

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FILETES DE PESCADO
MEDIANTE DISTINTAS TÉCNICAS DE SACRIFICIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA
COSTERA

MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

Brandon Escárcega Miranda

Ensenada, Baja California, México

junio 2023

Asunto: Voto aprobatorio sobre trabajo
de tesis de grado de Maestría

Dra. Adriana G. González Silvera
Coordinadora de Investigación y
Posgrado, F.C.M.
Presente

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el estudiante **Brandon Escárcega Miranda**, para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Oceanografía Costera**, me permito comunicarle que he dado mi voto **Aprobatorio**, sobre su trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FILETES DE PESCADO MEDIANTE DISTINTAS TÉCNICAS DE SACRIFICIO.

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de usted.

Ensenada, B. C., a 6 de junio de 2023



Dr. José Alberto Zepeda Domínguez
Director de tesis

c.c.p. Expediente

Asunto: Voto aprobatorio sobre trabajo
de tesis de grado de Maestría

Dra. Adriana G. González Silvera
Coordinadora de Investigación y
Posgrado, F.C.M.
Presente

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el estudiante **Brandon Escárcega Miranda**, para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Oceanografía Costera**, me permito comunicarle que he dado mi voto **Aprobatorio**, sobre su trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FILETES DE PESCADO MEDIANTE DISTINTAS TÉCNICAS DE SACRIFICIO.

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de usted.

Ensenada, B. C., a 6 de junio de 2023



Dr. Mario Alberto Galaviz Espinoza
Co-Director de tesis

c.c.p. Expediente

Asunto: Voto aprobatorio sobre trabajo
de tesis de grado de Maestría

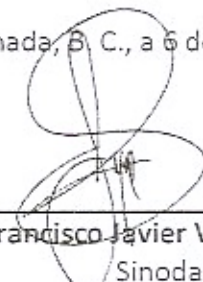
Dra. Adriana G. González Silvera
Coordinadora de Investigación y
Posgrado, F.C.M.
Presente

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el estudiante **Brandon Escárcega Miranda**, para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Oceanografía Costera**, me permito comunicarle que he dado mi voto **Aprobatorio**, sobre su trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FILETES DE PESCADO MEDIANTE DISTINTAS TÉCNICAS DE SACRIFICIO.

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de usted.

Ensenada, B. C., a 6 de junio de 2023



Dr. Francisco Javier Vergara Solana
Sinodal

c.c.p. Expediente

Resumen

Uno de los principales cuellos de botella para comercializar productos pesqueros de origen marino se presenta al momento de cuidar la calidad, esta misma está ligada a la oferta y demanda que exige el mercado al momento de ofrecer un producto para su comercialización. Es por tal motivo, en el presente trabajo se realizaron tres métodos de sacrificio para peces (Tratamiento 1 asfixia, Tratamiento 2 shock térmico y Tratamiento 3 *ike jime*), con el fin de evaluar la calidad del producto a través de los sentidos mediante pruebas sensoriales dirigidas directo al consumidor, esto para diferenciar calidades entre los tratamientos, así como evaluar el perfil nutricional y viabilidad financiera. Las preferencias por los comensales para los atributos de calidad se presentaron en su mayoría para el método de sacrificio *ike jime* en comparación con los métodos de asfixia y shock térmico. La calidad nutricional de los filetes sacrificados por los diferentes métodos de sacrificio mostro que los pescados sacrificados por *ike jime* mantiene por más tiempo los niveles de proteína y lípidos en el producto manteniendo la calidad del producto. Así mismo, la viabilidad financiera para la pesca tradicional y con *ike jime* resultaron ser ambas rentables, sin embargo, *ike jime* presento una rentabilidad de un 209.21% superior que la pesca tradicional. Con base a los resultados del presente estudio, el utilizar *ike jime* como método de sacrificio resulta mejor en cuanto a los atributos de calidad del filete, lo que se traduce en una mejor rentabilidad por viaje de pesca.

Palabras clave: Valor agregado, Manejo basado en incentivos, Trazabilidad, Red de suministro.

Abstract

One of the main bottlenecks in the commercialization of marine fishery products is quality, which is linked to the supply and demand required by the market at the time of offering a product for commercialization. For this reason, in the present work three methods of fish slaughter (Treatment 1 asphyxiation, Treatment 2 thermal shock and Treatment 3 *ike jime*) were carried out in order to evaluate the quality of the product through the senses by means of sensory tests aimed directly at the consumer, to differentiate qualities among the treatments, as well as to evaluate the nutritional profile and financial viability. The preferences by diners for quality attributes were mostly for the *ike jime* slaughter method compared to the asphyxia and thermal shock methods. The nutritional quality of fillets slaughtered by the different slaughtering methods showed that fish slaughtered by *ike jime* maintained protein and lipid levels in the product longer and maintained product quality. Likewise, the financial viability for traditional and *ike jime* fishing were both profitable; however, *ike jime* showed a 209.21% higher profitability than traditional fishing. Based on the results of this study, using *ike jime* as a slaughter method is better in terms of fillet quality attributes, which translates into better profitability per fishing trip.

Keywords: Value added, Incentive based management, Traceability, Supply network

Dedicatoria

El presente trabajo de tesis va dedicado directamente a mi familia, en especial a mis padres, a mi madre Olympia Miranda y su esposo Alfonso Garzón por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación académica y enseñarme a tener metas en la vida, guiándome a ser siempre una persona de bien. A mi padre Tomas Escárcega por todo el amor, cariño y comprensión que pudiste brindarme durante la vida que pudiste compartirme, siempre apoyándome con el camino que fui dándole a mi vida, aunque ya no estés conmigo, vivirás siempre en mis recuerdos y mi esfuerzo será tu esfuerzo y mi éxito tu éxito.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Baja California por poseer un rendimiento académico excelente el cual me permitió culminar mi carrera con satisfacción.

A la Facultad de Ciencias Marinas por permitirme estudiar un posgrado de calidad, con un personal académico y administrativo siempre dispuestos a ayudar, creando siempre un ambiente de calidad y armonía.

Al CONAHCYT por haberme apoyado con la beca económica de posgrado para realizar la presente tesis.

Gracias a mi director de tesis Dr. Jose Alberto Zepeda Domínguez por permitirme ser su estudiante y enseñarme sobre sostenibilidad de pesquerías, siempre dispuesto a resolver mis dudas un carácter tranquilo y paciente.

A los miembros del comité por la revisión del presente trabajo, al Dr. Mario Alberto Galaviz Espinoza y al Dr. Francisco Javier Vergara Solana, gracias por siempre tomarse el tiempo de resolver mis dudas y brindarme sus conocimientos.

A todos mis hermanos por siempre alentarme a terminar una carrera académica.

Gracias al personal de la comercializadora el Sargazo, en especial a Julio Mercado, por el apoyo que me brindaste para la obtención de mis muestras y compartirme tus conocimientos.

A mi Tío Miguel Ortiz, por siempre enseñarme a trabajar con entusiasmo y esfuerzo, herramientas muy importantes que me ayudara a triunfar a lo largo de mi vida.

Al Oc. Antonio Venegas, por siempre compartirme sus conocimientos y experiencias que me ayudaran a lo largo de mi formación tanto académica como laboral.

A *Cangrejo's SportFishing and Spearfishing*, *Baja Omakase* y Manzanilla por estar dispuestos apoyar mi trabajo y permitirme desarrollar mi proyecto de tesis.

Índice General

Resumen	ii
Abstract.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas	xi
1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
3. Justificación	7
4. Hipótesis.....	7
5. Objetivo General	7
5.1. Objetivos específicos.....	8
6. Metodología:.....	8
6.1. Selección de especie	8
6.2. Técnicas de sacrificio	11
6.2.1. Aturdimiento	14
6.2.2. Desangrado.....	15
6.2.3. <i>Shinkei jime</i>	16
6.3 Conservación.....	18
6.4 Tiempos de muerte	19
6.5 Aceptación de filetes de <i>S. lalandi</i>	19
6.5.1 Degustación.....	19

6.6. Evaluación sensorial y prueba de aceptabilidad	26
7.1. Análisis proximales	27
7.1.1 Proteína	27
7.1.2. Lípidos totales	28
7.1.3. Humedad	28
7.1.4. Cenizas	28
8. Comparación de la relación costo-beneficio de ambos tipos de sacrificio	29
9. Análisis estadístico	30
10. Resultados	31
10.1 Valoración tiempo de muerte	31
10.2 Pruebas orientadas al consumidor	32
10.3 Perfil nutricional de los distintos filetes de pescado al ser sacrificados mediante distintos métodos de sacrificio	44
10.3.1 Nutrición	44
10.4 Evaluar la viabilidad técnico-financiera del sacrificio con la técnica de ike Jime para las especies utilizadas.	47
11. Discusión	51
12. Conclusiones	57
13 Referencias	59

Índice de Figuras

Figura 1. Poblado de bahía de los ángeles, Baja California, México.	10
Figura 2. Ejemplares sacrificados por asfixia colocados en compartimento especial para pescado de la embarcación con hielo peletizado.	11
Figura 3. Ejemplares sacrificados por medio de shock térmico medido con un termómetro (<i>Digital Update International</i> THDP-450).	13
Figura 4. Punzón de acero inoxidable (A) y kit de <i>ike ime</i> diseñado en Fukuoka Japón por <i>Lumica Corp</i> (B).	14
Figura 5. Perforación del cerebro al identificar su ubicación (A), vista lateral y dorsal de localización externa del cerebro (B y C) y vista lateral y dorsal de localización de masa cerebral a través de rayos X en <i>S. lalandi</i> (D y E).	15
Figura 6. Cortes de arterias principales en branquias (A) y aleta caudal para el desangrado ideal (B).	16
Figura 7. Destrucción del canal nervioso mediante la técnica de sacrificio <i>shinkeijime</i>	17
Figura 8. Empaque y conservación con hielo de los ejemplares sacrificados mediante las distintas técnicas de sacrificio.	18
Figura 9. Registro de peso de cada ejemplar para posteriormente ser sometido a preparación.	20
Figura 10. Lomos de <i>S. lalandi</i> sacrificados por asfixia (A), shock térmico (B) e <i>ike jime</i> (C).	21
Figura 11. Presentación de cada muestra de filete para evaluación de los atributos sensoriales.	22
Figura 12. Capacitación para la identificación de las cualidades ideales para identificar un filete de calidad con personal del restaurante Manzanilla, Ensenada, Baja california.	23
Figura 13. Evaluación de los atributos sensoriales del dps 3 con alumnos y profesores de la Facultad de Ciencias Marinas elegidos al azar.	24

Figura 14. Evaluación de los atributos sensoriales del dps 7 en el restaurante <i>Baja Omakase</i> en el Valle de Guadalupe en Ensenada, Baja California, con la participación de clientes elegidos al azar.	25
Figura 15. Evaluación de los atributos sensoriales al dps 13 con el personal de cocina del restaurante Manzanilla Ensenada, Baja California.	26
Figura 16. Evaluación general de los atributos del filete (lomo superior) al dps 3 (n=15).	33
Figura 17. Evaluación por atributo atributos del filete (lomo superior) al dps 3 (n=15).	34
Figura 18. Evaluación de los atributos del filete (lomo superior) al dps 7 (n=12).	35
Figura 19. Evaluación por atributo del filete (lomo superior) al dps 7 (n=12).	36
Figura 20. Evaluación general de los atributos del filete (lomo superior) al dps 13 (n=7).	37
Figura 21. Evaluación por atributo del filete (lomo superior) al dps 13 (n=7).	38
Figura 22. Evaluación general de los atributos del filete (lomo inferior) al dps 3 (n=15).	39
Figura 23. Evaluación por atributo del filete (lomo inferior) al dps 3 (n=15).	40
Figura 24. Evaluación general de los atributos de filete (lomo inferior) al dps 7 (n=12).	41
Figura 25. Evaluación por atributo del filete (lomo inferior) al dps 7 (n=12).	42
Figura 26. Evaluación general de los atributos de filete (lomo inferior) al dps 13 (n=7).	43
Figura 27. Evaluación por atributo de filete (lomo inferior) al dps 13 (n=7).	44
Figura 28. Curvas de isobeneficio para la captura y precio de venta para la pesca de escama en bahía de los ángeles, <i>ike jime</i> (punto gris) y pesca tradicional (punto amarillo).	51

Índice de Tablas

Tabla I. valoración de los tiempos de muertes para para sacrificio de peces (Salazar-Duque et al., 2019).	19
Tabla II. Valoración de los tiempos de muerte de los distintos organismos utilizados en el presente estudio de acuerdo a (modificado de Salazar-Duque et al., 2019).	32
Tabla III. Composiciones bioquímicas de los tratamientos experimentales.	46
Tabla IV. Valores promedio de variables de operación de embarcaciones para pesca de escama en Bahía de los Ángeles, para cada una de las estrategias de sacrificio empleadas.....	48
Tabla V. Valores promedio de precios de jurel de castilla (<i>S. lalandi</i>) sacrificado con ike jime y con pesca tradicional pagados al pescador en plantas procesadoras en Ensenada Baja California.....	48
Tabla VI. Estimación de ingresos y renta por embarcación para pesca de escama aplicando ike jime en bahía de los ángeles.	49
Tabla VII. Estimación de ingresos y renta por embarcación para pesca de escama para pesca tradicional.	49

1. Introducción

En las pesquerías, la mala manipulación de las capturas afecta las propiedades organolépticas de estos productos. Los peces al ser capturados sufren estímulos nerviosos denominados movimientos en anoxia, lo cual tiene como resultado la producción de ácido láctico en el músculo (Ando *et al.*, 2002). El ácido láctico produce efectos negativos relativos a la calidad del producto, como un sabor metálico desagradable; disminuye el pH de la carne, lo que acelera la descomposición del adenosin trifosfato (ATP). El ATP se produce principalmente en células musculares, iniciando la descomposición temprana del músculo, pasando de estar relajado a rígido e inflexible (*rigor mortis*), esto debido al agotamiento de energía, relacionado con los procesos después de la muerte (*post-mortem*) del músculo, generando el olor característico relacionado con el pescado (Nakayama *et al.*, 1999). Por lo tanto, a través del buen manejo de las capturas se busca preservar la calidad de los peces capturados para mantener su valor.

La palabra *calidad* es ampliamente utilizada con muchos significados. Dentro de los factores más importantes que se consideran en la industria pesquera, el término *pescado de calidad* se relaciona comúnmente con las tallas y la apariencia del producto, lo que hace que las especies presenten comparativamente mayor valor comercial en el mercado (Addis *et al.*, 2012). Los cambios bioquímicos, físicos y microbiológicos que ocurren tras la muerte de un pescado, originan la pérdida de la frescura y un deterioro en la calidad general, *ergo*, se reduce su precio (Ando *et al.*, 2002).

Las características que determinan la calidad son dependientes del tipo de especie, el manejo, las condiciones de almacenamiento y conservación, así como los signos externos en cuanto al deterioro en el pescado se perciben a través de los órganos de los sentidos, los cuales se le denominan cambios sensoriales y pueden ser apreciados fácilmente por los consumidores (Pons-Sánchez-Cascado *et al.*, 2006). Los métodos organolépticos o sensoriales evalúan las características del pescado como el aspecto, textura, color y olor, siendo los más utilizados en las inspecciones de los puertos y mercados para inspeccionar la calidad e idoneidad para decidir la adquisición y compra (Santaella *et al.*, 2012).

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar las reacciones sobre las características de los alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos como la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Santaella *et al.*, 2012). Esta disciplina comprende distintas técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos, intentando aislar las propiedades sensoriales y aportar información para la toma de decisiones relacionada con los productos (e.g., determinar precios, desarrollar nuevas presentaciones, evaluar nuevos mercados) (Lawless y Heymann, 2010).

Existen varias alternativas para preservar la calidad del pescado, entre las principales se encuentran algunas desarrolladas previo a la época industrial, como preservar las capturas en hielo debido a que es inocuo y por lo general relativamente barato. El hielo puede mantener una temperatura constante y mantiene al pescado húmedo a una temperatura de 1 a 4 °C (FAO, 1995). Otra forma de preservar los pescados es el proceso de utilizar agua a bajas temperaturas, ya sea con barras de hielo, molido o bien líquido (agua nieve) (Pamitran *et al.*, 2013). En Japón además

se utiliza un método conocido como punción cerebral (*ike jime*), (Nakayama *et al.*, 1999). Esta técnica de sacrificio consiste en un pinchazo en el cerebro, desangrado a través de cortes en las arterias principales y la destrucción de la médula espinal empleando un alambre de acero inoxidable (Poli *et al.*, 2005). El *Ike jime* preserva el sabor y textura mejorando la calidad, esta técnica también ayuda a mantener la frescura del producto, pero además evita el sufrimiento del organismo. Estas características del músculo son apreciadas para la preparación de cortes en crudo (e.g., *Sashimi*) (Nakayama *et al.*, 1996). Este método además mantiene la frescura del pescado durante un mayor periodo.

A pesar de los beneficios de este método de sacrificio y su difusión (principalmente en países asiáticos) existen pocos estudios técnicos de este método de sacrificio y su relación con la frescura y calidad de los pescados en México. Para algunas culturas, la frescura de los productos pesqueros es un factor muy importante en cuanto a la preferencia para el consumo. En Japón, el *Sashimi* es un término utilizado para la carne cruda de pescados que ha ganado un reconocimiento mundial (Lee *et al.*, 2021). Debido a este rápido crecimiento de popularidad, el consumo de pescado crudo ha aumentado de manera significativa en todo el mundo, por lo que obtener un platillo *sashimi* de calidad es necesario un pescado que conserve la frescura en óptimas condiciones (Lehel *et al.*, 2020).

La frescura en los filetes de pescado es un factor muy importante para el consumo pues se relaciona con el sabor, textura y aroma de este, debido a que estas propiedades dependen en gran medida de las condiciones de las células musculares de los peces después del sacrificio, la supresión del estrés fisiológico, son factores importantes para preservar la frescura (Harada, 1988).

También, hay razones económicas y comerciales para la utilización de métodos que ocasionen menor estrés en los organismos de consumo; el mal manejo en cuanto al sacrificio de un pescado resulta en carne de menor calidad (Ando *et al.*, 2001). Es decir, preservar la frescura de los productos pesqueros es un incentivo a que el precio sea mejorado. Por otra parte, algunos sectores de distribución y comercio exigen cada vez más garantías de calidad, inocuidad e inclusión de bienestar en cuanto a los procedimientos de sacrificio de los peces, tanto para los producidos por acuicultura como los silvestres (Ribas *et al.*, 2007).

El paradigma del bienestar animal tradicionalmente se ha centrado en mantener la salud física con la finalidad de mitigar los efectos negativos que sufren los organismos al momento de ser capturados para su sacrificio, o bien en el caso de la acuicultura mantener a los organismos en buenas condiciones (*i.e.*, cuidando las densidades, la calidad del agua y del alimento) durante la engorda. De manera reciente ha sido reconocido en el mundo la importancia de incorporar de manera directa medidas que promuevan el bienestar animal hasta su sacrificio (Iwama, 2007; Franks *et al.*, 2021). Esto para que el producto ofrecido tenga una mejor aceptación en el mercado, pues el buen manejo para garantizar el bienestar animal ofrece un producto con mayor aceptación.

2. Antecedentes

Baja California (BC) es un estado que cuenta con una gran productividad pesquera. Además de contar con litorales en el pacífico norte como en el alto Golfo de California, presentando características biofísicas únicas y distintas entre sí, esta

variedad ambiental ocasiona que los pescadores del estado tengan un acceso a la gran diversidad de especies de peces, moluscos, crustáceos, equinodermos y algas (SEPESCA, 2018). BC se encuentra dentro de los cinco principales productores pesqueros del país. Para el caso de peces de escama, la producción en el 2021 rondó las 135 mil toneladas (CONAPESCA, 2021). En algunas ocasiones los precios determinados por el mercado pueden presentar problemas para los pescadores, debido a que el precio puede estar por debajo de lo necesario para cubrir con los costos de operación. Esto debido a la falta de integración del sector para mejorar el valor agregado de los recursos pesqueros y mejorar la diversidad y presentación de los productos ofrecidos al mercado, convirtiéndose en tomadores de precio (Montoya Robles, 2013).

Los métodos de sacrificio de los peces capturados mediante las pesquerías artesanales son comúnmente los utilizados como hielo, aguanieve, asfixia, procedimientos que afectan la calidad del producto al momento de ser comercializado, y por ende afecta el valor económico, se ha demostrado que existen otras formas de sacrificar a los peces capturados que ayudan a dar un realce al valor económico del producto entre estos métodos se encuentra el *ike jime* que ha sido una herramienta empleada ampliamente en pesca de pelágicos mayores de alto valor como los atunes aleta azul (Salman et al., 2009).

Existen diversos autores que han documentado los efectos del *ike jime* sobre la calidad de distintos pescados. Se ha observado que el efecto de la destrucción de la médula espinal en *Seriola quinqueridata* y *Pagrus major* redujo el efecto del rigor-mortis y el consumo de ATP (Ando et al., 1996). A diferencia de *Paralichthys olivaceus* donde el efecto el efecto del *rigor mortis* fue menor en el grupo control.

Por otra parte, Arroyo Mora y colaboradores (2007) observaron que las quemaduras en el músculo (yake), el cual se expresa con la disminución del pH, aumento de ácido láctico y un agotamiento acelerado de ATP, presentando palidez y ablandamiento del músculo en *Seriola quinqueridata*, se reducía mediante el sacrificio a través de la destrucción de la médula espinal. Nakayama y colaboradores (1999) encontraron que en *Pagrus major* el desgaste energético del músculo era menor mediante el sacrificio a través de la destrucción de la médula espinal. Ando y colaboradores (2001). Tuvieron como resultado que en *Scomber japincus* la resistencia a la ruptura del músculo se mantenía en organismos decapitados a diferencia a los sacrificados por anoxia. Salazar-Duque *et al.* (2019) presentaron en *Oncorhynchus mykiss* diferencias no significativas en cuanto a evaluaciones sensoriales en cuanto a olor, sabor y textura mediante la técnica de *ike jime*, en comparación con los métodos de sacrificio por asfixia y congelación. Sin embargo, la técnica *ike jime* presentó mejores resultados en cuanto a los tiempos de muerte del organismo, concluyendo que desde la perspectiva del bienestar animal es la técnica más idónea para sacrificar esta especie.

El *ike jime* ha surgido como una opción que agrega valor a la captura, mejorando la calidad de la carne de los peces incrementando con ello el precio de venta, incrementando así la rentabilidad de la actividad (Robb, 2002). Es por ello que en la presente tesis se evalúa la calidad de filetes de jurel de castilla *Seriola lalandi* mediante diferentes técnicas de sacrificio. Además de explorar la viabilidad técnica-financiera de estas técnicas en el noroeste mexicano.

3. Justificación

Las técnicas de sacrificio se consideran procedimientos mediante los cuales se busca dar muerte a un animal con el fin de obtener un provecho. Se utilizan distintas técnicas de sacrificio las cuales pueden ser de forma artesanal y mecanizadas. Entre los procesos más comunes se encuentran los métodos de asfixia, shock térmico, eléctricos, dióxido de carbono, percusión en el cerebro y desangrado. A pesar de que es escasa la información sobre los métodos de sacrificio en peces, se sabe que influye en la calidad del producto final. Por lo tanto, el presente trabajo se enfocará en la evaluación en la calidad de filetes de pescado mediante distintas técnicas de sacrificio como asfixia, shock térmico e *ike jime* para determinar qué metodología es la más idónea para mejorar y preservar la calidad, así como determinar la viabilidad financiera más rentable de las producciones pesqueras de escama marina.

4. Hipótesis

Los procesos de degradación del musculo, la calidad y la frescura del pescado está relacionado con los métodos de sacrificio *in situ*. Por lo que, si el método de sacrificio a través de la técnica *ike jime* reduce el proceso de la degradación del músculo, entonces esto mantendrá y mejorará la calidad y la frescura del pescado. Lo que a su vez se traducirá en una mayor aceptabilidad y precio.

5. Objetivo General

Evaluar la calidad nutricional de filetes de jurel de castilla *S. lalandi* mediante diferentes técnicas de sacrificio como asfixia, shock térmico e *Ike Jime* y su efecto sobre su aceptación de los comensales y su viabilidad financiera.

5.1. Objetivos específicos

- Evaluar la aceptación de filetes de *S. lalandi* sacrificado mediante diferentes métodos de sacrificio mediante pruebas orientadas al consumidor.
- Evaluar el perfil nutricional de filetes de *S. lalandi* al ser sacrificados mediante distintos métodos de sacrificio.
- Evaluar la viabilidad técnico-financiera de los métodos de sacrificio de los filetes de *S. lalandi*.

6. Metodología:

6.1. Selección de especie

Nueve ejemplares de *S. lalandi* con un peso promedio de 5.1 ± 0.7 kg fueron capturados en Bahía de los Ángeles Baja California (Figura 1). La salida de campo se realizó el 24 de septiembre del 2022, a través de la empresa *Cangrejo's SportFishing and Spearfishing*, en una embarcación *Boston 320 outrage 2005* con capacidad para ocho personas.

Las capturas se realizaron empleando caña y carrete (marca Penn modelo Squall 50 combo) utilizando línea líder de 100 lb de monofilamento *Bucamp* y línea trenzada *Daiwa J-braid* jx8 100 lb de relleno, el tipo de anzuelo utilizado fue modelo *Mustad* 4/0 tipo garra de águila y plomadas de 12 oz para la inmersión de la carnada.

Se utilizó como carnada viva sardina viva (*Ophisthonema* spp.) extraídas usando sabikis *Mustad* 4/0. Para subir las capturas de *S. lalandi* a la embarcación, tradicionalmente se realiza con ganchos de mano, para el caso del presente trabajo se realizó con una red de mano para minimizar el estrés y evitar laceraciones en los

organismos. Todo el personal que participo en este trabajo contó con el permiso para pesca deportiva que acredita la CONAPESCA, así como el permiso para pescar en áreas naturales protegidas que exige la CONANP.



Figura 1. Poblado de bahía de los ángeles, Baja California, México.

6.2. Técnicas de sacrificio

Para evaluar el sacrificio, se utilizaron tres técnicas diferentes: asfixia, shock térmico e *ike jime*. La técnica de sacrificio por medio de la asfixia (tratamiento 1) se trata del método de sacrificio de peces más antiguo, rudimentario y difundido, consiste en extraer al organismo de su ambiente natural hasta su muerte (Poli *et al.*, 2005). Al momento de extraer a los peces de su medio, tres ejemplares fueron colocados en un compartimiento de la embarcación hasta su muerte, donde se les suministro hielo peletizado posterior a la muerte para mantener la temperatura entre 1 a 4 °C y evitar una degradación de la calidad por temperaturas elevadas (Figura 2).



Figura 2. Ejemplares sacrificados por asfixia colocados en compartimento especial para pescado de la embarcación con hielo peletizado.

Para la técnica de shock térmico (tratamiento 2), este método consiste en colocar a los organismos en un baño de agua helada, donde los organismos sufren de un cambio de temperatura severo muriendo por anoxia (Erikson, 2008). En una hielera Coleman con 150 qt de capacidad, se suministró agua de mar y hielo peletizado hasta obtener una temperatura entre -5 y 0 °C. Una vez que a los organismos se les extrajo de su medio natural, inmediatamente se expusieron a dichas temperaturas hasta su muerte. La temperatura del agua se revisó cada 15 minutos y cuando fue necesario se suministró hielo extra para mantener la temperatura deseada (Figura 3).



Figura 3. Ejemplares sacrificados por medio de shock térmico medido con un termómetro (*Digital Update International THDP-450*).

En cuanto a la técnica de *ike jime* (tratamiento 3), tres ejemplares se les dio un trato especial cuidadoso con la finalidad de reducir el estrés, este proceso consta de tres pasos los cuales se deben de aplicar en el menor tiempo posible:

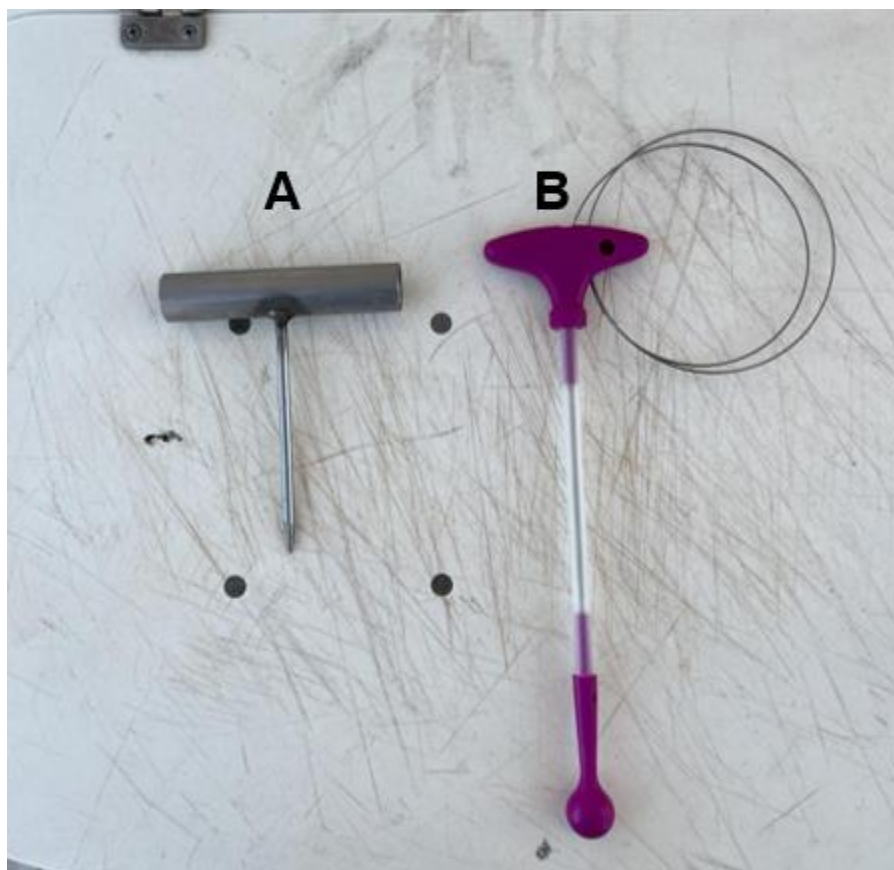


Figura 4. Punzón de acero inoxidable (A) y kit de *ike jime* (B) diseñado en *Fukuoka* Japón por *Lumica Corp.*

6.2.1. Aturdimiento

Este paso tiene como objetivo principal provocar una pérdida de conciencia y de sensibilidad al organismo. Ubicando primeramente la localización del cerebro, se introdujo punzón de hielo de acero inoxidable (Figura 4) en dicha zona, esto para anular la respuesta del hipotálamo en el pez y evitar la segregación de hormonas derivadas del estrés severo, perdiendo así los estímulos nerviosos (Van de Vis *et al.*, 2003) (Figura 5).

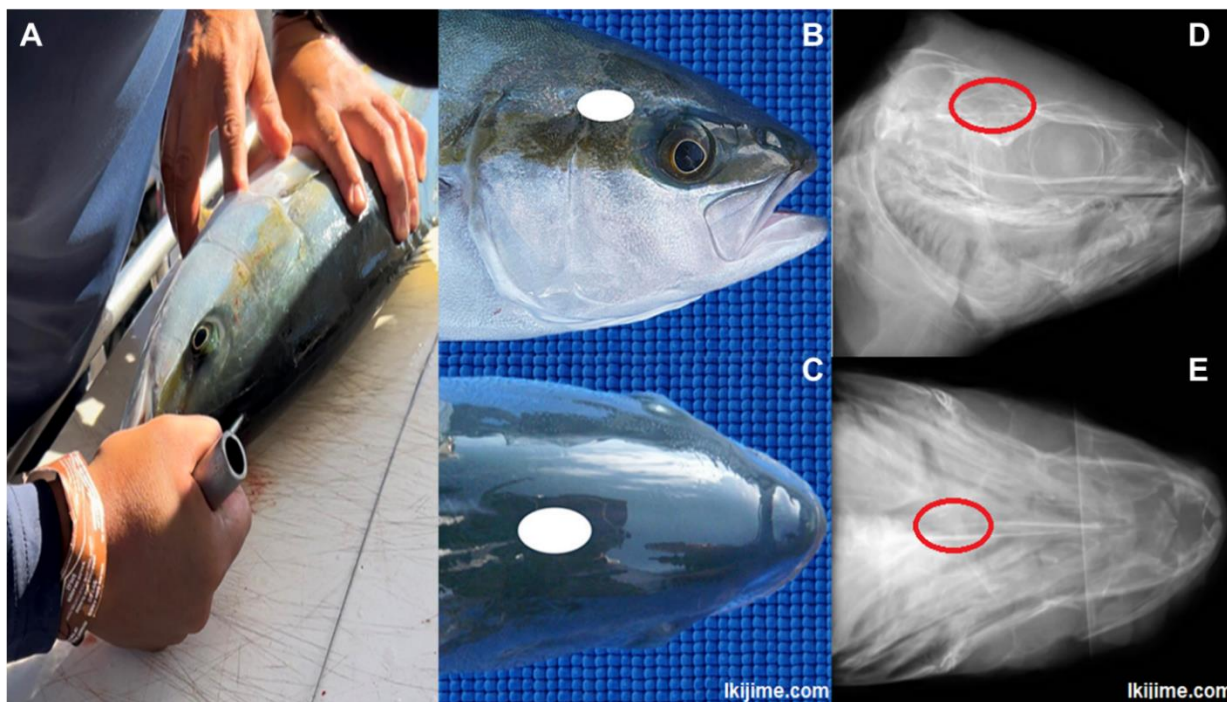


Figura 5. Perforación del cerebro al identificar su ubicación (A), vista lateral y dorsal de localización externa del cerebro (B y C) y vista lateral y dorsal de localización de masa cerebral a través de rayos X en *S. lalandi* (D y E).

6.2.2. Desangrado

Consiste en realizar un corte con ayuda de un cuchillo a la altura de las branquias, con la finalidad de lesionar las arterias y aorta tanto dorsal como ventral por medio de un corte. Posteriormente un segundo corte se realizó en la arteria caudal cercana a la aleta con la finalidad de mejorar el desangrado y dejar expuesto el conducto nervioso para proceder a realizar el tercer paso (Figura 6). Se dice que el desangrado favorece la calidad ya que minimiza los coágulos de sangre en el musculo, mejorando el color y el sabor al reducir los sabores “extraños” inducidos por la sangre (Robb & Kestin 2002).



Figura 6. Cortes de arterias principales en branquias (A) y aleta caudal para el desangrado ideal (B).

6.2.3. *Shinkei jime*

Este paso consistió en destruir la médula espinal que se encuentra dentro de la columna vertebral del ejemplar (Figura 7), el cual está compuesto por una serie de discos conformados por huesos y cartílagos. Esta médula se encarga de llevar los pulsos nerviosos que son generados por el hipotálamo hacia todo el sistema del pez. Donde se introdujo un cable sólido a través de dicha médula con la finalidad de destruir el canal por el cual se transmiten los pulsos nerviosos y reducir los procesos

del *rigor mortis* (Lee *et al.*, 2021). Posterior al sacrificio los ejemplares se colocaron en aguanieve hasta el desembarque.



Figura 7. Destrucción del canal nervioso mediante la técnica de sacrificio *shinkeijime*.

6.3 Conservación

Después del desembarco, todos los ejemplares fueron empacados y etiquetados en hieleras de poliestireno expandido para pescado tipo T2 donde se conservaron las piezas enteras (Figura 8), se les agregó hielo molido, posteriormente fueron selladas y enviadas a una planta comercializadora de productos marinos (El Sargazo, S. A. de C. V.). Donde reposaron durante 3, 7 y 13 días posterior al sacrificio (dps) de 1 a 4 °C para luego ser sometidas a preparación. Las temperaturas de los ejemplares se revisaron diariamente y se les cambio el hielo cuando fue necesario.



Figura 8. Empaque y conservación con hielo de los ejemplares sacrificados mediante las distintas técnicas de sacrificio.

6.4 Tiempos de muerte

Los tiempos de muerte fueron evaluados según las diferentes técnicas de sacrificio. Con un cronómetro se tomó el tiempo de muerte de cada ejemplar y con una escala numérica de 1 a 25 minutos, con rangos de 5 minutos (Tabla I) para cada escala con una valoración, donde 1 a 5 puntos determinarán la valoración del tiempo de muerte.

Tabla I. valoración de los tiempos de muertes para para sacrificio de peces (Salazar-Duque *et al.*, 2019).

Tiempo	Puntaje	Valoración
1-5 minutos	5	Excelente
5-10 minutos	4	Muy bueno
5-15 minutos	3	Bueno
15-20 minutos	2	Regular
>30 minutos	1	Malo

6.5 Aceptación de filetes de *S. lalandi*.

6.5.1 Degustación

Se utilizaron distintos tiempos, 3, 7 y 13 dps, con la finalidad de probar la conservación de las propiedades organolépticas y la frescura de los ejemplares a través del tiempo.

Se tomaron los ejemplares de la zona de conservación y se utilizó un ejemplar por cada método de sacrificio para cada prueba, se revisó de manera general características sensoriales tales como olor de las masas musculares y

branquias, consistencia de las masas musculares, estado de los ojos y cavidad abdominal. Posteriormente se tomó el peso los ejemplares en una báscula digital Rice Lake CW-90X y se registró el peso (Figura 9).

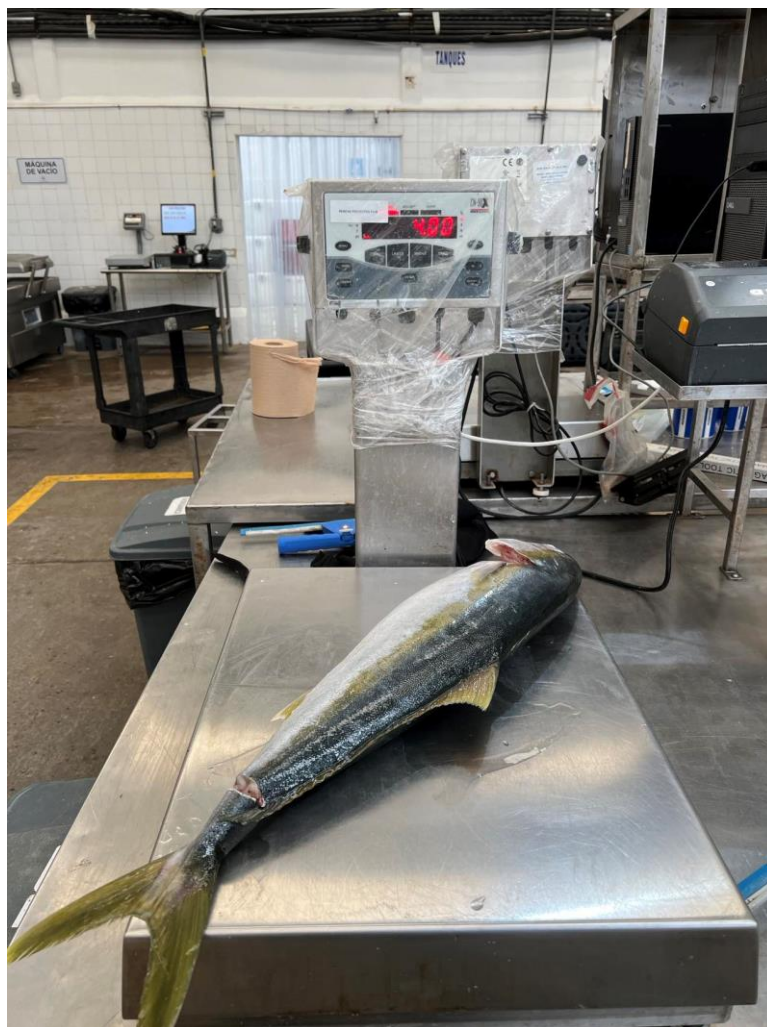


Figura 9. Registro de peso de cada ejemplar para posteriormente ser sometido a preparación.

Posteriormente, los ejemplares fueron sometidos a un proceso de limpieza y fileteo en el que se les retiró la cabeza, aletas, piel y espinas en ese orden. A cada pescado se les separó dos filetes divididos (lomo superior y lomo inferior) (Figura

10). Para cada comensal se le proporciono cantidad orientativa de aproximadamente un mínimo de 20-30 gr de muestra.

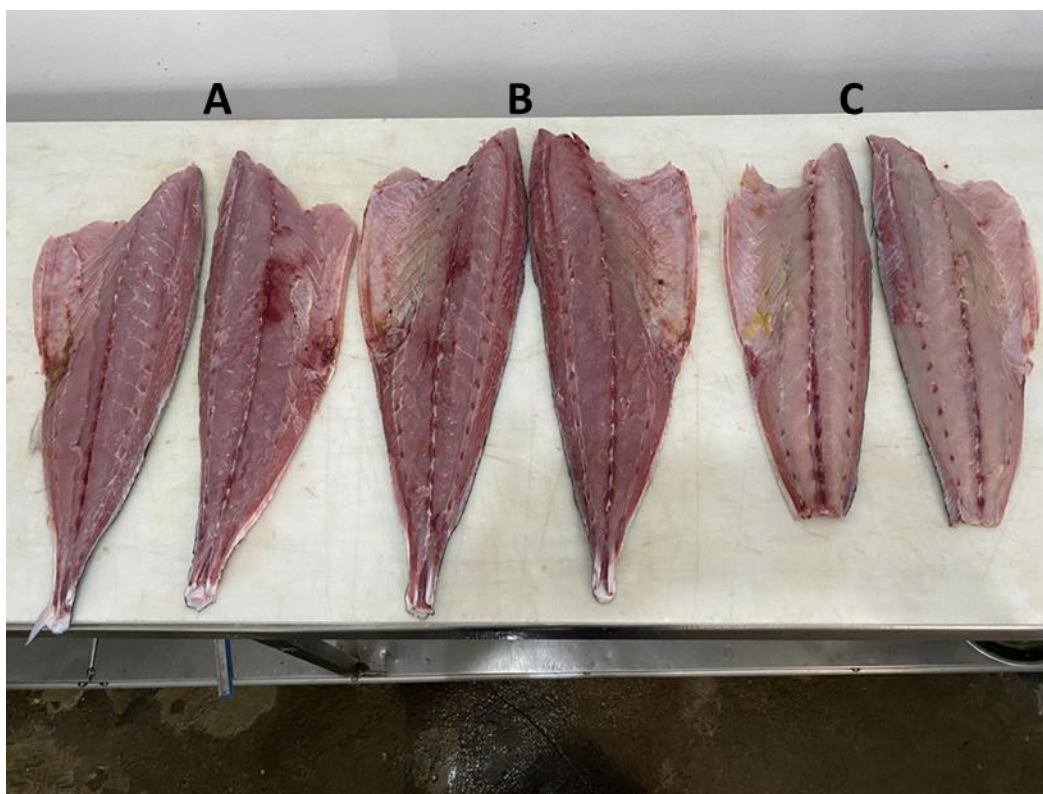


Figura 10. Lomos de *S. lalandi* sacrificados por asfixia (A), shock térmico (B) e *ike Jime* (C).

Estas muestras fueron colocadas en recipientes para su consumo, a cada recipiente se le colocó un código aleatorio (123 para el tratamiento 1, 321 para el tratamiento 2 y 132 para el tratamiento 3), esto con la finalidad de identificar cada tratamiento sin que los comensales estuvieran enterados a que porción de muestra pertenece cada tratamiento para evaluar los atributos como olor, color, sabor y textura (Figura 11). Para la evaluación del atributo de olor, al comensal se le otorgó un recipiente con granos de café, con la finalidad de limpiar el olfato al momento de comparar cada muestra de filete otorgada. Para el caso del atributo de textura y

sabor, al comensal se le otorgó una galleta de fibra y agua mineral para limpiar el gusto al momento de comparar cada muestra de filete. Para el atributo de color, éste se evaluó con la vista de manera general.



Figura 11. Presentación de cada muestra de filete para evaluación de los atributos sensoriales.

Es importante recalcar que antes de iniciar con cada prueba, a los comensales se les capacitó para identificar las cualidades ideales para obtener un filete de calidad (Figura 12). Sin embargo, al momento de iniciar con la prueba, se les dio la libertad de evaluar con su propia percepción de calidad los atributos para cada filete.



Figura 12. Capacitación para la identificación de las cualidades ideales para identificar un filete de calidad con personal del restaurante Manzanilla, Ensenada, Baja California.

Para el primer caso (día 3 dps), las pruebas se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, donde los comensales fueron alumnos y profesores elegidos con el criterio de oportunidad, es decir, se les ofreció participar a personas que se encontraron por el campus sin ningún criterio de búsqueda y participaron aquellas que aceptaron la invitación (Figura 13).



Figura 13. Evaluación de los atributos sensoriales del dps 3 con alumnos y profesores de la Facultad de Ciencias Marinas elegidos al azar.

Para el segundo caso (7 dps), las pruebas se realizaron en el restaurante *Baja Omakase* ubicado en el Valle de Guadalupe en Ensenada Baja California con clientes de dicho restaurante elegidos con el mencionado criterio de oportunidad, además de contar con la participación del chef Toshi Tsutada (Figura 14).



Figura 14. Evaluación de los atributos sensoriales del dps 7 en el restaurante *Baja Omakase* en el Valle de Guadalupe en Ensenada, Baja California, con la participación de clientes elegidos al azar.

Para el tercer caso (13 dps), las pruebas se realizaron en el restaurante *Manzanilla* ubicado en Ensenada, Baja California; en este caso los comensales fueron parte del personal del restaurante (Figura 15).



Figura 15. Evaluación de los atributos sensoriales al dps 13 con el personal de cocina del restaurante Manzanilla Ensenada, Baja California.

6.6. Evaluación sensorial y prueba de aceptabilidad

Se empleó una prueba hedónica de 5 puntos (ANEXO 1) donde el objetivo es determinar si existen diferencias en la aceptación de productos por parte del consumidor (Drake, 2007). A los comensales se les pide evaluar las muestras codificadas de varios productos, indicando cuánto agrada o desagrada cada muestra marcando una de las categorías de la escala, que van desde *me gusta mucho* a *me disgusta mucho*. Este tipo de prueba puede ser representada textualmente, gráfica o numérica, se utiliza para diferenciar el gusto del consumidor hacia los productos (Howgate, 1978; Clark et al., 2009; Ramírez-Nava, 2012; Choi, 2013).

7. Perfil nutricional del pescado con respecto al método de sacrificio.

7.1. Análisis proximales

Se analizaron análisis proximales en cada una de las muestras de músculo. Se determinó la cantidad de humedad, proteínas, lípidos y cenizas. El extracto libre de nitrógeno (NFE) se obtuvo por diferencia (Jobling, 2001). La composición bioquímica de las muestras se realizó por triplicado siguiendo las metodologías propuestas por la “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 1990).

7.1.1 Proteína

Para obtener el porcentaje de proteína cruda en cada uno de los tejidos se utilizó el método de Micro-Kjeldahl. Para ello, en el proceso de digestión se utilizaron 2 gr de sulfato de potasio, 40 mg de sulfato cúprico con 50 mg de muestra (muestra previamente pulverizada) y 3 mL de ácido sulfúrico durante cuatro horas en un digestor. Una vez digeridas las muestras (mostrando un color azul cristalino), se aforaron a un volumen 25 mL en un matraz volumétrico de 25 mL y posteriormente se destilaron. Respecto a la destilación, se utilizó 10 mL de hidróxido de sodio al 40%, 5 mL de la muestra digerida con anterioridad y 10 mL agua destilada. Cinco gotas de solución indicadora Shiro tashiro fueron colocadas en un vaso de precipitado con la finalidad de capturar amoníaco. El resultado de la destilación fue condensado y retenido en una cámara de reacción, donde se tituló manualmente con ácido clorhídrico al 0.02 N. El porcentaje de proteínas en las muestras se obtuvo mediante un factor establecido de 6.25 de acuerdo a la AOAC (1990) para los filetes analizados.

7.1.2. Lípidos totales

El contenido de lípidos totales se calculó gravimétricamente de acuerdo con la técnica de Folch 1995 (AOAC, 1990). Se colocaron 2 gr de cada una de las muestras para su extracción. Todas las muestras se realizaron por triplicado.

7.1.3. Humedad

El contenido de humedad se calculó mediante el método gravimétrico, donde se colocaron en navetas de aluminio por triplicado, 2 gr de cada una de las muestras experimentales (previamente pulverizadas). Posteriormente, se colocaron dentro de una estufa durante 4 horas a una temperatura de 100 °C. Después, las muestras se colocaron dentro de un desecador para su enfriamiento hasta alcanzar temperatura ambiente. Su peso seco se registró constantemente hasta que fue constante. El cálculo del porcentaje de humedad se realizó por diferencia de peso.

7.1.4. Cenizas

El valor promedio del contenido de cenizas se calculó por gravimetría. Las muestras fueron pesadas alrededor de 1 gr, posteriormente, se calcinaron a 550 °C por un periodo de cinco horas. Al término de las cinco horas se colocaron en un desecador y nuevamente se pesaron, a partir de la diferencia en el peso se calculó el porcentaje de ceniza.

8. Comparación de la relación costo-beneficio de ambos tipos de sacrificio

A través de entrevistas con pescadores de la zona de estudio y comercializadoras de productos pesqueros locales, se obtuvieron datos de los costos de viaje para la pesca de escama. A través de esta información se obtuvieron los datos de los costos por concepto de comida, gasolina, hielo, carnada, aceite, así como los kilogramos por captura, precios de la especie objetivo y tipo de sacrificio.

Se estimó la rentabilidad del viaje (RV) de pesca sin considerar el costo de la inversión (i.e., *cuasi renta*) tanto para la pesca tradicional (i.e., sacrificio por asfixia) como para aquellos viajes que emplean el *ike Jime* como método de sacrificio (i).

$$RV_s = IN_s - CV \quad (i)$$

La rentabilidad del viaje (RV) para cada tipo de sacrificio (s) está dado por los ingresos (IN) obtenidos por la venta del volumen de las capturas (C) multiplicado por el precio de venta acorde a cada tipo de sacrificio (s) (ii).

$$IN_s = C \cdot p_s \quad (ii)$$

Los costos de viaje (CV) fueron iguales independientes al tipo de sacrificio, y son determinados por la sumatoria de los costos de alimentación (Cm), los costos de combustible (Gm), el costo del hielo (HI), el costo de aceites (AC) y el costo de la carnada (Ca) (iii)

$$CV = Cm + Gm + Hl + AC + Ca \quad (iii)$$

La relación costo beneficio (CB) para cada tipo de sacrificio (s) se estimó dividiendo los ingresos promedios (IN) obtenidos con cada estrategia de sacrificio (s) sobre los costos de viaje (CV) (Seijo *et al.*, 1998) (iv).

$$CB_s = IN_s / CV \quad (iv)$$

Complementariamente se estimaron curvas de isobeneficio. Las cuales indican las diferentes combinaciones de precios de venta (p) y capturas (C) que dan diferentes niveles de renta por viaje (RV). En este caso se estimó la curva de isobeneficios que da una RV igual a \$0 y la curva de isobeneficios que genera la rentabilidad promedio de un viaje de pesa con sacrificio por asfixia. Esto se estimó mediante simulaciones numéricas empleando la función de renta por viaje (i) usando como función objetivo los diferentes niveles de rentabilidad explicados previamente manteniendo el CV constante (i.e., variando solamente el precio y las capturas).

9. Análisis estadístico

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) de un factor para evaluar los efectos relacionados con el método de sacrificio en *S. lalandi* silvestres (promedio y

desviación estándar peso) en cuatro atributos (color, olor, sabor y textura) en lomos superior e inferior. Para determinar si existe significancia ($\alpha=0.05$) entre el efecto de los tratamientos en los atributos de calidad relacionados con las variables dependientes de tipo categórica (escala ordinal), donde se evaluó si se cumple con los supuestos de normalidad (prueba Shapiro Wilks con la corrección de Lilliefors) y de homocedasticidad (prueba de Levene's), además de cumplir con el supuesto de independencia.

En el caso de la variable respuesta en escala de ordinal (prueba de aceptabilidad) se realizó una prueba de análisis de varianza no paramétrica (Kruskal-Wallis), misma que ayudo a determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y los atributos. En caso de presentar diferencias significativas, se realizó un análisis *a posteriori* mediante una prueba (T por parejas con la corrección de Bonferroni). Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando $\alpha < 0.05$, los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa *IBM SPSS statistic 25*.

10. Resultados

10.1 Valoración tiempo de muerte

Posterior a implementar cada técnica de sacrificio, con la ayuda de un cronometro se evaluó el tiempo de muerte cada 5 minutos, para determinar el tiempo de muerte se consideró cuando los organismos ya no presentaron signos vitales. Para el caso del tratamiento 1 fueron 55 minutos por lo que presento un puntaje de 1 clasificado como malo. Así mismo para el tratamiento 2, el tiempo de muerte se registró a los

40 minutos con un puntaje de 1 clasificado como malo. Para el caso del tratamiento 3, el tiempo de muerte fue de 30 a 60 segundos ya que es el tiempo que toma el procedimiento de realizar la técnica, teniendo un puntaje de 5 clasificado como excelente (Tabla II).

Tabla II. Valoración de los tiempos de muerte de los distintos organismos utilizados en el presente estudio de acuerdo a (modificado de Salazar-Duque *et al.*, 2019).

Tiempo	Puntaje	Valoración	Tratamientos
1-5 minutos	5	Excelente	3
5-10 minutos	4	Muy bueno	
5-15 minutos	3	Bueno	
15-20 minutos	2	Regular	
>30 minutos	1	Malo	1, 2

10.2 Pruebas orientadas al consumidor

La primera prueba al consumidor a los dps 3 los resultados presentaron diferencias significativas en *ike jime* ($p < 0.05$), [$H_{(0.05, 2)} = 5.99$, $H = 30.72$, crítico y observado respectivamente] en comparación a los métodos por asfixia y shock térmico donde no hubo diferencias entre estos últimos ($p > 0.05$). Presentando para el caso de *Ike jime* en su mayoría calificaciones de 4 y 5 puntos (Figura 16).

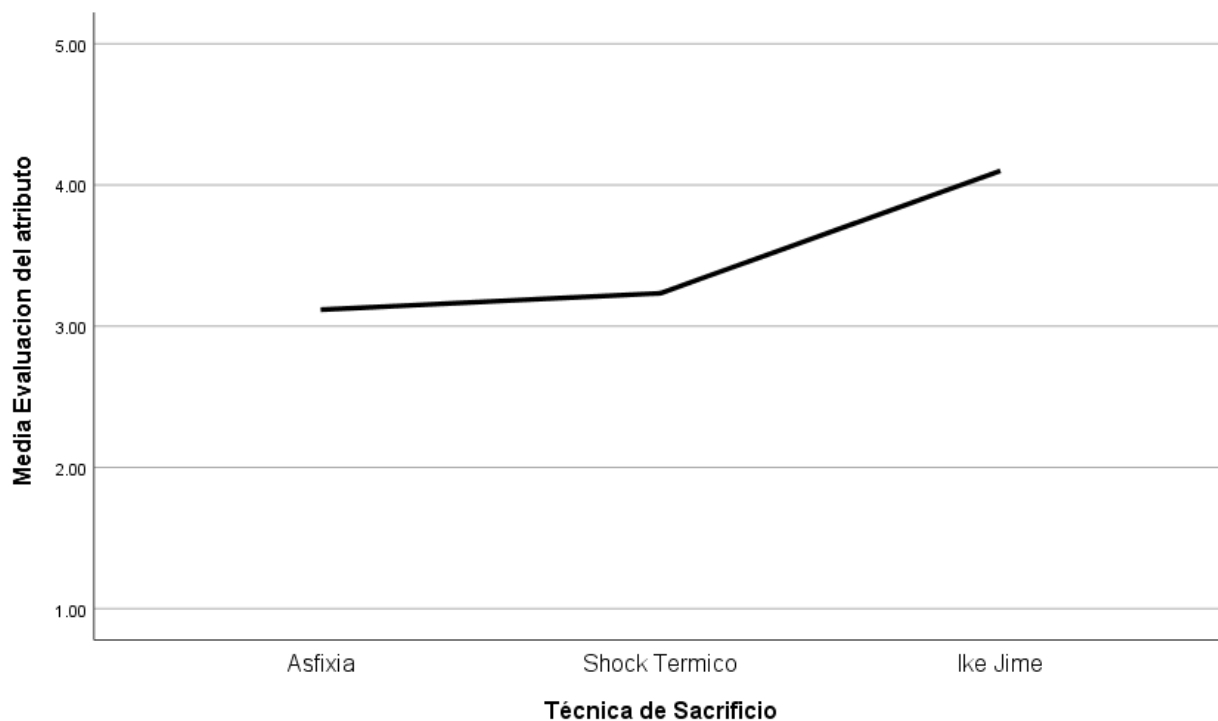


Figura 16. Evaluación general de los atributos del filete (lomo superior) al dps 3 (n=15).

Así mismo, evaluando cada atributo por separado, los resultados mostraron las preferencias de los comensales por el método *ike jime*, mostrando mayor tendencia a las calificaciones de 4 y 5 puntos en los atributos de olor, sabor y color, en cuanto a la textura los resultados fueron similares con el método de shock térmico. Así mismo, se presentaron mayores tendencias a las calificaciones de 1, 2 y 3 para los métodos de asfixia y shock térmico (Figura 17).

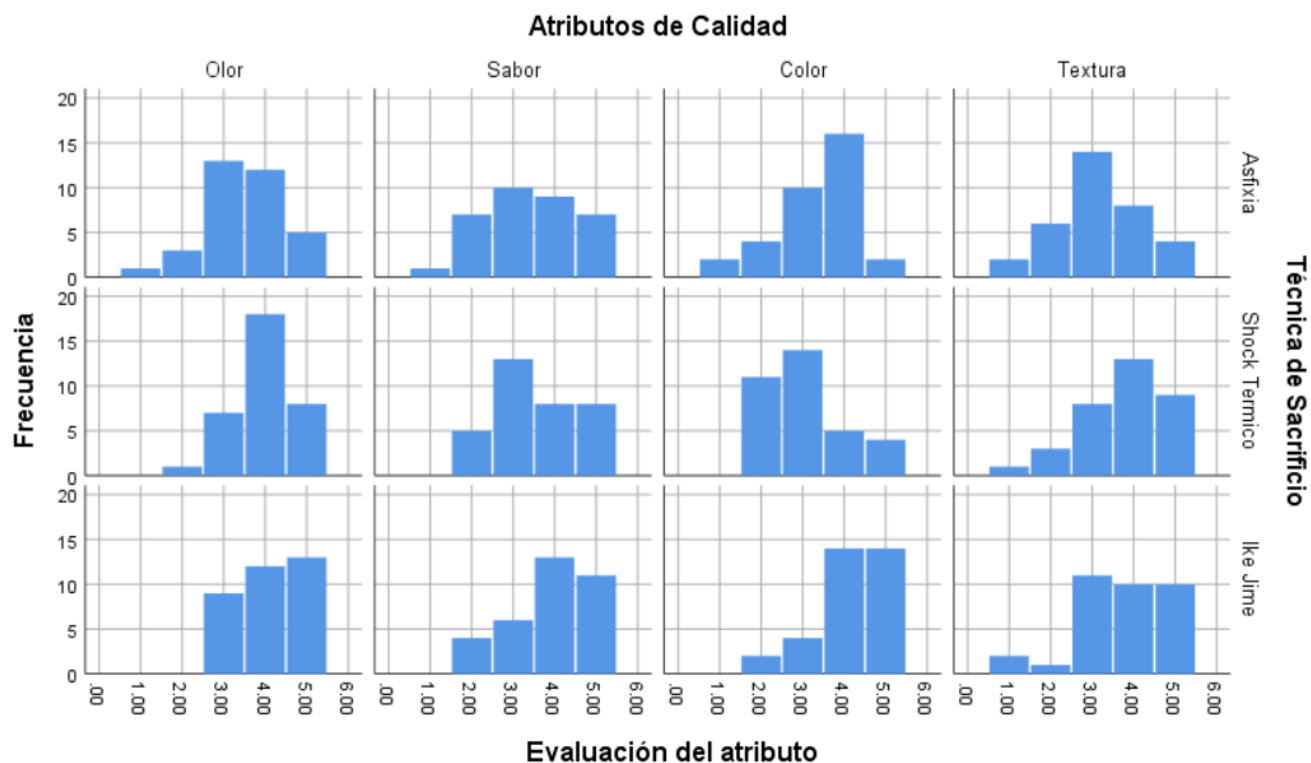


Figura 17. Evaluación por atributo atributos del filete (lomo superior) al dps 3 (n=15).

Por otra parte, La segunda prueba orientada al consumidor realizada en el dps 7, de manera general no se presentó diferencias significativas ($p>0.05$) en los tres métodos de sacrificio. Esto debido a que las tendencias a las calificaciones en su mayoría fueron de 3 puntos (Figura 18).

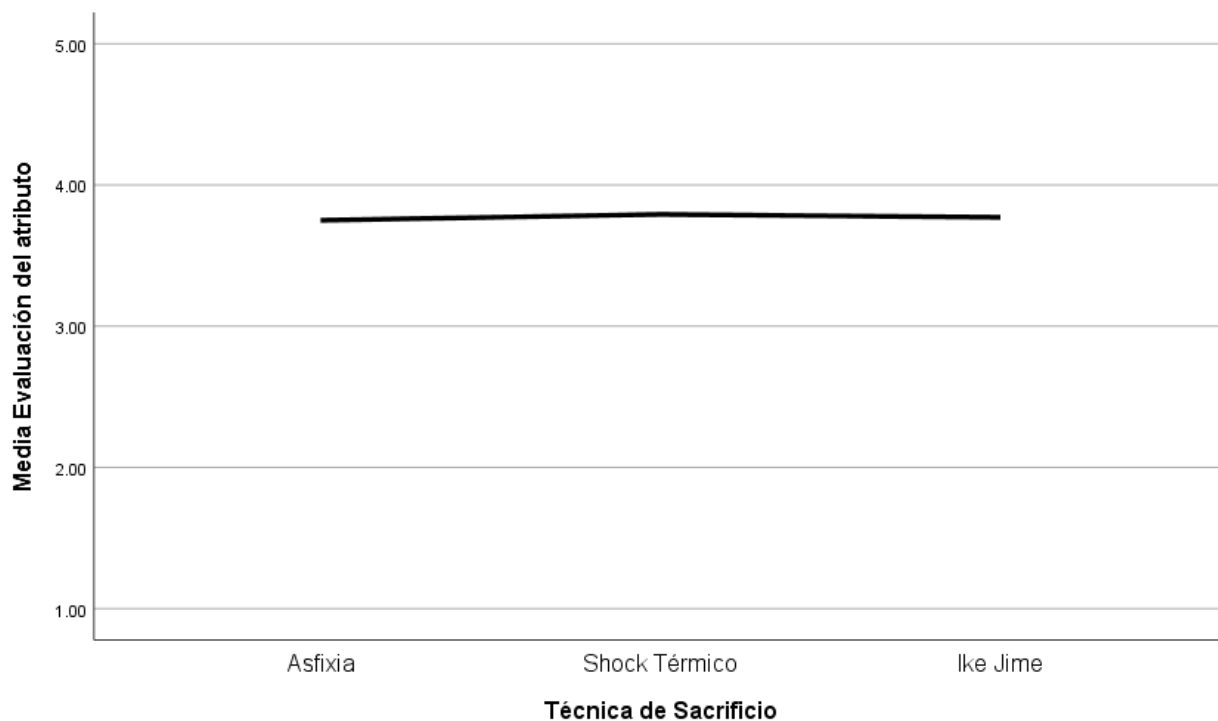


Figura 18. Evaluación de los atributos del filete (lomo superior) al dps 7 (n=12).

Evaluando las calificaciones por atributo, los resultados muestran la preferencia por el método de *ike jime* para todos los atributos, debido a que las tendencias son mayores para las calificaciones de 4 y 5 puntos, teniendo mayor preferencia para el atributo de color. Por otra parte, con los métodos de asfixia y shock térmico, presentaron nuevamente las tendencias a las calificaciones de puntajes con valor de 1, 2 y 3, donde solo en el atributo de olor en shock térmico resultó similar con *ike jime* (Figura 19).

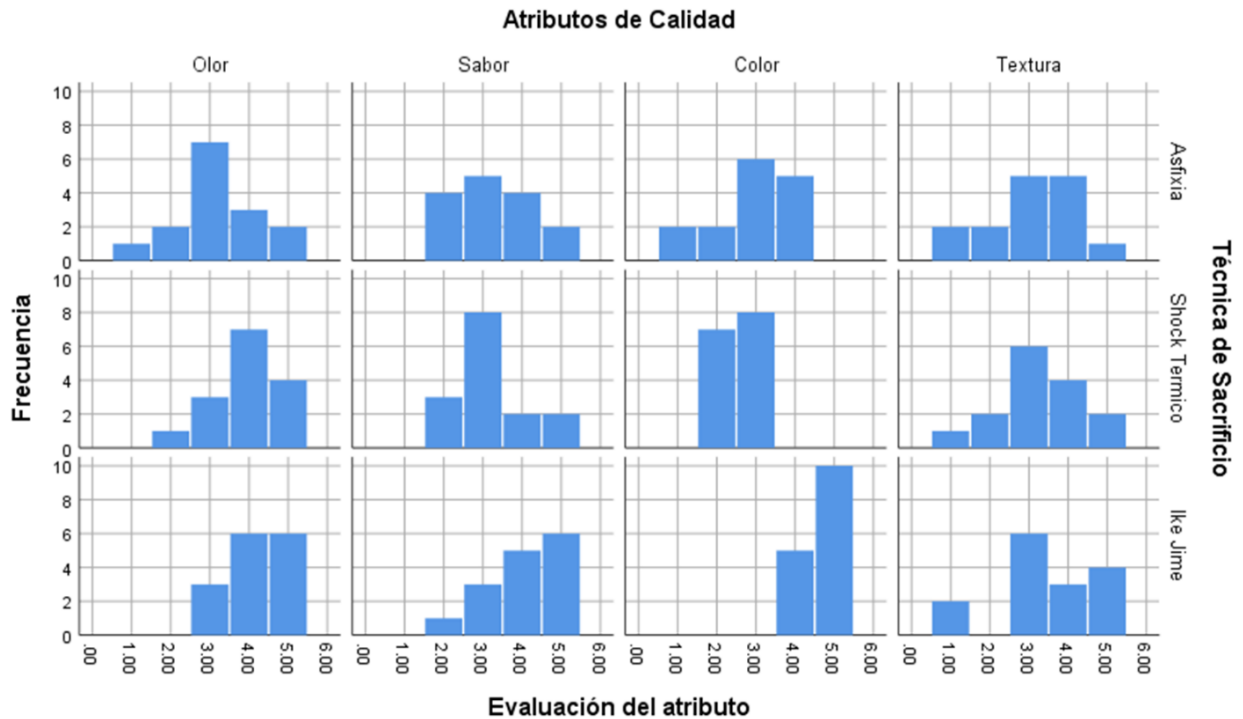


Figura 19. Evaluación por atributo del filete (lomo superior) al dps 7 (n=12).

Para el tercer caso al dps 13 de manera general, las técnicas de sacrificio *ike jime* y shock térmico no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) a comparación con asfixia ($[H_{(0.05, 2)} = 5.99, H = 10.66, \text{crítico y observado respectivamente}]$, presentando mejores calificaciones en *ike jime* y shock térmico (Figura 20).

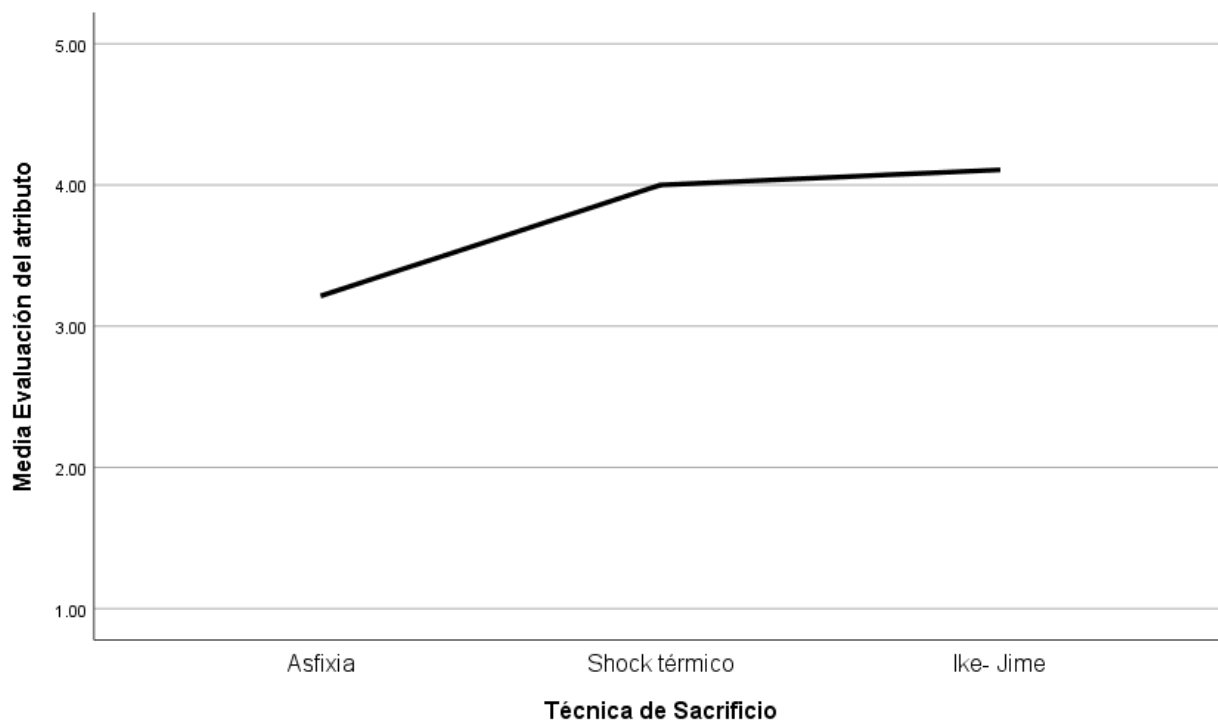


Figura 20. Evaluación general de los atributos del filete (lomo superior) al dps 13 (n=7).

Sin embargo, las calificaciones por atributo en los tres métodos de sacrificio mostraron las preferencias por la técnica de sacrificio *ike jime* en los atributos de olor y color. En comparación de shock térmico donde presento mejores calificaciones en los atributos de sabor y textura. Para el caso de asfixia, las tendencias se presentaron en las calificaciones de 2 y 3 puntos para todos los atributos (Figura 21).

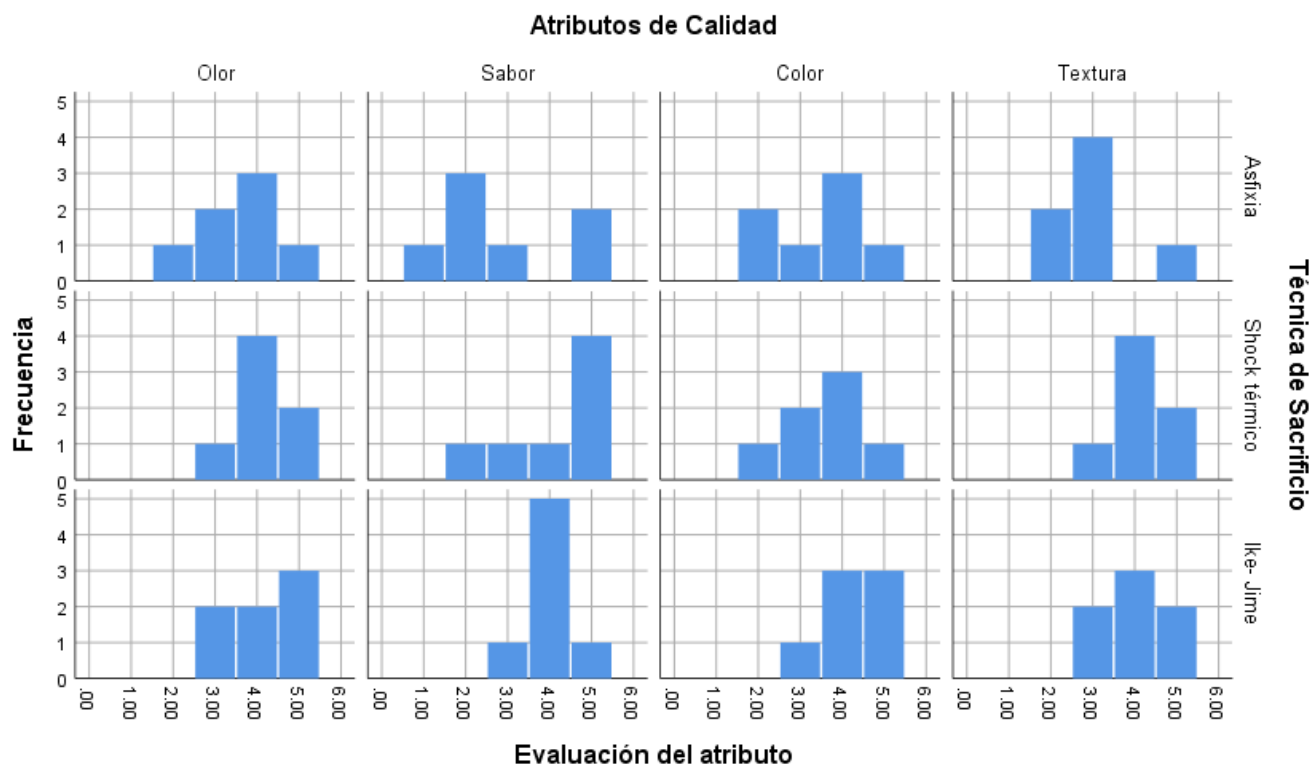


Figura 21. Evaluación por atributo del filete (lomo superior) al dps 13 (n=7).

Para el caso de lomo inferior al dps 3, de manera general los resultados de los atributos del filete, nuevamente los resultados presentaron diferencias significativas en *Ike jime* [$H_{(0.05, 2)}=5.99$, $H=30.72$, crítico y observado respectivamente] en comparación con los métodos por asfixia y shock térmico, donde en estos últimos no presentaron diferencias significativas (Figura 22).

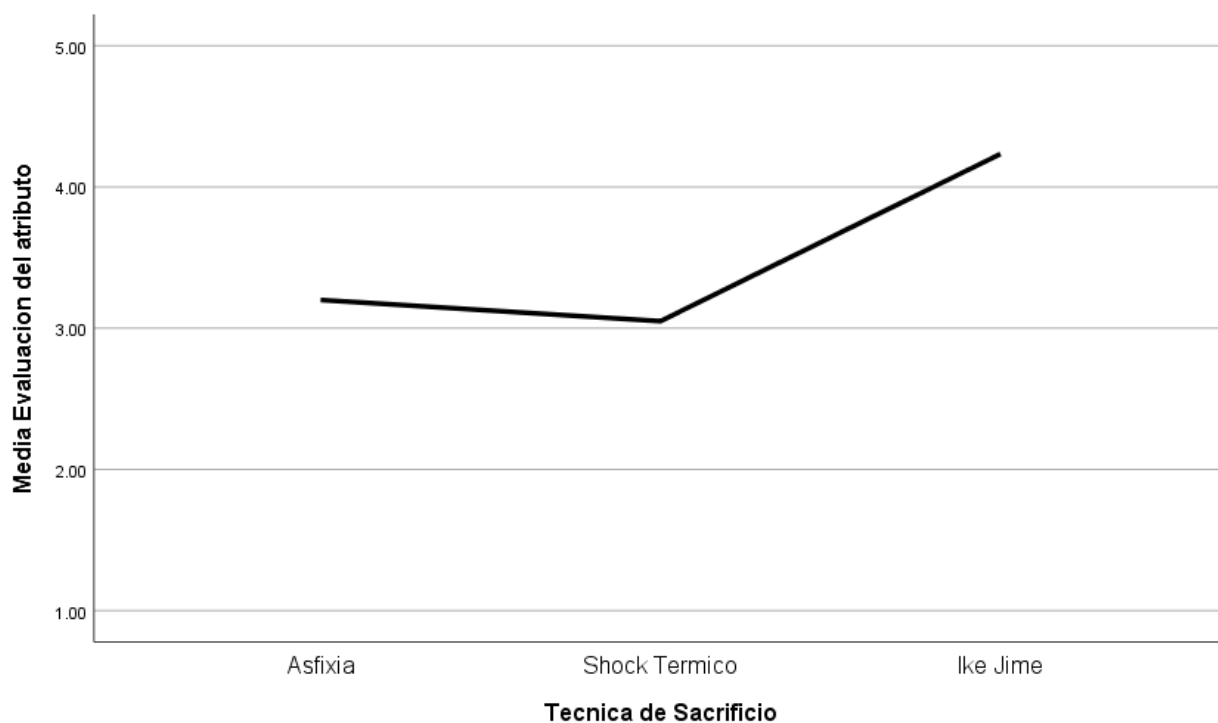


Figura 22. Evaluación general de los atributos del filete (lomo inferior) al dps 3 (n=15).

Así mismo, la evaluación de los atributos por separado, *ike jime* presento mayores tendencias a las calificaciones de 4 y 5 en todos los atributos mostrando la preferencia de los comensales por este tipo de filete, donde los métodos por asfixia y shock térmico las tendencias a las calificaciones fueron de 3 y 4 para el caso de asfixia y 3 y 2 para el caso de shock térmico (Figura 23).

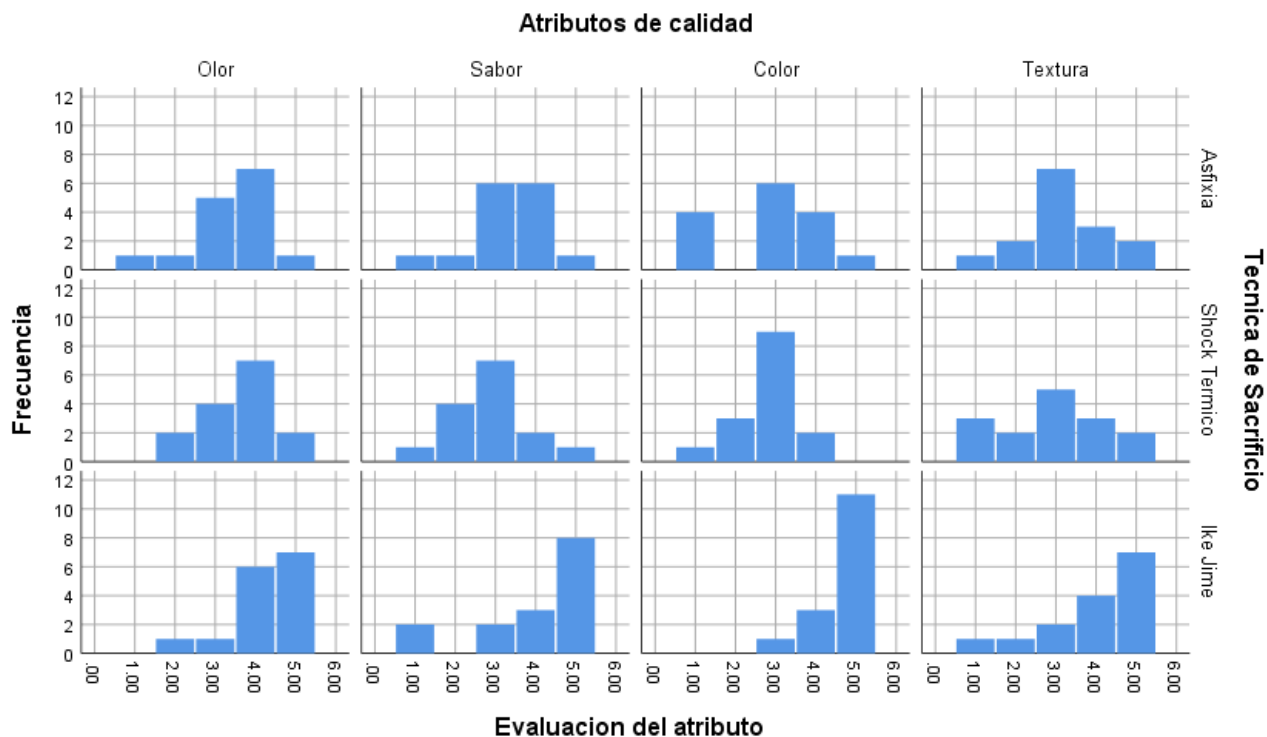


Figura 23. Evaluación por atributo del filete (lomo inferior) al dps 3 (n=15).

Por otra parte, al dps 7 de manera general para lomo inferior, las evaluaciones de todos los atributos no presentaron diferencias significativas en los tres métodos de sacrificio ($p>0.05$), esto debido a que las calificaciones de puntajes en su mayoría fueron de 3 y 4 puntos (Figura 24).

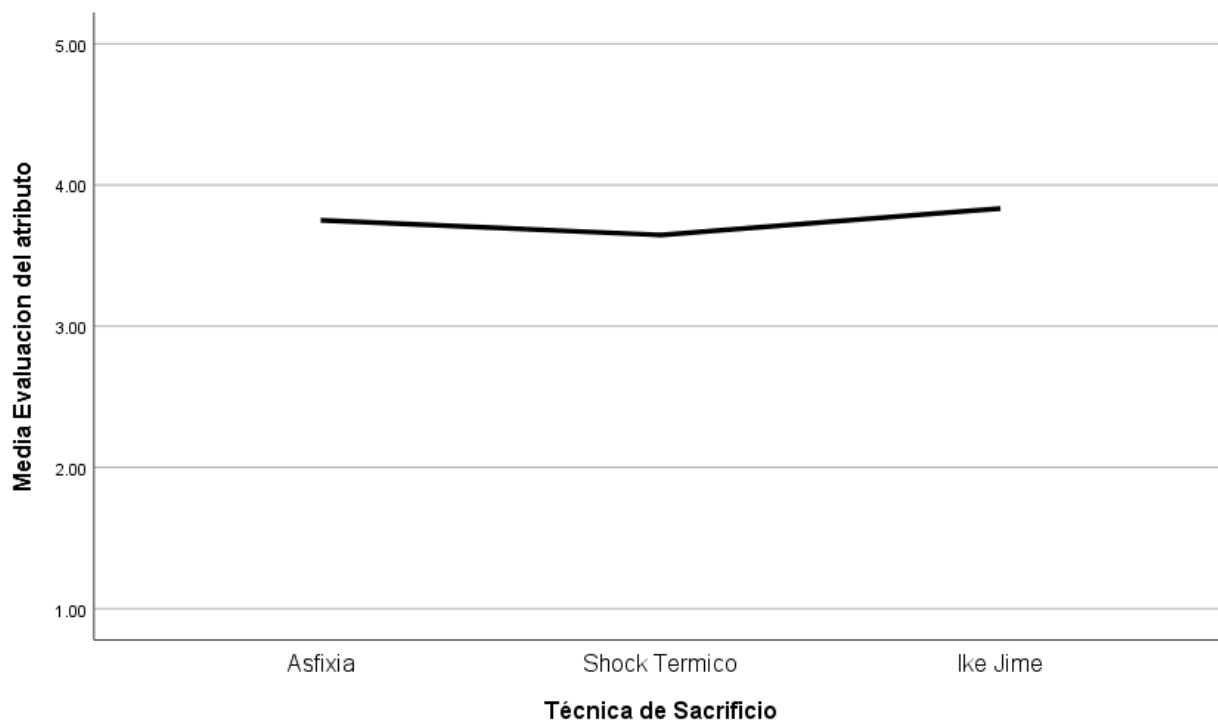


Figura 24. Evaluación general de los atributos de filete (lomo inferior) al dps 7 (n=12).

Sin embargo, las preferencias de los comensales para todos los atributos se presentaron en *ike jime* donde las tendencias a las calificaciones fueron de 4 y 5. Seguido de asfixia, donde las tendencias a las calificaciones fueron de 4 puntos para los atributos de olor, sabor y color. Para shock térmico las tendencias se presentaron para las calificaciones de 2 y 3 para los atributos de olor, sabor y color, donde solo en textura las calificaciones fueron similares con *ike jime* (Figura 25).

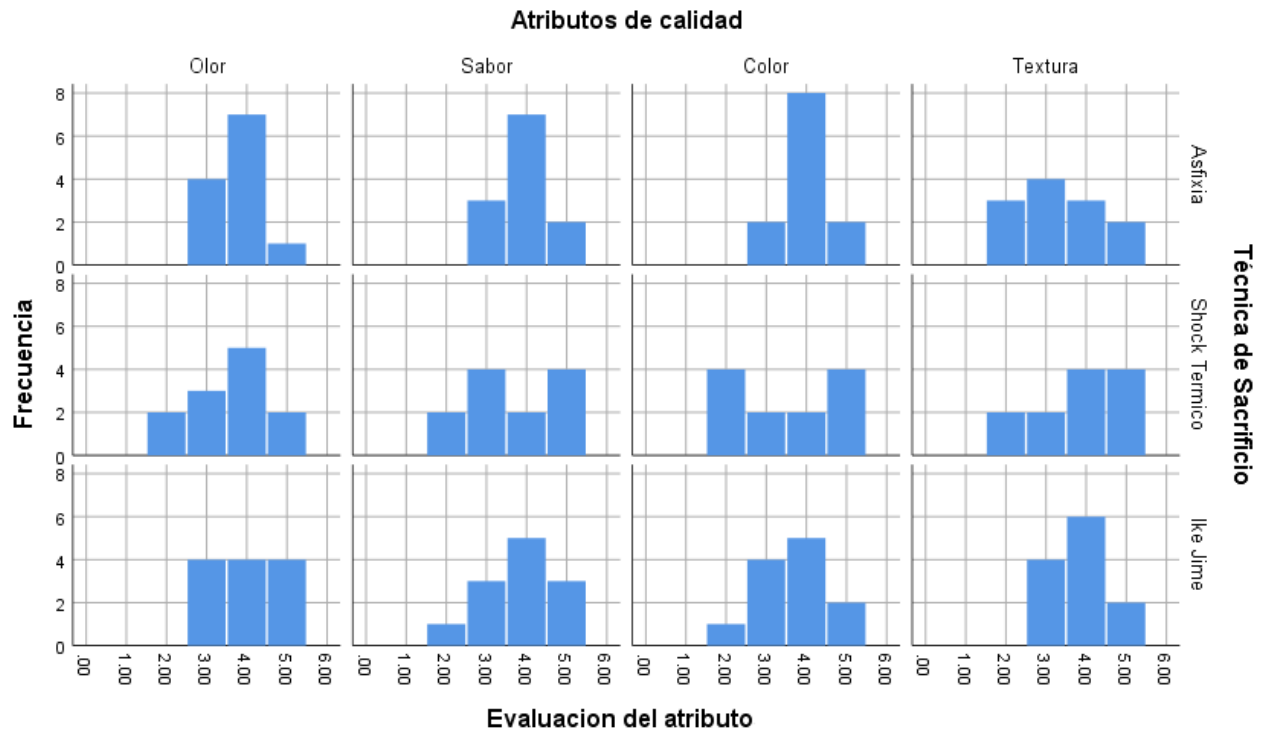


Figura 25. Evaluación por atributo del filete (lomo inferior) al dps 7 (n=12).

Para el caso de la evaluación general de los atributos al dps 13 en lomo inferior, no se presentaron diferencias significativas en los tres métodos de sacrificio ($p>0.05$), debido a que en mayoría las calificaciones de 3 y 4 para los tres métodos de sacrificio (Figura 26).

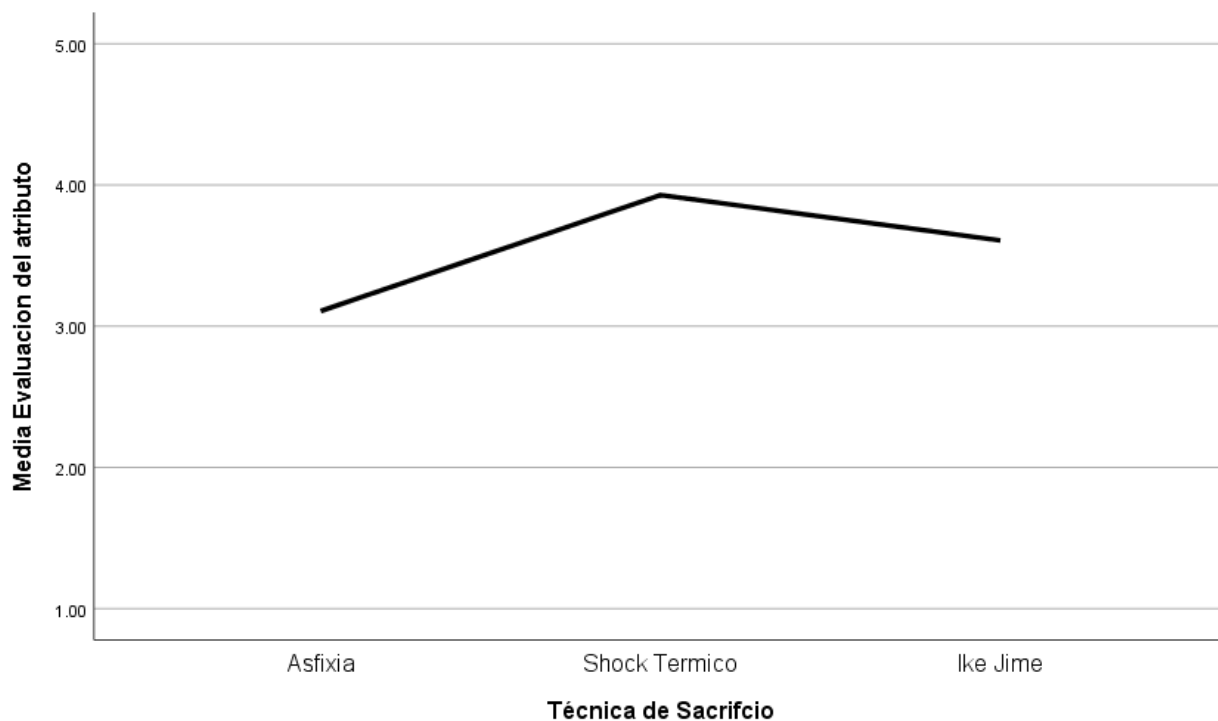


Figura 26. Evaluación general de los atributos de filete (lomo inferior) al dps 13 (n=7).

En el caso de las evaluaciones por atributo, las tendencias para las calificaciones de 4 y 5 se presentaron en shock térmico para todos los atributos, seguido de *ike jime* donde las tendencias se presentaron para las calificaciones de 3 y 4. Para el caso de asfixia las tendencias se presentaron en las calificaciones de 2 y 3 (Figura 27).

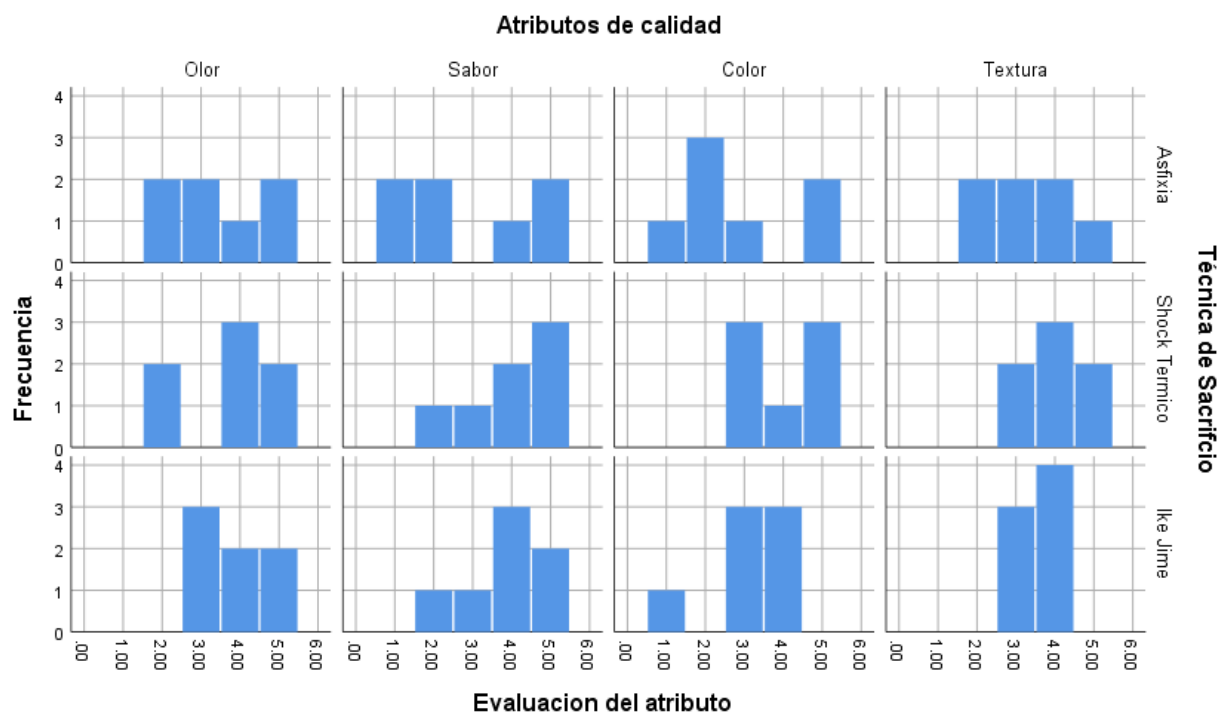


Figura 27. Evaluación por atributo de filete (lomo inferior) al dps 13 (n=7).

10.3 Perfil nutricional de los distintos filetes de pescado al ser sacrificados mediante distintos métodos de sacrificio.

10.3.1 Nutrición

Los niveles de proteína contenidos en el filete de *S. lalandi* al dps 3 tuvieron niveles similares entre los diferentes métodos de sacrificio, sin embargo, los niveles de lípidos contenidos en el filete sacrificado por el método *ike jime* al dps 3 es menor con respecto a los tratamientos de asfixia y shock térmico.

Al dps 7 los peces muestreados presentaron una relación proteína-lípidos de acuerdo a su peso, observándose que los niveles de proteína son altos mientras que los niveles de lípidos son bajos en peces de 5 y 6.5 kg. Sin embargo, el pescado

sacrificado por *ike jime* presento un menor valor de proteína y un mayor nivel lípidos en el lomo superior en un pescado de 4.9 kg.

Al dps 13 los niveles de proteína se mantienen estables en pescados sacrificados por distintos métodos y con un peso similar a los organismos sacrificados en las pruebas de dps 3 y 7, sin embargo, se observa un nivel menor de lípidos en los pescados sacrificados por asfixia y shock térmico, mientras que los niveles de lípidos sacrificados por *ike jime* se mantienen estables.

Para el caso de lomo inferior al dps 3, *ike jime* presenta niveles más altos de proteína en comparación a los métodos de shock térmico, seguido de asfixia. Caso contrario a los niveles de lípidos, donde los niveles más altos se encontraron en asfixia, seguido de shock térmico e *ike jime*.

Al dps 7, los niveles de proteína se mantuvieron estables para los casos de asfixia y shock térmico, a diferencia de *ike jime* donde los niveles de proteína son menores. Caso contrario para los niveles de lípidos donde los niveles más altos se presentaron en los peces de menor peso para el caso del presente trabajo *ike jime*, seguido de asfixia y shock térmico.

Para el caso de los dps 13, el nivel más alto de proteína se presentó para el método de asfixia, seguido por shock térmico e *ike jime*. Por otra parte, los niveles más altos de lípidos se presentaron para *ike jime*, seguido de shock térmico y asfixia.

Tabla III. Composiciones bioquímicas de los tratamientos experimentales.

Método de sacrificio	Muestra	D.P.S.	Peso Kg	*Proteínas %	Lípidos %	Cenizas %	Humedad %	*ELN
Asfixia	123 Lomo superior Prueba 1	3	4.25	79.34	6.97	5.12	7.06	8.58
Shock térmico	321 Lomo superior Prueba 1	3	5.3	79.47	6.59	4.93	6.70	9.01
Ikejime	132 Lomo superior Prueba 1	3	4	79.43	3.60	5.86	7.36	11.11
Asfixia	123 Lomo superior Prueba 2	7	5	74.62	8.45	4.88	11.46	12.05
Shock térmico	321 Lomo superior Prueba 2	7	6.25	72.57	11.02	4.48	10.56	11.94
Ikejime	132 Lomo superior Prueba 2	7	4.9	68.57	11.19	5.07	11.44	15.17
Asfixia	123 Lomo superior Prueba 3	13	5	72.64	3.38	6.13	13.47	17.85
Shock térmico	321 Lomo superior Prueba 3	13	5.45	73.24	4.97	6.13	11.28	15.66
Ikejime	132 Lomo Superior Prueba 3	13	5.8	73.41	6.29	6.15	11.63	14.15
Asfixia	123 Lomo inferior Prueba 1	3	4.25	66.96	22.04	4.21	6.24	6.79
Shock térmico	321 Lomo inferior Prueba 1	3	5.3	69.69	17.65	4.35	6.45	8.31
Ikejime	132 Lomo inferior prueba 1	3	4	77.99	5.71	5.74	7.73	10.56
Asfixia	123 Lomo inferior Prueba 2	7	5	62.52	20.56	4.03	12.62	12.88
Shock térmico	321 Lomo inferior Prueba 2	7	6.25	62.06	13.45	4.86	14.85	19.62
Ikejime	132 Lomo inferior prueba 2	7	4.9	59.80	22.78	3.63	13.59	13.79
Asfixia	123 Lomo inferior Prueba 3	13	5	73.55	2.71	5.45	13.51	18.28
Shock térmico	321 Lomo inferior Prueba 3	13	5.45	69.88	8.57	5.05	15.72	16.50
Ikejime	132 Lomo inferior prueba 3	13	5.8	63.24	18.30	4.44	10.32	14.01

DPS. Día Post Sacrificio

10.4 Evaluar la viabilidad técnico-financiera del sacrificio con la técnica de *ike jime* para las especies utilizadas.

Con un total de ocho entrevistas a pescadores de la zona de estudio y comercializadoras locales, se recopilaron datos para los costos de viaje de pesca como comida, gasolina, hielo, carnada y aceite. Así como cantidades y precios de captura de la zona de estudio. Los datos corresponden a 12 viajes de pesca, cuatro en los que se empleó *ike jime* como técnica de sacrificio y ocho en donde las capturas se trataron de manera tradicional.

Para el caso de las capturas los rangos oscilan entre los 50 y 300 kg, con una diferencia de 250 kg con un promedio de 134.58 kg por viaje. Para el caso del gasto en combustible los costos oscilan entre \$1,500 y \$4000 con una diferencia de \$2500 entre el valor mínimo y máximo, obteniendo un promedio de \$3,375. De igual manera para la carnada los rangos de costos oscilaron de \$300 a \$800 con una diferencia de \$500, con un promedio de \$408.33. Para los casos de comida hielo y aceite los costos reportados no variaron entre viajes de pesca (Tabla IV).

Tabla IV. Valores promedio de variables de operación de embarcaciones para pesca de escama en Bahía de los Ángeles, para cada una de las estrategias de sacrificio empleadas.

		Kg	Comida	Gas	Hielo	Carnada	Aceite
Con ike jime	Entrevista 1	150	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 2	150	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 3	150	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 4	150	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
Pesca tradicional	Entrevista 1	150	\$700	\$2000	\$1000	\$800	\$200
	Entrevista 2	100	\$700	\$4000	\$1000	\$200	\$200
	Entrevista 3	100	\$700	\$3000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 4	40	\$700	\$2000	\$1000	\$300	\$200
	Entrevista 5	75	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 6	50	\$700	\$1500	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 7	300	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
	Entrevista 8	200	\$700	\$4000	\$1000	\$400	\$200
Promedio		134.58	\$700.00	\$3,375.00	\$1,000.00	\$408.33	\$200.00

En lo que respecta a los precios de compra para el *Ike jime* oscilan entre \$110 y \$140, con una diferencia de \$30 y un promedio de \$125. Para el caso de la pesca tradicional los rangos de precios oscilan de \$45 hasta \$90, con una diferencia de precio de \$45 (Tabla V).

Tabla V. Valores promedio de precios de jurel de castilla (*S. lalandi*) sacrificado con *Ike jime* y con pesca tradicional pagados al pescador en plantas procesadoras en Ensenada Baja California.

Con ike jime	Pesca tradicional
\$ 140.00	\$ 50.00
\$ 130.00	\$ 45.00
\$ 120.00	\$ 60.00
\$ 110.00	\$ 30.00
	\$ 80.00
	\$ 90.00
	\$ 40.00
	\$ 85.00
\$ 125.00	\$ 60.00

En lo que respecta la relación Costo Beneficio (CB) ambos tipos de pesca presentaron un CB mayor a 1, lo cual indica que son rentables. Sin embargo, el método de pesca por medio de *ike jime*, el CB presento un resultado mayor ($\approx 200X$) en comparación con la pesca tradicional. La rentabilidad (*cuasi renta*) de los viajes registrados con sacrificio con *ike jime* rondaron los 11 mil pesos mientras que la pesca tradicional los valores de renta por viaje son rondan los \$2,300. Cabe resaltar que los CV y la productividad (capturas) fue igual para ambas estrategias de pesca por lo que las diferencias se deben solo a un diferencial en el precio de compra (tablas VI y VII).

Tabla VI. Estimación de ingresos y renta por embarcación para pesca de escama aplicando *ike jime* en bahía de los ángeles.

COSTOS DE VIAJE	<i>Ike Jime</i>	Ingresos	
	Promedio		
Comida	\$ 700.00	Kg	134.00
Gasolina	\$ 3,375.00	Precio	\$125.00
Hielo	\$ 1,000.00		
Carnada	\$ 408.33		
Aceite	\$ 200.00		
Costo de viaje	\$ 5,683.33	Ingreso	\$ 16,750.00
Renta por viaje	\$ 11,066.67		CB 2.95

Tabla VII. Estimación de ingresos y renta por embarcación para pesca de escama para pesca tradicional.

COSTOS DE VIAJE	Pesca Tradicional	Ingresos	
	Promedio		
Comida	\$ 700.00	Kg	134.00
Gasolina	\$ 3,375.00	Precio	\$ 60.00
Hielo	\$ 1,000.00		
Carnada	\$ 408.33		

Aceite	\$	200.00		
Costo de viaje	\$	5,683.33	Ingreso	\$ 8,040.00
Renta por viaje	\$	2,356.67		CB 1.41

En este caso las curvas de isobeneficio representan las diferentes combinaciones de precios de compra y cantidad de capturas que producen un nivel de beneficio dado. Para el caso de este trabajo se determinaron dos curvas de isobeneficio, la primera siendo aquella que produce una rentabilidad = \$0 (punto equilibrio) y la segunda aquella que genera una rentabilidad = \$2,356.67 (Renta promedio de un viaje de pesca tradicional). Cualquier combinación de precios y capturas a la izquierda/abajo de las líneas generará una rentabilidad menor a la determinada por la curva de isobeneficio, mientras que valores a la derecha/arriba de la curva producirá rentabilidades superiores a la determinada por la curva de isobeneficio (Figura 29).

En este caso debido a que la rentabilidad de la pesca con sacrificio *ike jime* produce mayor rentabilidad que la pesca tradicional el punto (captura, precio) correspondiente al *ike jime* se encuentra a la derecha de la curva de isobeneficio de la pesca tradicional (Figura 28).

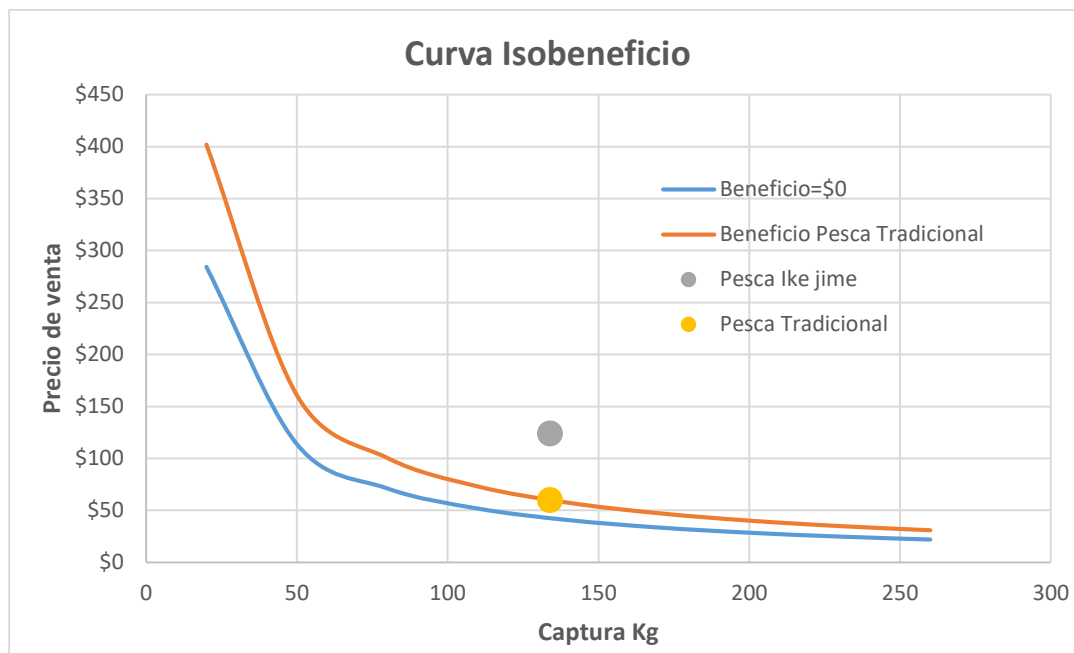


Figura 28. Curvas de isobeneficio para la captura y precio de venta para la pesca de escama en bahía de los ángeles, ike jime (punto gris) y pesca tradicional (punto amarillo).

11. Discusión

Las pruebas hedónicas son también conocidas como pruebas de aceptación hacia el consumidor (Clark et al, 2009). Este tipo de prueba son un componente valioso y necesario, donde se pretenden determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según sea el tipo, permiten medir cuánto agrada o desagrade dicho producto. Este tipo de prueba es muy útil para conocer las propiedades organolépticas de los alimentos a través de los sentidos (Drake, 2007).

En una persona, la evaluación sensorial es innata debido a que desde el momento en que prueba algún producto, se hace un juicio acerca de dicho producto, si gusta o disgusta, donde se describe y reconoce sus características de olor, color, sabor, textura, etc. (Cárdenas, 2014). Es importante que los sentidos se encuentren

bien desarrollados al momento de emitir un resultado objetivo y no subjetivo (García-García *et al.*, 2008).

La aceptabilidad de un producto, por lo general indica el uso real de dicho producto en cuanto a compra y consumo (Ramírez-Nava, 2012). En cuanto al pescado, un análisis sensorial es el método más importante para evaluar la frescura y la calidad, este puede ser aplicado a cualquier tipo de pescado. Para interpretar adecuadamente este análisis hay que tener en cuenta los factores bioquímicos que inciden sobre la descomposición del músculo (Abaroa *et al.* 2008). Los tres principales factores identificados hasta la fecha son: daño físico que puede sufrir el pescado al momento de su captura, temperatura y conservación y contaminación microbiológica (Abaroa *et al.* 2008).

En el presente estudio, se evaluó el efecto de utilizar tres distintos métodos de sacrificio en *S. lalandi* silvestres para determinar su influencia en la calidad del filete, su aceptabilidad hacia el consumidor, la composición nutricional y viabilidad económica (Howgate *et al.*, 1978). Tal como se hipotetizó, los comensales notaron diferencia en cuanto a los atributos organolépticos entre filetes obtenidos del sacrificio con *ike jime* y aquellos obtenidos de organismos sacrificados por medio de asfixia y shock térmico; las preferencias, en lo general, se inclinaron por los filetes obtenidos del *ike jime*. Sin embargo, el implementar una técnica para agregar valor a las capturas conlleva a un riesgo a que el mercado no lo acepte, por lo que es de gran importancia considerar implementar pruebas hedónicas con comensales al azar de distintas áreas con la finalidad de comparar las preferencias de un producto (Sveinsdóttir *et al.*, 2009; Kamari & Shabanpour 2013; Cárdenas, 2014; Kulawik, P. *et al.*, 2019 Beg *et al.*, 2023).

Debido a la naturaleza del tipo de prueba empleado en este trabajo para la aceptabilidad de un producto nuevo destinado para el consumo cada puntaje representa un significado muy distinto uno de otro, por lo que es importante evaluar los atributos por separado. El personal del restaurante manzanilla resaltó que los filetes de shock térmico y asfixia eran para su consumo inmediato o bien para congelación; en cambio, los filetes de *ike jime* aún se encontraban en óptimas condiciones para su preservación en fresco, esto es consistente con lo que se esperaba (Harada, 1988). Así mismo, al momento de finalizar la prueba, el personal del restaurante reconoció que su percepción de calidad en filetes de pescado antes de iniciar la prueba era lo que comúnmente se encuentra en peces sacrificados por asfixia, tal como es de esperarse en pesquería de escama de la región (SEPESCA, 2018).

Todo producto nuevo ofertado al mercado debe de considerar que tan viable es económicamente, debido a que, aunque el producto fuera bien recibido, no tendría sentido optar por ese tipo de método si no resultara económicamente viable (Kulawik, P. et al., 2019). Un análisis de *cuasi renta* otorga un indicio de los factores que motivan al pescador a salir a pescar, donde el pescador puede decidir mantenerse o cambiar de actividad (Seijio, 1998). Debido a que las capturas con *ike jime* presentan una mejor calidad de los atributos organolépticos, el mercado al que va dirigido otorga mejores precios al pescador, por lo que los ingresos de la especie objetivo (en este caso *S. lalandi*), las rentas por viaje se ven beneficiadas con un mayor estímulo de ingresos. Así mismo, para determinar la viabilidad del tipo de pesca objetivo, los CV se fijaron igual para ambos tipos de pesca, el resultado de la fórmula de CB debe de presentar valores por encima de 1. A pesar que en el

presente trabajo ambos tipos de pesca son rentables, *ike jime* presento un resultado 209.21% superior en comparación con la pesca tradicional.

Sin embargo, cabe resaltar que si bien se detectó un sobreprecio del producto sacrificado con la técnica de *ike jime* se desconoce la cantidad de producto que el mercado pudiera absorber puesto que se desconoce la magnitud de la demanda de este tipo de producto, presumiblemente debido a que esta técnica no es tan difundida es de esperar que la demanda sea poca (Clouette 2022). En cuanto la interacción sobre la oferta y la demanda el equilibrio en precio es el único precio donde se llega a un acuerdo entre los consumidores y los productores, donde la cantidad de producto que compran los consumidores y la cantidad de demanda es igual a la cantidad que ofrecen los productores (Olivera 1962). Esta cantidad común se le conoce como cantidad de equilibrio, cualquier precio diferente, la cantidad demandada no iguala la cantidad ofrecida, por lo que en ese escenario el mercado no estará en equilibrio. Esto es importante debido a que, si bien el implementar el método *ike jime* como método de sacrificio en peces es rentable, puede presentarse el escenario donde el sobreprecio que ofrece este método se pueda disminuir al momento en que los pescadores se incentiven a migrar a utilizar solamente este método y saturar la demanda actual de este tipo de productos (Jones, 2002).

Así mismo es importante mencionar que los rangos de precios están ligados a la demanda del mercado, calidad, volumen y estos pueden cambiar conforme la estacionalidad del año. Un buen incentivo para que la demanda del producto incremente es la difusión de contenido de los beneficios que se puede obtener al implementar *ike jime*, así como capacitaciones para identificar las cualidades

ideales para identificar un filete de *calidad* a través de programas de asesoría y capacitación (Peñalva-Rosales & Solís-Tepexpa, 2021).

De igual manera, el análisis de isobeneficio es una herramienta útil para la toma de decisiones acorde al tipo de sacrificio a implementar con la finalidad de obtener un mayor estímulo económico. si se tiene alguna idea general de los precios y las capturas esperadas (Louderback, 1990).

La consideración del bienestar en animales acuáticos ha sido tema de consideración en años recientes, por lo que cada vez se sustenta la necesidad de comprender, proteger y mejorar el bienestar animal de animales que sean destinados para consumo (Saraiva *et al.*, 2019). El bienestar animal también es reconocido cada vez más como parte una integral de la sostenibilidad, así como una alta prioridad para los consumidores en el mundo. Así mismo, los productos alimenticios que contengan un etiquetado de bienestar animal tienen un precio *Premium* en mercados de Asia, América y la Unión Europea (Miranda-de la Lama *et al.*, 2019).

La transparencia en la trazabilidad de los alimentos ha ido tomando gran relevancia para los consumidores en los últimos años, como el origen del mismo, credibilidad y calidad. Esto para asegurar al consumidor que la adquisición de un producto objetivo sea por lo que está pagando. Sin embargo, se desconoce los puntos de riesgo de la cadena de custodia para los productos pesqueros que utilicen *ike jime* como método de sacrificio. Por lo que es pertinente si se busca expandir el mercado de los productos sacrificados por *ike jime* se identifiquen, y mitiguen, los riesgos de sustitución y mezcla de productos con diferente tipo de manejo para asegurar al consumidor que está recibiendo pesca *ike jime*.

Es importante que las estrategias comerciales que busquen aumentar el precio de las capturas vengán acompañadas de medidas de manejo pesquero para regular los niveles de explotación, ya que el sobreprecio en condiciones de acceso abierto se traduce en un incentivo hacia la sobre explotación (Ponce-Díaz *et al.*, 2021).

El presente trabajo muestra una propuesta prometedora para la generación de valor agregado en peces marinos de importancia comercial, debido a que este no requiere de un procesamiento en plantas, maquinaria o marcas lo que facilitaría su adopción en pesquerías de pequeña escala y en consecuencia baja tecnificación.

Así mismo, la composición nutricional es un tema relevante en este tipo de trabajo debido a las nuevas demandas de mercado con etiquetas de valor agregado, por lo que algunos autores han documentado que el sacrificio de especies mediante diferentes técnicas influye en la calidad nutricional del producto final. En el presente estudio se analizaron los niveles de proteína, lípidos, cenizas y humedad de cada uno de los filetes de *S. lalandi* a los 3, 7 y 13 dps y se observó que se mantenía el nivel de proteína en los filetes sin importar el método de sacrificio, sin embargo, si se observó una disminución en los niveles de lípidos en los filetes sacrificados mediante shock térmico y asfixia con respecto al método *Ike jime*. Los análisis de calidad nutricional se considera un aspecto muy importante en el control de cualquier alimento que va de manera directa al consumidor, en especial para humanos. En el caso del pescado la composición nutricional química varía de manera considerable entre las diferentes especies e incluso entre individuos de la misma especie, dependiendo de la edad, sexo, tamaño, medio ambiente y época del año, por lo cual, los resultados encontrados en el presente estudio se deban

precisamente a las características mencionadas (Valls, 2007). así mismo, Valls *et al.*, 2008, mencionan que el método de conservación del producto puede inferir en el contenido de grasa en filetes, ya que puede tener un efecto en sobre la estabilidad del producto, debido a la oxidación de su grasa lo que ocasionaría una mala calidad del producto.

De acuerdo con Guerra y Marín 2002, las características del producto como la talla y peso son importantes para poder determinar la calidad del producto, ya que estos parámetros aportan información sobre si los filetes provienen de organismos jóvenes o adultos. En el presente estudio, el peso menor de *S. lalandi* fue de 4.0 kg, mientras que el de mayor peso fue de 6.25 kg, siendo una diferencia de 2.25 kg de diferencia, lo que podría estarnos indicando que los pescados utilizados en el presente estudio corresponden a organismos jóvenes y adultos, lo cual influye en el rendimiento de los filetes, así como en su composición nutricional.

12. Conclusiones

En el presente estudio se utilizaron distintas técnicas de sacrificio empleadas en la industria, donde en todas ellas el organismo sufre distintos niveles de estrés durante el desenlace de implementar los métodos de sacrificio.

Los resultados de este trabajo demostraron que el sacrificio con *ike jime* permitió reducir el tiempo de muerte del pez a menos de 1 minuto, y así interrumpir procesos derivados del estrés, esto resultó en una mejor calidad del filete.

En cuanto a la composición nutricional, los niveles de proteína, lípidos, ceniza y humedad de cada filete de *S. lalandi* a los 3, 7 y 13 dps. Los niveles de proteína se mantuvieron sin importar el método de sacrificio, a diferencia en los niveles de lípidos donde asfixia y shock térmico disminuyeron en comparación con *ike jime*.

Así mismo, a través de las pruebas orientadas al consumidor, los resultados indicaron la preferencia de los comensales para el método de sacrificio *ike jime* para todos los atributos de calidad (olor, color, sabor y textura) en comparación con los métodos de asfixia y shock térmico.

De igual manera en cuanto la viabilidad financiera, a través del análisis *cuasi renta*, *ike jime* resulto con un mayor CB que la pesca tradicional. Sin embargo, se desconoce la demanda actual de productos *ike jime* debido a ser un método de sacrificio reciente en el mercado nacional.

Los resultados de este trabajo nos permiten concluir que el sacrificio con *ike jime* incrementó la calidad del producto; que éste tuvo una buena aceptación por parte de los comensales y que se obtuvo un beneficio financiero mayor que con las otras técnicas de sacrificio.

A pesar de lo promisorio que la práctica es, queda pendiente investigar aspectos como: las implicaciones sobre la sostenibilidad de pesquerías de escama derivado del incremento del valor de las capturas por aplicación del método de sacrificio *ike jime*; los riesgos de la cadena de custodia del producto sacrificado con la técnica *Ike jime* a lo largo de la red de suministro.

13 Referencias

- Abaroa, M.C., V.B. Pérez, A.Z. González, X. Aboitiz, C. Bald, S. Riesco & N. Picaza. (2008). Frescura del pescado: Guía visual para su evaluación sensorial. AZTITecnalía, España, 14 pp.
- Addis, M. F., Pisanu, S., Preziosa, E., Bernardini, G., Pagnozzi, D., Roggio, T., Terova, G. (2012). 2D DIGE/MS to investigate the impact of slaughtering techniques on postmortem integrity of fish filet proteins. *Journal of Proteomics*, 75 (12), 3654–3664 p.
- Ando, M.; Banno, A., Haitani, M., Hirai, H., Nakagawa, T., Makinodan, Y. (1996). Influence on post-mortem rigor of fish body and muscular ATP consumption by the destruction of spinal cord in several fishes. *Fisheries Science*. 62, 796–799 p.
- Ando M., Joka M., Mochizuki S., Satoh K., Tsukamasa Y, Makinodan, Y. (2001). Influence of struggling to death on the structural change of chub mackerel muscle during chilled storage. *Fisheries Science*. 67: 744–751 p.
- Ando M., Shigemura Y., Tsukamasa Y., & Makinodan Y. (2002). Trials for keep the fish muscle quality during chilled storage. *Fisheries Science*. 68, 1343-1346 p.
- AOAC (1990). Métodos Oficiales de Análisis (15th edn), ed. K. Helrich. Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, Inc., Arlington, VA, USA.
- Arroyo Mora, D., Hamada, Y., Okamoto, A., Tateishi, A., & Tachibana, K. (2007). Characteristics of burnt meat in cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Fisheries Science*, 73 (3), 651–659 p.

- Beg, M. M., Roy, S. M., Moulick, S., & Mandal, B. (2023). Quality evaluation of organically farmed fish fillet of Indian major carps. *Aquaculture International*, 1-19.
- Choi, S. E. (2013). Chapter 3: Sensory Evaluation. Food Science: An Ecological Approach. Sari Edelstein 1st edition. *Jones and Bartlett Learning*. 554 p.
- Cárdenas, S. (2014). Evaluación Sensorial Hedónica de Pescado. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Cádiz. 1-13 p.
- Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (2009). The Sensory Evaluation of Dairy Products. Second Edition. USA. Springer. 576 pp.
- Clouette, F. (2022). From “noble” to “ugly” but “well-worked” fish—food morals in the Breton fish landings. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 103(4), 393-416 p.
- CONAPESCA. (2021). ANUARIO ESTADÍSTICO DE ACUACULTURA Y PESCA 2021. México. 292 pp.
- Drake, M. A. (2007). Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science*, 90 (11), 4925–4937 p.
- Erikson, U. (2008). Live Chilling and Carbon Dioxide Sedation at Slaughter of Farmed Atlantic Salmon: A Description of a Number of Commercial Case Studies. *Journal of Applied Aquaculture*, 20(1), 38–61p.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.M. (1957) A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509 p.

- Franks, B., Ewell, C., & Jacquet, J. (2021). Animal welfare risks of global aquaculture. *Science Advances*, 7(14), 7 p.
- García-García, B., Hernández, M.D., Cárdenas, S. (2008) Análisis sensorial de 5 especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras de España. *Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Medio Marino*. Madrid. 64 pp.
- Guerra, A. & Marín, G. (2002). Algunos aspectos biológicos y pesqueros del lebranche (*Mugil liza*) en la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. (2002). *Zoot. Trop*, 20(3), 287-305 p.
- Harada, K. (1988). Presenting fish for sale on the Japanese market. *Aust Fish*, 47(6), 38-43 p.
- Howgate, P. (1978). Measuring the quality and acceptability of fish products. Aberdeen: *Torry Research Station*. 449-460 p.
- Iwama, G.K., (2007). The welfare of fish. *Dis. Aquat. Org.* 75, 155–158 p
- Jones, C. (2002). introduction To Economic Growth 2nd Edition. *WW Norton & Company*. New York. 256 pp.
- Kamari, S., & Shabanpour, B. (2013). Development and sensory evaluation of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fish based snack food. *World Journal of Fish and Marine*, 5(6), 670-673 p.
- Kulawik, P., Tkaczewska, J., Zajac, M., Szymkowiak, A., & Migdal, W. (2019). Sushi from common carp (*Cyprinus Carpio*): preparation method, consumer acceptance and economic and financial viability. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 43(2), 157-172 p.

- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory Evaluation of Food. *Food Science Text Series*. Second Edition. 600 pp.
- Nakayama, T., Toyoda, T., Ooi, A. (1996). Delay in rigor mortis of red sea-bream by spinal cord destruction. *Fisheries Science*, 62, 478–482 p.
- Nakayama, T., Ooguchi, N., & Ooi, A. (1999). Change in Rigor Mortis of Red Sea-Bream Dependent on Season and Killing Method. *Fisheries Science*, 65(2), 284–290 p.
- Miranda-de la Lama, G. C., Estévez-Moreno, L. X., Villarroel, M., Rayas-Amor, A. A., María, G. A., & Sepúlveda, W. S. (2019). Consumer attitudes toward animal welfare-friendly products and willingness to pay: Exploration of Mexican market segments. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 22(1), 13-25 p.
- Montoya Robles, M. D. J. (2013). Comunicación organizacional: la relación consumidores y medios para la promoción de productos pesqueros de Baja California, México. XII Congreso Latinoamericano de Investigadores de la Comunicación, Lima, Perú. 21 pp
- Lee, C.-L., Kominami, & Ushio, H. (2021). Mechanism of Delayed Convulsion in Fish: The Actions of Norepinephrine in Spinal Cord. *Fishes*, 6, 12 p.
- Louderback, J. G. (1990). ISO-profit curves for two-variable sensitivity analysis. *Journal of Accounting Education*, 8(1), 105–114 p.
- Lehel O., Yaucat-Guendi R., Darnay L., Palotás P. & Lacza P. (2020): Possible food safety hazards of ready-to-eat raw fish containing product (*sushi*, *sashimi*). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 61(5), 867-888 p.

- Olivera, J. H. (1962). Equilibrio monetario y ajuste internacional. *Desarrollo Económico*, 45-60 p.
- Pamitran, A. S., Ardiansyah, H. D., & Novviali, M. (2013). Characteristics of Sea-Water Ice Slurry for Cooling of Fish. *Applied Mechanics and Materials*, 388, 123–127 p.
- Peñalva-Rosales & Solís-Tepexpa, (2021). SmartFish AC, rescate de valor de la pesca responsable Ecoinnovar en Baja California. Carrillo González G. C. & Rios Estrada R. S. Estructura metodológica para el análisis de la eco innovación en organizaciones locales UAM. 229 pp.
- Poli B. M., Parisi G., Scappini F., and Zampacavallo G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*.13, 29-49 p.
- Pons-Sánchez-Cascado S., Vidal-Carou M. C., Nunes M. L., Veciana-Nogues M T. (2006). Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Cont* ,17(7). 564-569 p.
- Ponce-Díaz, G., Vergara-Solana, F. J., & Aranceta-Garza, F. (2021). Bioeconomic Analysis of Fishery Management Objectives Considering Changes in Selling Price. *Economía: teoría y práctica*, (55), 149-170 p.
- Ramírez-Navas, J. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*. 12, 83-102 p.
- Ribas, L., Flos, R., Reig, L., MacKenzie, S., Barton, B. A., Tort, L. (2007). Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea*

- senegalensis*) before slaughter: Stress responses and final product quality. *Aquaculture*, 269, (1–4), 14 p.
- Robb, D., & Kestin, S. (2002). Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed. *Animal Welfare*, 11(3), 269-282 p.
- Salazar-Duque, D., Holguín, J. P., Estrella I., A. y Lomas Martínez, G. 2019. Mejoramiento de la calidad en la carne de la trucha arcoíris mediante la técnica de sacrificio *Ike jime*: caso Ecuador. *CIENCIA ergo-sum*, 26(1), 14 pp.
- Santaella, M., martinez graciá, C., Periago, M. J., & Santaella, J. 2012. Evaluación sensorial de diferentes presentaciones comerciales de dorada (*Sparus aurata* L.) de acuicultura. *Anales de Veterinaria de Murcia*. 28 pp.
- Saraiva, J. L., Arechavala-Lopez, P., Castanheira, M. F., Volstorf, J., & Heinzpeter Studer, B. (2019). A global assessment of welfare in farmed fishes: The FishEthoBase. *Fishes*, 4(2), 30 pp.
- Seijo, J.C., O. Defeo, & S. Salas. (1998). Fisheries Bio -economics: Theory, Modelling and Management. *FAO Technical Fisheries Document Number 368*.
- SEPESCA, (2018). Carta Estatal Pesquera de Baja California México. México. 233pp.
- Sveinsdóttir, K., Martinsdóttir, E., Green-Petersen, D., Hyldig, G., Schelvis, R., & Delahunty, C. (2009). Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. *Food Quality and Preference*, 20(2), 120–132 p.

- Valls, J., Paredes, A., González, D. (2006). Estabilidad de filetes de sardina (*Sardinella aurita* V.) en almacenamiento congelado a -18° C. *FCV-LUZ*. XVI (2): 176-185 p.
- Van De Vis H., Kestin S., Robb D., Oehlenschläger J., Lambooij B., Münkner W., Kuhlmann H., Kloosterboer K., Tejada M., Huidobro A., Otterå H., Roth B., Sørensen N. K., Akse L., Byrne H. & Nesvadba P. (2003). Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research*, 34(3), 211-220 p.

Anexos

Nombre: _____
Fecha: _____

Instrucciones

Frente a usted se representan tres muestras de filetes de pescado. Observe y pruebe cada una de las muestras yendo de izquierda a derecha. Por favor indique el grado en cuanto gusta o disgusta cada atributo de cada muestra conforme al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en cada línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Prueba	Calificación para cada atributo			
	Olor	Sabor	Color	Textura
123				
321				
132				

Anexo I. Boleta para una prueba hedónica de 5 puntos para evaluar atributos sensoriales para filetes de pescado (Modificado de Ramírez-Nava, 2012).