimiento, Textura de perfil alimentaria (TPA)

ABSTRACT

The research focuses on comparing three methods of slaughtering gray tilapia (hit on the head, ice cooling method (enicing) and Ikejime, a procedure of Japanese origin that minimizes the suffering of the animal, evaluating its impact on the quality of meat. The main objective is to implement alternative stunning techniques that optimize the quality of tilapia meat.

Parameters such as pH, texture through instrumental measurements, fillet yield and sensory characteristics (flavor, color, texture) of the meat are analyzed after applying each stunning method. The results of the physicochemical analysis show that the Ikejime method allows maintaining a stable pH, presents better performance in the fillet (36%) and shows better quality in the meat.

Regarding texture and acceptability, the study indicates that the Ikejime method is more effective in reducing stress in fish, which contributes to better quality meat, with favorable organoleptic characteristics. Furthermore, in terms of acceptability, there were no significant differences in flavor and texture, but in fillet color there was a notable difference between methods.

This work concludes that the Ikejime method not only improves performance, but also maintains the sensory and physicochemical quality of the meat, suggesting that this technique can offer a viable alternative for the aquaculture industry in terms of animal welfare and quality of the meat.

Keyword: Ikejime technique, *Oreochromis niloticus*, stunning, yield, Food Profile Texture (TPA)

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de tilapia o pescado en general ha sido de mucha importancia a nivel mundial por ser una fuente de proteínas de origen animal por excelencia. Además de su valor proteico, la tilapia ha demostrado ser una fuente de nutrientes esenciales, minerales y cuatro de los nueve aminoácidos esenciales para el organismo humano. (Cruz, 2023)

El término bienestar en animales acuáticos se refiere a las condiciones que deben creárseles a los animales para que, según la especie, estos puedan enfrentar los factores ambientales, de gestión y manipulación manteniendo niveles óptimos de salud y productividad. Estas condiciones deben minimizar el efecto de los agentes ambientales y fisiológicos negativos, así como otros agentes estresantes que pueden estar asociadas a prácticas incorrectas. El bienestar considera al animal en un estado de armonía en su ambiente y la forma por la cual reacciona frente a los problemas del medio, tomando en cuenta su confort, alojamiento, trato, cuidado responsable, nutrición, prevención de enfermedades, manejo (Álvarez, 2023).

La calidad del pescado es un factor crítico tanto para la industria acuícola como para los consumidores. El pescado de alta calidad no sólo tiene un mayor valor comercial, sino que también ofrece una experiencia culinaria más satisfactoria. Entre los diversos aspectos que afectan a la calidad del pescado, el método de aturdimiento previo al sacrificio juega un papel fundamental. En esta investigación, proponemos comparar tres métodos sorprendentes comúnmente utilizados en tilapia: golpe en la cabeza, enhielado e ikejime. Nuestro objetivo es evaluar la efectividad de cada método para el aturdimiento del pescado y su impacto en la calidad final de la carne.

II. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Implementar nuevas técnicas de aturdimiento como alternativa de mejora en la calidad de la carne de tilapia

Objetivos Específicos:

- Desarrollar el proceso de sacrificio de tilapia mediante tres técnicas de aturdimiento, enhielado, técnica ikejime y por golpe en la cabeza.
- Analizar los efectos que tienen los distintos métodos de aturdimiento sobre el rendimiento y evaluar la calidad de la carne de tilapia a través de los análisis fisicoquímicos (pH y la textura.)
- Evaluar la aceptabilidad de la carne de tilapia por método de pruebas sensoriales (sabor,color, textura).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Etapas de crecimiento de la tilapia

3.1.1 Pre-cría:

Esta etapa comprende el cultivo de los alevinos de tilapia, que pesan entre 1 y 5 gramos. Los estanques de reproducción comúnmente utilizados tienen entre 350 y 800 metros cuadrados. La densidad de población es de 100-150 peces por metro cuadrado con altas tasas de intercambio de agua (10-15% por día). Durante esta fase, las crías son alimentadas con una dieta equilibrada que contiene un 45 % de proteínas, proporcionando del 10 al 15 % de su biomasa en 8 a 10 raciones al día (Valle, 2020).

3.1.2 Crecimiento:

Esta etapa comprende individuos de 5 a 80 gramos. La alimentación es balanceada, contiene 45% de proteína. Se suministra alimento semejante al 3% o 6% de la biomasa, de 4 a 6 veces al día. Para los juveniles se emplea alimento balanceado de 45% y 42% de proteína 3 veces al día (Chozo, 2021).

3.1.3 Engorde:

Esta fase incluye el cultivo de tilapia desde 150 g hasta el peso de cosecha. Se suele realizar en estanques de 1000 a 5000 metros cuadrados con una densidad de 1 a 40 peces por persona metros cuadrados. Si la densidad es mayor a 15 tilapias por metro cuadrado, se requiere un sistema de aireación o cambios continuos de agua (Lorena, 2022).

3.2 Ciclo productivo en peces de engorde

El ciclo de vida de la tilapia se compone de cinco etapas básicas de desarrollo: embrionario, alevín, cría, juvenil y adulto (Figura 1). El alevín se caracteriza por presentar un tamaño de 0.5 a 1 cm y posee un saco vitelino en el vientre, esta etapa dura alrededor de 3 a 5 días. En la etapa de cría alcanza una talla de 3 a 7 cm. Cuando la tilapia nilótica alcanza una talla entre 7 y 10 cm se considera que esta en una etapa juvenil, tallas de 10 a 18 cm y pesos entre 70 y 100 gramos es considerado adulto (Méndez, 2021).

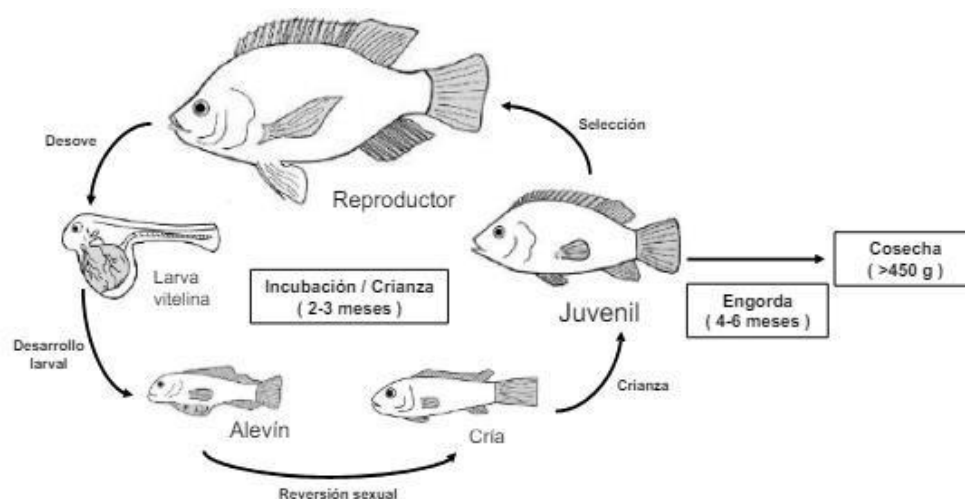


Figura 1. Ciclo vida y cultivo de tilapia (Méndez, 2021)

3.3 Análisis físico químico del agua

3.3.1 Agua

El suministro de agua es uno de los puntos más importantes a considerar a la hora de iniciar o mejorar una producción acuícola, tomando en cuenta: su calidad y principales fuentes de abasto para la acuicultura. Conociendo también los diferentes sitios para obtenerla: agua freática, agua de lluvia, agua de riego, agua de cuerpos de agua naturales y artificiales; usos múltiples del agua y la acuicultura; evaluación del suministro de agua para diversas clases de acuicultura basada en fuentes de suministro, afluencia, pérdida por evaporación y filtración, y necesidades de renovación (Bucardo, 2020).

3.3.2 PH

El pH mide la acidez y la alcalinidad del agua. Se mide en una escala del 1 al 14. El pH de la mayoría de las aguas naturales oscila entre 5 y 10. Este "estrés ácido" es uno de los primeros.

Efectos del pH bajo, que se manifiesta como una acumulación excesiva de mucosidad en el tejido branquial, lo que interfiere con el intercambio de gases. Una comorbilidad que afecta el equilibrio "ácido-base" de la sangre, provocando "estrés respiratorio" y una disminución de la manifestación de cloruro de sodio en la sangre, lo que a su vez provoca alteraciones osmóticas. Los niveles extremos de pH de 4 a 11 provocan la muerte, pero el rango ideal para los cultivos es de 6,5 a 9 (Franklin, 2022).

3.3.3 Turbidez

La turbidez es generada producto de las fracciones que se encuentran en disolución (arcilla, humus, detritos, entre otras.) provocada por tales fracciones que componen los grupos coloidales; es decir mismas que debido a su volumen permanece suspendidas reduciendo la transparencia del agua. Los valores de transparencia del agua determinados para tilapia (*Oreochromis niloticus*) deberán mantenerse a una profundidad entre 20 y 30 cm (Mendez, 2021).

3.3.4 Temperatura

El rango de temperatura óptimo para el cultivo de esta especie oscila entre 25 y 30 °C, durante el experimento se registró un rango de 22.8 a 35.9 °C y cambios bruscos de temperatura a lo largo del día. Temperatura por encima de los 32 °C o menor a 20 °C reduce el crecimiento y la tasa de alimentación, lo antes mencionado probablemente esté relacionado con la disminución en el consumo de alimento y una ganancia de peso menor a la esperada. Sin embargo, se considera que su impacto no fue

tan determinante debido a que las temperaturas promedio registradas sí estuvieron dentro del rango adecuado (Rivera, 2021).

3.3.5 Oxígeno.

Soporta oxígeno disuelto en bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente, el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz. La concentración y disponibilidad de oxígeno disuelto son factores críticos para el cultivo de tilapia. Es uno de los aspectos más difíciles de entender, predecir y manejar y tiene mucho que ver con las mortandades, enfermedades, baja eficiencia en conversión de alimento y la calidad de agua (Franklin, 2022)

3.3.6 Calidad del agua

Para asegurar el éxito de la crianza de tilapias, fue fundamental controlar los parámetros del agua, como la temperatura (25 °C y 35°C), el oxígeno (mayor a 5 mg/L), el pH (entre 6.5 y 9) y la transparencia (superior a 30 cm). Estos factores impactan directamente en el crecimiento, la salud y la reproducción de los peces. Un monitoreo constante y el ajuste adecuado de estos parámetros son claves para un cultivo exitoso (Sugey, 2023).

Tabla 1. Indicadores de calidad de agua

Parámetro	Rango Óptimo
Temperatura	25.0-32.0 °C
Oxígeno disuelto	5.0 - 9.0 mg/l
pH	6.0 - 9.0
Alcalinidad Total	50 – 150 mg/l
Dureza Total	80 – 110 mg/l
Calcio	60 -120 mg/l
Nitritos	0.1 mg/l
Amonio total	0.1 mg/l
Hierro	0.05 -0.2 mg/l
Fosfatos	0.15 -0.2 mg/l
Dióxido de Carbono	5.0 -10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno	0.01 mg/l

3.4 Estanque

La infraestructura más utilizada para la práctica de la acuicultura son los estanques, bien sea en tierra recubiertos con geomembrana o en cemento, estos últimos utilizados principalmente en clima frío para el cultivo de salmónidos. Los estanques se construyen de acuerdo con el tipo de terreno, topografía, textura del suelo, sistemas de cultivo y especies a cultivar. De igual forma dependerá el tipo de construcción, los materiales a utilizar y la forma y dimensiones que se emplearán (López, 2023).

3.4.1 Cultivo en tanques

Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/Ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 25 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 2-4% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/Ha/día. Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/Ha (Martinez, 2022).

3.4.2 Cultivo en jaulas

Las jaulas son una unidad de cultivo y al mismo tiempo un sistema de producción que cuenta con una red fabricada y abierta en la parte superior y que simplemente flota de manera anclada en un cuerpo de agua, esta puede ser construida con un armazón de madera, mimbre o alambre. La función básica de la jaula es retener los peces, permitiendo un intercambio de agua entre lo que es la jaula y el ambiente que la rodea (Deleg, 2022).

Los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque proveen nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para proveer de adecuada nutrición para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares (por ejemplo,

diariamente, semanalmente, etc), con alimentos concentrados manufacturados. Los organismos vivos son el alimento natural de la tilapia, los cuales, son producidos en el agua donde viven. (Franklin s. f.)

3.5 Tilapia del Nilo (*Oreochromis Niloticus*)

Las tilapias son clasificadas como peces Omnívoros, consumir una diversidad de alimentos basado en plantas acuáticas y pequeños invertebrados. Son peces apreciados en acuicultura por su rápida adaptación a un amplio rango de condiciones ambientales, puedes ser cultivados tantos en sistemas rústicos como tecnificados, por su habilidad para crecer y ganar peso rápidamente cuando las condiciones son óptimas en cautiverio, se adaptan a diversos sistemas de alimentación, fácil de reproducción (sin necesidad de infraestructura complejo o un manejo especial), posee una gran resistencia a enfermedades y puede tolera y desarrollarse en condiciones de cultivo a altas densidades (Méndez, 2021).

La tilapia del Nilo es un pez de agua dulce, teleósteo, del orden del perciforme de la familia Cichlidae, con un cuerpo comprimido lateralmente con forma ovalada y habita preferentemente en aguas someras. En etapa adulta puede alcanzar 50 a 60 cm de longitud y peso de 4.3 a 5 kg y puede vivir de nueve a diez años (López, 2023).



Figura 2. Tilapia del Nilo (*Oreochromis Niloticus*) (López, 2023)

3.5.1 Descripción taxonomía de la tilapia

Tabla 2. Descripción taxonómica de la tilapia

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Sub clase	Neopterygii
Infra clase	Teleostei
Súper orden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Genero	Oreochromis
Especie	O. Niloticus

(Sialer, 2020)

3.5.2 Características generales tilapias del Nilo

La tilapia Nilo es un pez de agua dulce, teleósteo, del orden del perciforme de la familia Cichlidae, con un cuerpo comprimido lateralmente con forma ovalada y habita preferentemente en aguas someras. En etapa adulta puede alcanzar 50 a 60 cm de longitud y peso de 4.3 a 5 kg y pueden vivir de nueve a diez años (Loor, 2024).

3.5.3 Composición química de la tilapia.

La constitución química de los peces varía considerablemente, entre especies y entre individuos de una misma especie. Depende de varios factores importantes tales como: edad, sexo, tejido muscular, medio ambiente, estación del año, nado migratorio, cambios sexuales relacionados con el desove, y principalmente, la alimentación. Los principales componentes químicos de la carne de 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 (Amarilis, 2021).

Tabla 3. Principales constituyentes del músculo de pescado.

Constituyente	Pescado filete		
	Min	Variación Normal	Max
Proteínas	6	16-21	28
Lípidos	0,1	0,2-25	67
Carbohidrato		<0,5	
Agua	28	66-81	96
Ceniza	0,4	1,2-1,5	1,5

3.6 Sacrificio

Para iniciar con la actividad de sacrificio humanitario de animales es necesario contar con la orden de sacrificio emitida por la autoridad competente que designe la SAGARPA de acuerdo con el manual de emergencia autorizado. El método de sacrificio debe ser evaluado tomando en consideración los siguientes principios:

Regirse siempre por principios éticos, evitando en lo posible causar dolor o angustia a los animales (Animal, 2019).

- ❖ El método seleccionado no debe poner en peligro al operador, debiendo guardar en todos los casos las medidas de seguridad e higiene necesarias para el caso.
- ❖ El método seleccionado debe ser confiable, debiendo en todos los casos verificar la muerte del animal antes de proceder a disposición final.
- ❖ En la medida de lo posible, se debe optar por los métodos de sacrificio más

sencillos, rápido y seguros de aplicar.

- ❖ La actividad se deberá realizar de forma oportuna, discreta y bajo condiciones humanitaria.

3.6.1 Dinámica de las etapas de sacrificio o faenamiento

- **Inspección Post -mortem:** en esta etapa se realizó la inspección física de acuerdo con los parámetros descritos en el cuadro cinco.
- **Descamado:** al momento del descamando se observó el estado de las escamas que fueran firmes, de color transparente, y estuviesen recubiertas con un mucus fresco.
- **Lavado:** el lavado se efectuó con la finalidad de limpiar la canal de pescado, de cualquier resto de escama que haya permanecido adherida a la piel del pescado.
- **Fileteado:** al realizar el fileteado, se tomó en cuenta la firmeza de la carne en relación con la adherencia al hueso, al igual que el color, y olor de esta no fueran extraños si no característicos a carne fresca.
- **Almacenamiento:** se refrigeró en un equipo frio vertical con temperaturas que oscila entre uno y siete grados Celsius durante un día para garantizar que la materia prima entrara a proceso con la temperatura requerida.

3.6.2 Faenamiento

Esta tarea se realizó con la finalidad de extraer las vísceras y escamas del pescado. Para la extracción de vísceras se realizó un corte abdominal en el pescado, y para la remoción de escamas se utilizó un cuchillo, el cual se pasó repetidas veces sobre toda la canal hasta extraer por completo las escamas (Gorriaran, 2023).

3.6.3 Pre-rigor mortis

El pescado es blando y flexible, la textura firme y elástica y el músculo se encuentra relajado (Acuaponía, 2022).

3.6.4 Rigor mortis

El rigor mortis es uno de los procesos bioquímicos más importantes en los productos pesqueros. Este fenómeno se presenta después de que los organismos mueren y cuando el ATP disminuye a $\leq 1 \mu\text{mol/g}$ músculo, lo que provoca un estado rígido e inflexible del músculo. el rigor mortis se considera el cambio de mayor importancia por el impacto que tiene en la calidad y vida de anaquel de los productos (Ramírez, 2021).

3.6.5 Post rigor mortis

Estos cambios ocurren luego de la muerte del pez debido fundamentalmente a factores como la acción microbiana, acción enzimática y el oxígeno y a las causas debido a la manipulación, temperatura, higiene y aparejos de pesca. El inicio de esta descomposición ocurre en la cavidad abdominal por la acción enzimática produciéndose la autodestrucción de las proteínas (Alor, 2024).

3.6.6 Sacrificio de enhielado

Los peces que se sumergen en agua a temperaturas inferiores a 0° Celsius mueren porque se tornan irrealizable su adaptación (que se ajuste a una forma conveniente). Según estudios completados por la temperatura mortal para la tilapia nilótica son: inferior 11-12 °C y superior 42 °C esa temperatura hace un shock térmico (hipotermia) en el animal y su tiempo de muerte va a depender de componentes como peso, edad y sexo.

Más allá de que la hipotermia es conocida como un procedimiento de anestesia que tranquiliza al pez, las bajas temperaturas incrementan la aptitud para transportar el oxígeno, por lo cual se disminuye la actividad móvil, la respiración, la sensibilidad y la estimulación e impide lograr un nivel real de analgésico y se crea cierto estrés en el animal (Viñamagua., 2022).



Figura 3. Método de enhielado

3.6.7 Sacrificio por golpe en la cabeza

Un golpe en la cabeza puede ser un método de eutanasia apropiado para peces grandes, cuando el número es limitado. Este método debe ir seguido de decapitación, descabello o sangrado. El aturdimiento por percusión es un método irreversible en más del 99% de los casos si se aplica correctamente, debiendo los peces estar fuera del agua durante solo 5-10 segundos antes de aplicar el golpe. un golpe rápido en el cabeza aplicado con una maza o un instrumento mecánico de aturdimiento. El golpe debe ser suficientemente fuerte encima del cerebro o en la zona inmediatamente adyacente para producir la pérdida inmediata de sensibilidad (Rubio Limonta, 2020).



Figura 4. Golpe en la cabeza.

3.6.8 Sacrificio Ikejime

Este procedimiento japonés se utiliza para matar un pez por medio del corte y la devastación de su cordón espinal; aunque podría ser un procedimiento despiadado, es todo lo contrario: su trámite es ágil y crea el mínimo sufrimiento en el animal. La clavija perforadora o Ikejime es un método irreversible para eliminar a los peces mediante daño físico al cerebro. Se aplica insertando un clavo en el cerebro, sea manualmente, o usando equipo especialmente diseñado para destruir las funciones sensoriales y motrices. Una variante es el aturdimiento con aguja cautiva. (Viña magua., 2022).

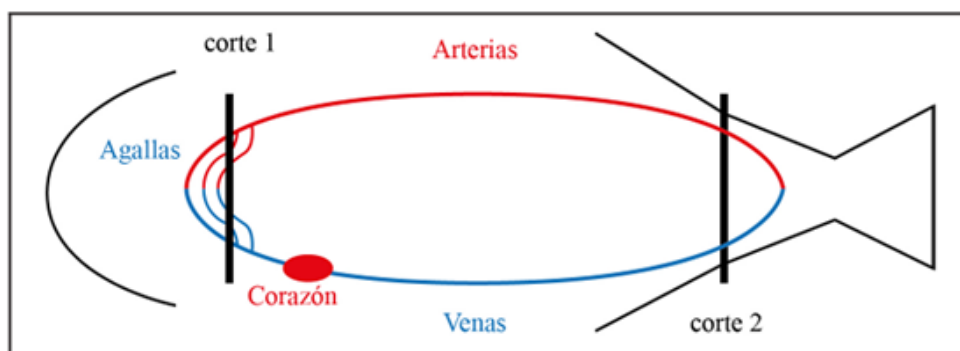


Figura 5. Medula espinal.

3.7 Análisis fisicoquímicos.

Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran. El análisis fisicoquímico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto en el desarrollo de otras ciencias como la bioquímica, la medicina y las ciencias farmacéuticas, por solo mencionar algunas (Ventura, 2020).

3.8 Análisis sensorial.

El análisis sensorial de alimentos es una disciplina científica y herramienta fundamental para la industria alimentaria, importante en el desarrollo de productos y/o para la evaluación de la calidad. Ciencia que a través de la vista, tacto, gusto, olfato y oído permite realizar una caracterización de acuerdo con los atributos que los alimentos poseen y con ello establecer los criterios de control de calidad, a su vez velar porque cumpla con las especificaciones establecidas (Velez, 2020).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación

En trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento Acuícola ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura, calle hacia Culmí, barrio El Espino, Catacamas, Olancho.



Figura 6. Planta de procesamiento acuícola, Facultad de Ciencias Tecnológicas.

4.2 Materia prima

En esta investigación se utilizaron 45 peces, la cual se obtuvieron de la sección de peces de la Universidad Nacional de agricultura, el resto de las materias primas como; aceite de oliva, sal, ajo, se obtuvieron del supermercado.

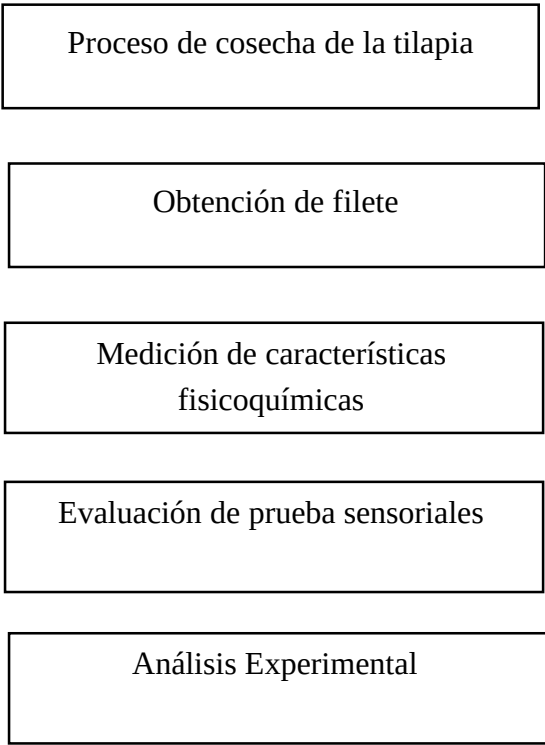
4.3 Materiales y equipo.

Tabla 4. Materiales y Equipo

Materiales	Equipo
Cuchillos	Balanza analítica (Ohaus)
Mesa de acero inoxidable	Estufa de gas (Mabe)
Olla	Ikejime (Xtrada)
Platos	Texturometro (TA Plus marca Lloyd)
Vasos	pHmetro (Ohaus)
Palillos	
Hielo	

4.4 Metodología

El proceso de investigación se llevó a cabo mediante 5 fases, donde se ejecutó diferentes actividades.



4.5 Descripción del proceso de cosecha tilapia

- **Captura de tilapia:** La captura de tilapia se realizó por la mañana. para evitar el estrés de la tilapia, se usó la red para captura de los peces con la ayuda del personal de apoyo del área acuícola. Una vez ya capturados se colocaron en un balde de agua y se midió el peso con una balanza analítica, (ohaus) antes del sacrificio y después del sacrificio de cada Tilapia.
- **Aturdimientos:** se realizaron los siguientes métodos de aturdimiento.
- **Golpe en la cabeza:** Se ejecutó aturdimiento por un golpe en la cabeza seguidamente se degollaron, después se dejaron desangrando por 30 segundos para el lavado nuevamente para retirar la sangre.
- **Enhielado:** Se aplicó aturdimiento por enhielado, los peces se sumergieron en agua con hielo a temperaturas inferiores a 0° Celsius, esto le provoco al pez una muerte por choque térmico.
- **Ikejime:** se insertó una aguja afilada y larga a través del cerebro del pez, interrumpiendo instantáneamente su actividad cerebral y causando la muerte rápida. Lo cual este proceso detiene los movimientos musculares involuntarios y reduce la liberación de hormonas del estrés.
- **Descamado:** Una vez las tilapias ya estén degolladas se procedió al retiro de escamas, y nuevamente se vuelve a lavar con agua las tilapias y los equipos utilizados.
- **Lavado:** Se lavaron los filetes con agua potable.
- **Fileteado:** Se hicieron cortes en el ángulo detrás de la cabeza hasta el corte del abdomen, luego cortar la espina dorsal con un cuchillo para retirar la cabeza.
- **Almacenado:** finalmente llevar a cabo el almacenamiento de las tilapias a temperatura de 0°C o bajo -3 °C.

4.6 Variables de estudios para el mejoramiento de la calidad de la carne de tilapia

4.6.1 Variables independientes:

La investigación se centra en comparar tres métodos de sacrificio de tilapia.

- Por percusión o golpe en la cabeza
- Enhielado
- Ikejime

4.6.2 Variables dependientes:

- **pH:**
 - ✓ Se seleccionó las muestras representativas de la carne de tilapia.
 - ✓ Se trituro la carne de tilapia para obtener una muestra homogénea.
 - ✓ Se preparó el pHmetro que este calibrado correctamente utilizando buffer de pH conocido. (por ejemplo, pH 4.0 y 7.0).
 - ✓ Se limpió el electrodo de pH con agua destilada.
 - ✓ Se colocó una porción de la muestra de carne de tilapia en un recipiente limpio.
 - ✓ Se agregó agua destilada en una proporción adecuada para crear una suspensión.
 - ✓ Se sumergió el electrodo de pHmetro en la suspensión y se esperó que la lectura se estableciera.
 - ✓ Se registraron los valores de pH.
 - ✓ Se limpió el electrodo del pHmetro con agua destilada para evitar la contaminación cruzada.
- **Textura:** En esta investigación se realizó un análisis de textura a la carne de

tilapia, se utilizó la fuerza de corte o fuerza de penetración.

- ✓ Se seleccionó la muestra de un filete de tilapia fresca y uniforme. Evitar muestra con espina o piel.
 - ✓ Se secó la superficie de la muestra con papel absorbente para eliminar exceso de agua.
 - ✓ Se realizó la configuración de texturómetro (TA XT Plus100): con una capacidad de 50 kg de fuerza, se seleccionó la prueba adecuada (dureza).
 - ✓ Se colocó la muestra en el soporte del texturómetro.
 - ✓ Se realizó la prueba, el texturómetro aplicó la fuerza específica a la muestra a través de una sonda y se registró las mediciones de la textura.
 - ✓ El texturómetro mostró los resultados de la prueba.
- **Rendimiento:** Para establecer los pesos corporales se utilizó una balanza analítica (Ohaus), Es importante medir el peso de la canal una vez que se ha sacrificado. Se obtuvo el peso total de la canal y peso de la carne, (se obtuvo el peso del filete de cada tilapia, para luego obtener el rendimiento de las tilapias.)

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{Peso de la carne}}{\text{Peso total de la canal}} \right) * 100$$

4.7 Evaluación sensorial

Se utilizó una escala hedónica de 1 a 7 donde se evaluó parámetros organolépticos (sabor, color, textura), se aplicó a 50 jueces no entrenados, los resultados se analizaron a través de programa de Infostat, con un nivel de significancia de 5%. (Ver anexo 1)

Tabla 5. Escala hedónica

Puntaje	Significado
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

4.7.1 Índice de aceptabilidad

Se calculó el índice de aceptabilidad de los diferentes tratamientos evaluados, en donde se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Índice de aceptabilidad: } \left(\frac{\text{Promedio de cada característica}}{\text{Valor máximo de escala hedónica}} \right) * 100$$

4.8 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, donde el factor de estudio es el método de aturdimientos (percusión, enhielado, Ikejime), en triplicado. Para el análisis de los datos, se utilizó un análisis de varianza y la prueba Tukey, se hizo uso del programa estadístico Infostat, con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 6. Cantidad de peces por tratamientos

Tratamientos	Cantidad de peces por tratamientos
Por golpe en la cabeza	15
Ikejime	15
Enhielado	15

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis fisicoquímicos en la carne de tilapia

En la siguiente tabla se muestra los resultados de pH de los diferentes métodos de aturdimiento en la tilapia.

Tabla 7. Parámetro pH en la carne de tilapia por distintos tratamientos

Tratamientos	pH
Golpe en la cabeza	6.15 ± 0.02^A
Ikejime	6.26 ± 0.02^B
Enhielado	6.73 ± 0.05^C

Letras distintas denota diferencia estadística según prueba de tukey (0.05)

Los resultados del análisis de pH reflejan un rango de 6 a 7, lo cual demuestra una acidez media, y así existiendo diferencia entre los tratamientos demostrando que T1 tuvo el resultado más bajo por su contra parte T3 obtuvo el pH más alto, dado que este mismo fue expuesto a un método de sacrificio con hielo, dando así un incremento notable en este tratamiento ($P=0.0001$)

El pH del pescado inmediatamente después de su captura es neutro, luego desciende a 6.2-6.5 para luego subir a 6.6-6.7. Este parámetro contribuye a la inestabilidad del pescado luego de su muerte porque estos valores de pH favorecen el desarrollo microbiano. (Paquirachin, 2022)

Textura (mediciones instrumentales)

Tabla 8. Fuerza máxima de corte en los filetes de tilapia en los diferentes métodos de aturdimiento.

Tratamientos	Fuerza máxima de corte
Golpe en cabeza	3.91±1.01 ^A
Ikejime	3.91±1.01 ^A
Enhielado	3.66±1.16 ^A

Letras distintas denota diferencia estadística según prueba de tukey (0.05)

Los resultados de mediciones instrumentales a través del uso de textura de perfil alimentaria (TPA) se muestran en la siguiente tabla, se le aplicó una fuerza máxima de cobertura (Newton), la hoja utiliza en esta investigación Meullenet ower razor shear blade, (se utilizó una celda de 50 Kg cuyo rango es de 20 Kg) para cuantificar dureza, en la relación con la textura medida el esfuerzo de corte, estadísticamente no presentó ninguna diferencia significativa.

Según (Fonseca, 2022) en contraste con estos resultados, en su estudio no reporta significancia en los métodos de aturdimiento utilizados (eléctrico, asfixia en el aire y asfixia con CO₂ ya que estos no afectaron las propiedades texturales de los filetes de trucha arcoíris.

5.2 Rendimiento en filete de tilapia de los diferentes métodos de aturdimiento.

Tabla 9. Rendimiento en filete de la carne de tilapia con diferentes métodos de aturdimiento.

Métodos de aturdimientos	Especie	Rendimiento
Golpe en cabeza	<i>O. Niloticus</i>	30%
Ikejime	<i>O. Niloticus</i>	36%
Enhielado	<i>O. Niloticus</i>	28%

En la **Tabla 9.** se muestra los resultados del rendimiento en filete de la carne de tilapia con diferentes métodos de aturdimiento. Se obtuvo un rendimiento entre 28 y 36%, el menor corresponde al tratamiento de Enhielado y el mayor valor fue obtenido mediante el tratamiento Ikejime al 36% mientras que el método de aturdimiento de Golpe de cabeza se mantuvo con un rendimiento aceptable de 30%.

El rendimiento del filete depende de factores como peso corporal, condición sexual, características morfométricas, técnica de procesamiento, métodos de fileteado y eficiencia del fileteador, siendo este último factor el de mayor incidencia en el rendimiento final del procesamiento para los peces. Un rendimiento aceptable de los filetes según debe ser entre 30 y 35% (Carranza Espinal, 2019).

5.3 Evaluación sensorial en filete de tilapia con los diferentes métodos aturdimiento.

En la siguiente tabla se muestra los resultados de características organolépticas (color)

Tabla 10. Parámetro color en filete de tilapia

Tratamientos	Color
Golpe en la cabeza	5.32±1.48 ^A
Ikejime	5.96±1.11 ^B
Enhielado	5,76±1.19 ^{AB}

Letras distintas denota diferencia estadística según prueba de tukey (0.05)

Los resultados reflejan una diferencia notable entre tratamientos, donde T1 obtuvo una mayor aceptación, demos tratando una igualdad con T3 y al mismo tiempo T2 refleja igualdad estadística con T3, dando así que T3 (aturdido con hielo) es semejante a los demás tratamientos (P=0.0382).

El segundo aspecto, desde el punto vista, los métodos de aturdimiento mostraron diferentes colores en los tratamientos antes mencionados; Por lo tanto, el sacrificio de

golpe en la cabeza e ikejime mantuvo una coloración normal; mientras que, el enhielado, en el cuerpo del pez, muestra tonos rojizos en el área abierta del filete, como se mostró en las figuras de los anexos 12,13 y 14.

En la siguiente tabla se muestra las características organolépticas (sabor)

Tabla 11. Parámetro sabor en filete de tilapia

Tratamientos	Sabor
Golpe en la cabeza	5.62±1.47 ^A
Ikejime	5.84±1.38 ^A
Enhielado	5.86±1.44 ^A

Letras distintas denota diferencia estadística según prueba de tukey (0.05)

El atributo de sabor demostró una igualdad entre los tres tratamientos denotando que, sin importar el tipo de sacrificio, no demuestra ninguna variación entre los tratamientos (P=0.0083).

Según (Salazar-Duque, 2019), para el atributo sabor, no existen diferencias significativas, ya que los valores de significancia son mayores a 0.05.

En la siguiente tabla se muestra las características organolépticas (textura)

Tabla 12. Parámetro textura en filete de tilapia

Tratamientos	Textura
Golpe en la cabeza	5.86±1.29 ^A
Ikejime	6.02±1.04 ^A
Enhielado	5.88±1.45 ^A

Letras distintas denota diferencia estadística según prueba de tukey (0.05)

Se demostró que sin importar el método de aturdimiento no afecta la variable de textura, dando como resultado que ninguno de los tres tratamientos muestra diferencia significativa ($P=0.7913$). No se encuentran diferencias significativas en la calidad de la carne de pescado comparando las tres técnicas. La técnica de congelación obtiene resultados positivos (sin ser significativos); por lo tanto, señalaba que la técnica de sacrificio Ikejime es el procedimiento más adecuado para las preparaciones culinarias (Duque, 2019).

5. 4 Índice de aceptabilidad de los atributos (color, sabor y textura)

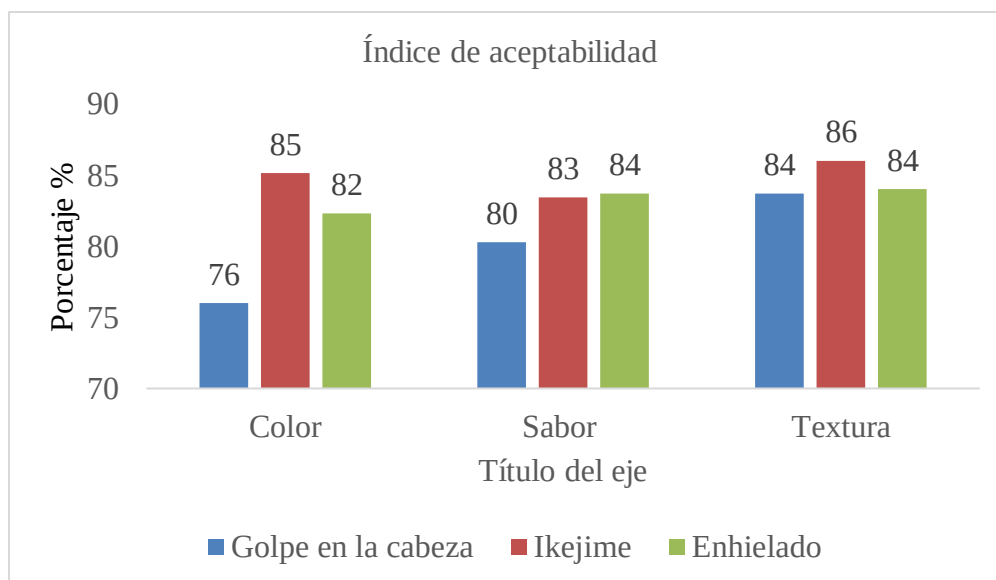


Figura 7. Índice de aceptabilidad de los atributos

En la figura 7. se muestra los resultados del índice de aceptabilidad de los métodos de sacrificio utilizados, en donde el método utilizando el Ikejime obtuvo mayor porcentaje en cuanto al color y la textura, en cuanto al sabor el que obtuvo mayor porcentaje fue el enhielado, lo que la diferencia entre el Ikejime es de 1%, el método por golpe en la cabeza, fue el que obtuvo los porcentajes menores para los diferentes atributos evaluados. Así mismo esto indica que los tres diferentes métodos contienen el índice de aceptabilidad mayor de 70% por lo cual estos métodos no influyen negativamente en la aceptación sensorial.

VI. CONCLUSIONES

La investigación permitió implementar tres técnicas de aturdimiento que, aunque distintas en procedimiento y efecto sobre el animal, demostrando ser viables para la industria acuícola.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos mostraron diferencias significativas entre los métodos. El aturdimiento por Ikejime mantuvo un pH más estable y presentó un rendimiento superior (36%) en comparación con el golpe en la cabeza y el método de enhielado. Además, no se hallaron diferencias significativas en la en textura entre los tratamientos, lo cual sugiere que, aunque la técnica Ikejime mejora el rendimiento, no afecta negativamente.

No se encontraron diferencias significativas entre los tres métodos de sabor. Los resultados indicaron que, independientemente del tipo de aturdimiento utilizado, el sabor de la carne de tilapia se mantuvo estable y fue igualmente aceptado por los evaluadores, esto sugiere que el sabor no se ve afectado por el método de aturdimiento.

Se observaron diferencias notables en el color de los filetes entre los tratamientos. El método de Ikejime obtuvo la mejor aceptación visual en términos de color, mostrando un tono más atractivo en comparación con otros métodos. Esta diferencia en el color podría deberse a la reducción de estrés en el pez al momento del sacrificio, lo cual preserva la apariencia natural de la carne.

No hubo diferencias significativas en la percepción de la textura entre los métodos. Los evaluadores percibieron una textura similar en los filetes de tilapia, independientemente del tipo de sacrificio, lo que indica que ninguno de los métodos afecta de manera notable este atributo.

VII. RECOMENDACIONES

Considerando los beneficios observados en términos de pH estable, rendimiento en filete y mejor calidad sensorial en comparación con otros métodos, se recomienda promover la técnica de Ikejime en la industria acuícola, especialmente en cultivos de tilapia. Esto no solo podría mejorar la calidad del producto final, sino también contribuir al bienestar animal.

Dado que la técnica Ikejime requiere habilidades específicas para su correcta aplicación, es recomendable quien aplique el método de sacrificio, reciban capacitación para aplicar esta técnica adecuadamente. Esto garantizaría no solo la calidad de la carne de tilapia, sino un proceso más humanitario para el sacrificio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarenga, M. (2021) Desempeño productivo de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en etapa de pre-engorde con alimento balanceado biostimulado. Honduras.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/95063d01-dd49-44f5-add3-55ff5b5a13f5/content>

Altamirano, V, Meza, Y. (2020) Manual de bioseguridad para granjas piscícolas de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Managua, Nicaragua.

<https://repositorio.una.edu.ni/4386/1/tnm01a465.pdf>

Burad, A. (2021). Tamaño óptimo de granja en el cultivo de engorde de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). En la especialidad de biología marina. Yucatán, México.

<https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3628/ssit0016702.pdf?sequence=1&isallowed=y>.

Botero Silva, D. A., López Ardila, D. E., & Hurtado Azuero, S. L. (2023). Diseño e implementación de una planta procesadora de tilapia propescol en el departamento del Huila, Colombia. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/83

Carranza Espinal, E, O. (2019). Rendimiento corporal de especies nativos de Golfo de Fonseca de Honduras.

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/189/1891192005/1891192005.pdf>.

Costavalo J. (2021) Composición química y enzimas digestivas en juveniles tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* *Oreochromis niloticus*) alimentados con b-glucano en dietas. Ingeniería agropecuaria. Quevedo los ríos Ecuador.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cf853fed-0337-4b32-aded-fb7d7f93db1c/content>

.

Colquechambi, F. (2022). Construcción de estanques para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con enfoque comercial en el distrito quina mara. municipio de San Pedro de buena vista norte de potosí.

<http://ddigital.umss.edu.bo/bitstream/123456789/36408/1/5.%20colque%20chambi%20barrios%20franklin%20trabajo%20final.pdf>

Castillo, M. (2020). Manejo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la granja demostrativa de cultivo de peces de la Universidad nacional agraria septiembre, marzo.

<https://repositorio.una.edu.ni/4353/1/tnm01c352.pdf>

Déleg Alay, P.V. (2022) Revisión de los impactos ecológicos del cultivo de peces en jaulas en el ecuador (trabajo de titulación). UTMACH, Facultad De ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19856>

Floriano, J., Guevara, A., y Zafra, A. (2023) Crianza de tilapia *Oreochromis niloticus* en sistema Ras bajo dos densidades a menor escala, REBIOL, 43(1), 53-64.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/5465/5610>

Fonseca, L. d. (2022). Evaluación de los cambios fisiológicos del músculo y fisicoquímicos de la carne de pescado sometidos a diferentes métodos de aturdimientos.

<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/3fa071f0-ca1a-4f85-a4b8-1c661f48077c/250590.pdf>

Ganoza, F, Prieto, C, Álvarez, J, Dibucho, O, Gonzales, L. (2021) Guía para obtención de alevines de tilapia en ambiente controlado (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis spp.* Tilapia roja). <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3528>

Loor. R, Founes, E. (2024) Propuesta de optimización de los procesos de producción en una granja de tilapia ubicada en la ciudad de Guayaquil.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27646/1/UPS-GT005087.pdf>

Luna, H. (2022). Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Pisco Perú.

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9513ea8f-5f9c-49e8-850b->

[17b9d79530ee/content](#)

López, J. (2023). Evaluación biológica y zootécnica del transporte de crías de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). La Paz Baja California.

http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3163/lopez_j%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, M (2022). Manejo de cultivo de tilapia.

<https://www.crc.uri.edu/download/manejo-del-cultivo-de-tilapia-cidea.pdf>

Méndez, A. J. (2021). Tamaño óptimo de granja en el cultivo de engorde a de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) Yucatán, México.

<https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3628/SSIT0016702.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Méndez, J. A. (2021). Análisis de calidad de agua en estanque de cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en dos sustratos en granja acuícola- Universidad nacional Agraria, Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnm12o74.pdf>

Parra, S. (2023). Aprovechamiento de la carne de tilapia *Oreochromis niloticus* en la elaboración de embutido, desarrollo en la Universidad nacional agraria usando como referente la NTON O3 103-16. Managua, Nicaragua.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02p259.pdf>

Paquiachin, E A. (2022) Vida útil de filete de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con recubrimiento bioactivo incorporando aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y almacenados refrigeración

[https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/425/1/Aguilar PE Guamuro FAM.pdf](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/425/1/Aguilar_PE_Guamuro_FAM.pdf)

Ramírez, J. Uresti, M. Aldana, M. Loarca P. (2019). Avances en ciencia y tecnología alimentaria en México.

https://www.researchgate.net/profile/rociouresti/publication/270050418_avances_en_ciencia_y_tecnologia_alimentaria_en_mexico/links/5d166345458515c11c00874b/avances-en-ciencia-y-tecnologia-alimentaria-en-mexico.pdf#page=355.

Ramírez, L, Ruvalcaba, N, Aguilar S, Solís, G. (2022). Programa de estudios de la carrera técnica acuacultura.

<https://dgetaycm.sep.gob.mx/storage/recursos/2024/02/BxhPtUMmry-Programa%20de%20Acuacultura.pdf>

Salazar-Duque, D, H. (2019). Mejoramiento de la calidad en la carne de truchas arcoíris mediante la técnica de sacrificio Ikejime.

https://www.researchgate.net/publication/331092702_Mejoramiento_de_la_calidad_en_la_carne_de_la_trucha_arcoiris_mediante_la_tecnica_de_sacrificio_Ikejime_caso_Ecuador

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2022. Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589. FAO, Roma.
<https://doi.org/10.4060/i4021es>

Velez, A. (2020). Determinación de la aceptación de los alimentos con consumidores mediante análisis sensorial.

<https://repositorio.uco.edu.co/server/api/core/bitstreams/91d57426-e69c-4f6f-915e-86580ff13591/content>

Viñamagua, M, Dayana, S (2022). Estudio de la carne de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante técnica de sacrificio. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18117>

Ventura, L. (2020). Manual de práctica de Análisis de Alimentos.

<https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>.

Mejía Suguey, V, (2023) Estimación del cumplimiento de buenas prácticas acuícolas (BPA) utilizadas en el plan de manejo para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por productores en el municipio malpaisollo. <http://repositorio.ucc.edu.ni/id/eprint/1190>

IX. ANEXOS

8.1 Formato de evaluación sensorial

Universidad Nacional de Agricultura
Facultad de ciencias tecnológicas



Fecha: ____/____/____

Edad: ____

Sexo: F ____ M: ____

Indicaciones:

Por favor enjuague su boca antes de probar cada una de las muestras que se le presenta, indique su nivel de agrado marcando con una X en la casilla en blanco.

Puntaje	Significado
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
Color							
Sabor							
Textura							

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua para eliminar el sabor de la muestra anterior.

Comparación de los métodos de sacrificio



Figura 8. Equipo Ikejime



Figura 9. Método Golpe en cabeza



Figura 10. Método Enhielado



Figura 11. Método de Ikejime



Figura12. Método Golpe en cabeza



Figura 13. Método Enhielado



Figura 14. Método Ikejime



Figura 15. Análisis de pH en carne

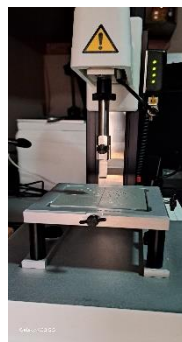


Figura 16 Análisis de textura en filete

Rendimiento en filete de tilapia



Figura 17 Peso en inicial



Figura 18. Fileteado



Figura 19. Despielado



Figura 20. Peso final de filete



Figura 21 Evaluación sensorial