

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)



EFFECTO DE LA MANIPULACIÓN A BORDO DE LAS EMBARCACIONES EN LA
CONSERVACIÓN DE LA FRESCURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA
CORVINA PICUDA (*CYNOSCION PHOXOCEPHALUS*), CAPTURADA
ARTESANALMENTE EN EL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA.

FABIÁN CHAVARRÍA SOLERA

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

San José, Costa Rica

Marzo 2012

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos.

Dr. Javier Berterreche
PROFESOR TUTOR

M.Sc. Rosa Lidia Soto Rojas
LECTOR No.1

Fabián Chavarría Solera
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Este Proyecto Final de Graduación se lo dedico a mi Padre y Madre que siempre me han apoyado, así como a mi novia y futura esposa por su comprensión y ayuda incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por haberme dado la gran oportunidad de realizar esta maestría.

A la Estación de Biología Marina de la Universidad Nacional por proporcionar la infraestructura y equipo necesario para los análisis.

Así como a todos los que hicieron posible la realización del presente trabajo, entre ellos:

El Dr. Javier Berterreche, por la tutoría del proyecto.

La M.Sc. Rosa Lidia Soto, por aceptar y llevar a cabo la lectoría del proyecto, así como por sus acertadas correcciones, sugerencias y comentarios.

Al Lic. Cristian Fonseca, por sus recomendaciones y revisión preliminar del posible título, objetivos, actividades y metodología del proyecto.

A la Bach. Angie Zavala y la señorita Pricilla Zavala, por su importantísima ayuda en el trabajo de campo y la codificación de las encuestas.

El Bach. Fernando Mejía, por su importante ayuda con el análisis estadístico.

A la Bach. Rebeca Quesada, por su ayuda en el trabajo de laboratorio, así como por el excelente trabajo en la elaboración del mapa de las zonas y puntos de muestreo.

La Licda. Hania Vega, por la ayuda en la elaboración del mapa de las zonas y puntos de muestreo.

Al capitán Orlando Torres, por su ayuda en las giras al mar para realizar las inspecciones a las embarcaciones y conseguir la muestra de corvinas, sin las cuales no se hubiera podido llevar a cabo este proyecto.

A todos los pescadores artesanales del Golfo de Nicoya, por proporcionarme las muestras de corvina, prestarme su tiempo y suministrarme la información requerida.

¡A todos ellos mil gracias!

ÍNDICE

HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE CUADROS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Antecedentes	15
1.2. Problemática	18
1.3. Justificación del problema	18
1.4. Pregunta de Investigación	18
1.5. Hipótesis	19
1.6. Objetivo general	19
1.7. Objetivos específicos	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. La Corvina Picuda (<i>Cynoscion phoxocephalus</i>)	20
2.2. El pescado y su valor alimenticio	21
2.3. Composición química del pescado	22
2.3.1. Humedad	23
2.3.2. Proteínas	23
2.3.3. Lípidos	24
2.3.4. Carbohidratos	25
2.3.5. Minerales y Vitaminas	26
2.3.6. Valor Calórico	26
2.4. La calidad y frescura en el pescado	27
2.5. Los Cambios bioquímicos <i>post-mortem</i> y la disminución de la frescura en el pescado	30
2.6. Evaluación de la calidad y frescura en el pescado	35
2.6.1. Métodos Químicos	36
2.6.2. Métodos Físicos	38
2.6.3. Métodos sensoriales	41
2.7. Buenas Prácticas de Manipulación (BPM) del producto pesquero	43
2.8. Posibles peligros a la salud debido a una inadecuada manipulación del producto pesquero	45
2.9. Legislación en Costa Rica sobre la manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones	47
3. MARCO METODOLÓGICO	50
3.1. Materiales y métodos	50
3.2. Área de estudio	50
3.3. Encuestas e inspección a pescadores artesanales	51

3.4. Obtención de las muestras y tratamiento inicial del producto en la embarcación	52
3.5. Muestreo en el laboratorio	54
3.6. Análisis Sensorial mediante Método de Índice de Calidad (QIM).....	55
3.7. Determinación de la resistencia eléctrica	56
3.8. Determinación de pH.....	57
3.9. Determinación de Valor K.....	57
3.10. Análisis de composición química	59
3.11. Análisis estadístico de los datos	60
3.12. Definición de propuesta de recomendaciones de mejores prácticas para la conservación de la frescura en el producto pesquero y utilización de la Gestión del Conocimiento.....	60
4. DESARROLLO	61
4.1. Resultados y Discusión	61
4.1.1. Evaluación de la manipulación a bordo de las embarcaciones	61
4.1.2. Cambios en las características sensoriales.	78
4.1.3. Cambios en la resistencia dieléctrica.....	84
4.1.4. Cambios en el valor de pH muscular	86
4.1.5. Cambios en el índice de frescura Valor K.....	89
4.1.6. Variación de la composición química.....	93
4.1.7. Propuesta de recomendaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero a bordo de las embarcaciones.	99
4.1.8. Taller de Buenas Prácticas de Manipulación a bordo de las embarcaciones de pesca artesanal.....	100
5. CONCLUSIONES	102
6. RECOMENDACIONES	105
7. BIBLIOGRAFÍA	107
8. ANEXOS	114
8.1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN.....	114
8.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PFG 2011-2012	116
8.3. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PESCADORES ARTESANALES DEL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA.....	117
8.4. LISTA DE CHEQUEO “Manipulación del producto pesquero en la pesca artesanal”	120
8.5. HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL QIM.....	121
8.6. CRONOGRAMA MUESTREO DE CORVINAS EN EL LABORATORIO	122
8.7. INSTRUMENTO GR TORRYMETER UTILIZADO EN EL ESTUDIO	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corvina Picuda (<i>Cynoscion phoxocephalus</i>).....	20
Figura 2. Secuencia de la degradación <i>post-mortem</i> del ATP en el músculo de pescado.....	32
Figura 3. Ubicación geográfica del área de captura de <i>C. phoxocephalus</i> , comunidades pesqueras encuestadas e inspecciones realizadas a pescadores en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.....	51
Figura 4. Arte de pesca de trasmallo o red agallera.....	52
Figura 5. Tratamiento A, aplicación de buenas prácticas de manipulación al producto pesquero a bordo de la embarcación.....	53
Figura 6. Tratamiento B, manipulación normal del producto pesquero a bordo de la embarcación.....	54
Figura 7. Determinación de la frescura mediante la medición de la resistencia dieléctrica en la carne de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) con GR Torrymeter.....	56
Figura 8. Medición de pH en carne de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) con pH-Metro.....	57
Figura 9. Extracción de los nucleótidos del ATP y sus compuestos de degradación en la carne de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>).....	58
Figura 10. Porcentaje según los lugares donde comercializa el producto pesquero el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	62
Figura 11. Duración de una faena de pesca del pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	63
Figura 12. Porcentaje de embarcaciones artesanales que se encontraban limpias y sucias durante la faena, inspeccionadas mediante listas de chequeo. (n=30).....	64
Figura 13. Embarcación (panga) limpia y adecuada para una buena manipulación del producto pesquero.....	65

Figura 14. Porcentajes según los implementos para manipular el producto pesquero a bordo de la embarcación utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Resultados obtenidos mediante lista de chequeo. a) delantal, b) botas, c) guantes, c) cubre cabello. (n=30)...	66
Figura 15. Porcentajes según los implementos para manipular el producto pesquero a bordo de la embarcación utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Resultados obtenidos mediante encuestas. a) delantal, b) botas, c) guantes, c) cubre cabello. (n=60).....	67
Figura 16. Guantes de tela utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.....	68
Figura 17. Implementos para la manipulación del producto pesquero utilizados durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.....	69.
Figura 18. Porcentaje según el tipo de almacenamiento del producto pesquero a bordo de la embarcación utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Inspeccionados mediante listas de chequeo. a) almacenamiento según eviscerado, b) almacenamiento según proximidad al combustible, c) tipo de almacenamiento. (n=30).....	71
Figura 19. Porcentaje según el lugar de eviscerado del producto pesquero durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	72
Figura 20. Porcentaje según el tiempo que dura el producto pesquero en ser eviscerado durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	72
Figura 21. Almacenamiento del producto pesquero a bordo de las embarcaciones en neveras con poco hielo, utilizadas en una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.....	74
Figura 22. Tipos de almacenamiento inadecuados implementados por algunos pescadores artesanales del Golfo de Nicoya, Costa Rica. a) sobre el piso de la embarcación y cerca del combustible. b) en canasta de plástico cerca del combustible. b) en canasta de plástico sucia y sin eviscerar. d) en balde de plástico sucio. e) en hielera con poco hielo cerca del combustible. f) en hielera sin hielo.....	75
Figura 23. Manipulación inadecuada del producto pesquero implementada por algunos pescadores artesanales del Golfo de Nicoya, Costa Rica. No utilización de guantes adecuados, eviscerado sobre superficie de madera porosa, almacenamiento sin hielo y cerca del combustible, fumado durante la manipulación	76

Figura 24. Porcentaje según tipos de almacenamiento del producto pesquero a bordo de la embarcación utilizado por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	77
Figura 25. Porcentaje sobre el uso del hielo a bordo para conservar el producto pesquero después de la captura por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60).....	77
Figura 26. Cambios en el índice de calidad (QI) de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo (n=2).....	84
Figura 27. Cambios en los valores del Torrymeter según la resistencia dieléctrica de la piel y músculo de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo (n=2).....	86
Figura 28. Cambios en el valor de pH muscular de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo (n=2).....	89
Figura 29. Cambios en el valor K del músculo de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo (n=2).....	92
Figura 30. Cambios en la composición química de la carne de corvina picuda (<i>C. phoxocephalus</i>) almacenada en hielo y según los tratamientos “A” y “B” implementados a bordo de la embarcación. a) Humedad, b) Ceniza, c) Lípidos, d) Proteína. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo (n=2).....	97
Figura 31. Taller Buenas Prácticas de Manipulación a bordo de las embarcaciones de pesca artesanal, realizado en la comunidad pesquera de Puerto Níspero.....	101
Figura 32. GR Torrymeter.....	123

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cambios en las principales características sensoriales de la corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los 30 días de almacenamiento en hielo.....79

Cuadro 2. Cambios en los parámetros de frescura aplicados a la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos “A” y “B” implementados a bordo de la embarcación.....92

Cuadro 3. Cambios en la composición química de la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos “A” y “B” implementados a bordo de la embarcación (Base húmeda).....98

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Tratamiento con BPM a bordo de la embarcación
ADP	Adenosina-5-difosfato
AgCl	Cloruro de plata
AMP	Adenosina-5-monofosfato
ANOVA	Análisis de varianza
ATP	Adenosina-5-trifosfato
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BPM	Buenas prácticas de Manipulación
B	Tratamiento con manipulación normal a bordo de la embarcación
CO₂	Dióxido de carbono
Co	Cobalto
°C	Grado Celsius
DIKT	Datos, información, conocimiento, tecnología
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Fe	Hierro
g	Gramos
HxR	Inosina
Hx	Hipoxantina
H₂O	Agua
IMP	Inosina-5-monofosfato
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
K	Índice de calidad de los pescados refrigerados en porcentaje
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería

mL	Mililitros
N	Latitud norte
NaCl	Cloruro de sodio
nm	Nanómetros
nmol	Nano mol
O	Latitud oeste
OTMA	Oxido de trimetilamina
P	Significancia estadística de las correlaciones estimadas con un nivel de confianza del 95,0% cuando $P < 0.05$.
PP	Primera pequeña
pH	Escala ácido-base
QI	Índice de calidad
QIM	Método del Índice de Calidad (Quality Index Method)
r	Índice de correlación lineal de Pearson ($P < 0.05$)
r.p.m.	Revoluciones por minuto
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
SPSS	Software estadístico
TM	Torrimeter
TMA	Trimetilamina
UE	Unión Europea
UNA	Universidad Nacional
UV	Ultravioleta
Zn	Zinc

RESUMEN EJECUTIVO

La principal preocupación que deben tener los comerciantes de alimentos, entre ellos los pescadores es la distribución de sus productos en condiciones que permitan su consumo sin que ello suponga un riesgo para la salud del consumidor, es decir, todo manipulador de alimentos debe preocuparse de que sus alimentos proporcionados sean inocuos y seguros. Una adecuada manipulación es clave para la consecución de dicho objetivo, impidiendo la alteración o deterioro del alimento, conservando su calidad y valor nutritivo por más tiempo.

El presente proyecto pretende dar cuenta como el pescador artesanal mediante una buena manipulación del producto pesquero al momento de la captura podría conservar por más tiempo su calidad y frescura. Asimismo, se parte del objetivo de determinar el efecto que tiene dicha manipulación a bordo durante la pesca artesanal de la corvina picuda (*C. phoxocephalus*), la cual puede incidir directamente sobre la conservación de su frescura y la composición química, logrando aumentar su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización.

Se implementó un método hipotético-deductivo directo y como experimental. hipotético-deductivo directo porque se tuvo la certeza que con una buena manipulación del pescado desde la primera etapa de la cadena de comercialización (captura) se evita su contaminación con posibles bacterias que aceleran la descomposición, y por lo tanto se puede mantener más fresco el producto por más tiempo. Y experimental porque se realizaron análisis de laboratorio con posterior análisis estadístico de los datos obtenidos para probar esta teoría.

Se evaluó la manipulación y el tipo de almacenamiento que se le da al producto pesquero en términos de calidad e inocuidad al momento de su captura por parte del pescador artesanal. Para ello se utilizó como instrumento metodológico para la obtención de información primaria una encuesta del tipo cerrada, así como una lista de chequeo, ambas dirigidas a los pescadores artesanales de la zona del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Según los resultados obtenidos en esta parte de la investigación se determinó que la manipulación no es la más adecuada, esto debido a consideraciones evaluadas y observadas como limpieza de las embarcaciones, implementos utilizados, eviscerado, tipo de almacenamiento y utilización de hielo.

En cuanto a la parte experimental, se comparó la vida útil en cuanto a la conservación de la frescura, y el comportamiento de la composición química proximal en un lote de corvina al que se le trato con buenas prácticas de manipulación (tratamiento A) con otro manipulado en condiciones que son

normalmente aplicadas por los pescadores artesanales (tratamiento B). Para ello se determinaron cuatro índices para evaluar la frescura del producto a lo largo del almacenamiento en hielo: sensorial QIM, pH, Torrymeter y valor K.

En los resultados obtenidos para el tratamiento A, el grado de calidad de la corvina picuda de acuerdo a las características sensoriales, se mantuvo de excelente a buena por un tiempo de 15 días, después de este periodo la pérdida de frescura se observa en los ojos, ya que se detectan un poco opacos y sumidos, no obstante, se mantiene en calidad entre buena y aceptable hasta los 21 días, al igual que el olor y el color de la cavidad abdominal. En cuanto al tratamiento B estas mismas características fueron apreciadas a los 9 y 15 días respectivamente.

Para el tratamiento A la corvina picuda almacenada en hielo fue declarada no apta para el consumo luego de 21 días, con un valor QI de 13.5, un pH alrededor de 7, un valor K de 39.49% y lectura de 5.7 para el Torrymeter. Para el tratamiento B esta especie se consideró no apta para el consumo luego de 15 días, con un valor QI de 15.3, un pH de 7, un valor K de 43.18% y lectura de 5.9 para el Torrymeter. De estos parámetros evaluados se pudo concluir que la corvina picuda puede comercializarse hasta por un periodo de 21 días en condiciones aceptables, si las prácticas de manipulación y manejo poscaptura en la especie son adecuadas, observándose un alargamiento de la vida útil de 6 días para los ejemplares almacenados en hielo y que se les aplicó el tratamiento de BPM.

Todos estos índices de frescura mostraron correlaciones significativas con el tiempo de almacenamiento, así como entre sí mismas ($P < 0.05$). En cuanto a la composición química, a excepción de los lípidos se obtuvieron correlaciones significativas entre los componentes porcentuales y el tiempo de almacenamiento en hielo, así también con los índices de calidad evaluados ($P < 0.05$). Estos resultados demuestran como se ve afectada la calidad nutricional conforme se pierde frescura y se incrementa la degradación del pescado durante el almacenamiento, sin embargo no se obtuvo diferencia apreciable entre ambos tratamientos.

Por último, se definió una propuesta de recomendaciones de mejores prácticas de manipulación para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero. Posteriormente se realizó un taller de Buenas Prácticas de Manipulación a bordo de las embarcaciones, orientado al sector de interés en este estudio, el sector pesquero artesanal. Esta investigación surge como necesidad de los pescadores artesanales por aumentar sus ingresos, al poder comercializar de primera mano un producto seguro y de alta calidad.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Costa Rica el Golfo de Nicoya ha sido siempre una de las mayores fuentes de productos pesqueros. Ubicado en la Costa Pacífica, es un estuario tropical que cubre un área de 1.500 km²; tiene una alta productividad primaria y abundante población de manglares. Debido a estas características, en la zona se da una gran dinámica de comercialización de productos de la pesca, teniendo a la Ciudad de Puntarenas como el máximo centro de comercialización de la región. De la actividad pesquera depende económicamente gran parte de la población de la zona, distribuida en una serie de comunidades pesqueras, en su mayoría pesquerías artesanales de bajos recursos tales como Tárcoles, Punta Morales, Chomes, Costa Pájaros, Isla Venado, Isla Chira y Puerto Níspero entre los principales. Se considera que gran parte de la población depende del recurso pesquero del Golfo de Nicoya, ya sean como pescadores, comerciantes, transportistas, trabajadores de plantas y centros de acopio. (INCOPECA 2006)

Estos productos pesqueros según INCOPECA (2006) han constituido uno de los rubros económicos de mayor importancia, entre éstos: el Pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), la Corvina reina (*Cynoscion albus*), Corvina cola amarilla (*Cynoscion stolzmannii*), Corvina aguada (*Cynoscion squamipinnis*), Corvina picuda (*Cynoscion phoxocephalus*), la Macarela (*Scomberomorus sierra*) y la Barracuda (*Sphyraena ensis*), todos destacados por su gran demanda en el mercado. Estos productos pesqueros se encuentran entre los alimentos de gran valor nutricional y desempeñan un papel fundamental respecto a la alimentación (FAO 2010).

Sin embargo, actualmente la comercialización del pescado sufre una serie de dificultades desde el punto de vista higiénico-sanitario ya que son considerados

alimentos muy perecederos debido a su composición química, al pH poco ácido de su carne y a su alto contenido de agua, lo cual también genera pérdidas poscaptura debido al deterioro (Huss 1998). Esto implica un mayor cuidado en el manejo de la mercancía, extremándose los cuidados de manipulación y medidas higiénicas desde la captura en el mar, asegurándose que se mantenga su calidad al conservarse lo más fresco posible cuando llega a puerto para continuar con la cadena de comercialización hasta la llegada del alimento a la mesa del consumidor. En este aspecto, cuando se referencia a la calidad alimentaria, el término involucra un conjunto de propiedades de un alimento (nutritivas, higiénicas, sanitarias, tecnológicas, sensoriales, entre otras), que influyen notablemente en su aceptabilidad al momento de la adquisición o consumo (Agüeria 2008).

Los productos cárnicos marinos raramente son el origen de enfermedades en el hombre, pero como se mencionó anteriormente, son extremadamente perecederos, tienden a sufrir más la desnaturalización y la descomposición con respecto a otros productos cárnicos, además son muy inestables desde el punto de vista de la calidad (Ishihara s.f.), motivo por el cual son muy vulnerables a manipularse en estado “alterado”, lo que representa un alto riesgo para la salud de los consumidores. Lo anterior nos obliga al aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros con lo que finalmente se garantice que sean productos alimenticios seguros y saludables (Galán *et al.* s.f.)

Los recursos pesqueros según Agüeria (2008) constituyen una fuente vital de alimentos, empleo, recreación y comercio tanto para las generaciones presentes como las futuras, por lo tanto la utilización de los mismos debería llevarse a cabo de manera sensata. En este aspecto, el Código de Conducta para la pesca responsable (FAO 1995) propone la conservación de los sistemas acuáticos y el desarrollo de una pesca prudente a largo plazo, teniendo en cuenta una diversidad de factores, biológicos, ambientales, tecnológicos, económicos, sociales y

comerciales. En esta visión integradora se incluye el compromiso de conservar las capturas en buenas condiciones, evitando que se deterioren y sean desaprovechadas al tratarse de forma inadecuada.

Según Graham *et al* (1993) Los requisitos importantes para mantener el pescado por más tiempo es enfriarlo rápidamente en cuanto se ha capturado. Además de mantener un buen nivel de limpieza en la cubierta, en la zona de manipulación y en particular, en la bodega, nevera o zona de almacenamiento. Puesto que el pescado comienza a alterarse y deteriorarse en el momento que muere, el descuido a bordo, incluso en viajes de pesca breves, puede ser motivo del deterioro en pocas horas.

Es por lo anterior que el pescador es, en gran parte, responsable del grado de frescura e inocuidad y por lo tanto de la calidad del producto que llega al consumidor. Se dice que para una buena conservación del producto pesquero, es conveniente usar temperaturas de almacenamiento y distribución cercanas a 0 °C. Sin embargo, los científicos están en búsqueda de nuevos métodos para preservar o extender la vida útil de los productos pesqueros. (Ashie *et al.* 1996).

Esta investigación está enfocada a determinar cómo se puede ver afectada la composición química y la frescura, esta última como indicador de vida útil y por ende de la calidad del producto pesquero, esto según el tratamiento que se le dé desde la primera etapa de la condena de comercialización, teniendo a la pesca artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica como punto calve para la investigación, así como una de las especies de interés comercial en la zona, la corvina picuda (*C. phoxocephalus*).

Por su parte, se pone de manifiesto el tipo de manipulación actual que se le está dando al producto, con el fin de conocer la realidad en cuanto al tipo de manejo y manipulación que se le dan a estos productos alimenticios altamente perecederos y poder intervenir, haciendo recomendaciones para una adecuada manipulación

del producto que le dé una mayor vida útil y por consiguiente un mayor valor agregado.

1.2. Problemática.

La seguridad de los alimentos se ha convertido en un tema prioritario para la cadena de abastecimiento de los productos pesqueros. Sin embargo, existe muy poca información sobre las condiciones más adecuadas para su manipulación durante la captura, pos-captura y vida de anaquel de las especies pesqueras de mayor comercialización. Con respecto a la captura, la mayor parte de la información que conoce el pescador es de uso común y sin soporte científico. Debido a esta falta de conocimiento científico el productor primario (el sector pesquero artesanal) no le da al producto una adecuada manipulación a bordo, aspecto de gran importancia para aumentar su vida útil, evitando su pronto deterioro al no estar contaminado con posibles microorganismos que aceleren su descomposición y por el contrario se mantenga una mayor frescura a lo largo de la cadena de comercialización.

1.3. Justificación del problema

Poder mantener la calidad de los productos pesqueros obtenidos de la pesca artesanal, mediante una adecuada manipulación desde el inicio de su etapa de comercialización, permitiendo incrementar su vida útil a lo largo de la cadena al conservar por más tiempo su frescura y composición nutricional, obteniéndose un producto diferenciado comercialmente y con lo cual se pueda ver beneficiado el consumidor, así como también económicamente el sector pesquero artesanal.

1.4. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto de la manipulación a bordo de las embarcaciones sobre la calidad en cuanto a frescura como indicador de vida útil en la cadena de comercialización, así como en la composición bioquímica nutricional de la corvina picuda (*C. phoxocephalus*)?

1.5. Hipótesis

Una adecuada manipulación del producto pesquero a bordo de la embarcación por parte de pescador artesanal en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, permite mantener la calidad del producto, al conservar su frescura y componentes nutricionales por más tiempo, aumentando así su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización.

1.6. Objetivo general

- Determinar el efecto de la manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones artesanales sobre la conservación de la frescura y la composición química, logrando aumentar su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización.

1.7. Objetivos específicos

- Evaluar el manejo y la manipulación que se le da al producto pesquero en términos de calidad e inocuidad al momento de su captura por parte del pescador artesanal del Golfo de Nicoya.
- Comparar la vida útil en cuanto a la conservación de la frescura, y el comportamiento de la composición química nutricional en un lote de corvina picuda tratado a bordo, con buenas prácticas de manipulación con otro lote manipulado en forma normalmente implementada por el pescador artesanal.
- Definir una propuesta de recomendaciones de buenas prácticas de manipulación a bordo de las embarcaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Corvina Picuda (*Cynoscion phoxocephalus*)

La especie, *C. phoxocephalus* pertenece a la familia *Scianidae* (Figura 1) cuyos miembros se conocen comúnmente como “corvina”. Se encuentran presentes en todo el mundo; casi en su totalidad son de aguas tropicales. Habitan en aguas cercanas a la costa sobre fondos arenosos y lodosos a poca profundidad, pero algunas viven en aguas profundas entre los 100 y 600 m, (INCOPECA *et al.* 2007). También se les encuentra en ríos, lagos, lagunas y estuarios., se alimenta de sardinas, camarones, cefalópodos, peses y calamares pequeños. Son carnívoras y en su mayoría comestibles, algunas son de carne muy apetecida y apreciada por su buen sabor y de gran importancia comercial en todo Centro América. (Jiménez 1981). Estas especies utilizan los estuarios como zonas estacionales de crecimiento durante su fase juvenil y como áreas de nutrición en su fase adulta. En el Golfo de Nicoya los scianidos constituyen la comunidad más numerosa, tanto en número de especies como en número de individuos. (Madrigal 1979)



Figura 1. Corvina Picuda (*Cynoscion phoxocephalus*)

C. phoxocephalus es una especie estenohalínica al presentar poca tolerancia a las variaciones en la concentración de sales; generalmente se encuentra en aguas de

mayor salinidad. Entre las características físicas que presenta esta especie están: una cabeza cónica, poco comprimida, parte dorsal del cuerpo color gris metálico, lados plateados, aletas dorsal y caudal oscuras; aletas pectoral, ventral, anal y parte posterior ventral ligeramente anaranjado. Se pesca en cantidades importantes en la parte interna del Golfo y en menor cantidad en la parte superior, con red agallera de malla de 3.50, 7.00 y 8.00 cm. También es capturada frecuentemente con red de arrastre y ocasionalmente con cuerda en la parte inferior del Golfo. (Araya 1984)

Igual que todos los peces, los sciaénidos se clasifican en grupos comerciales con base en la calidad de la carne, peso eviscerado, forma y coloración. Según Araya (1983) las corvinas reina, *C. albus* y la coliamarilla, *C. stolzmanni*, se incluyen en el grupo comercial primera grande cuando su peso es de 2,27 Kg o mayor, los tamaños menores a 2,27 Kg se incluyen con las demás especies del género *Cynoscion* y la especie *Nebris occidentalis* en el grupo primera pequeña. Son los grupos comerciales mejor pagados al pescador por la excelente calidad de la carne.

Los desembarques de la flota artesanal en el Golfo de Nicoya en el año 2005 fueron de 122 toneladas de *C. phoxocephalus* capturadas usando trasmallo (INCOPECA *et al.* 2007). La familia *Sciaenidae* representa una importante fuente económica y alimenticia. Esto debido a que presentan un alto valor comercial para el pescador, sobre todo las de mayor talla, y también es apreciada como alimento para pobladores de la zona.

2.2. El pescado y su valor alimenticio

En los últimos años, el consumo de alimentos de origen marino ha aumentado considerablemente. A escala mundial, la pesca de captura y la acuicultura suministraron aproximadamente 142 millones de toneladas de pescado para

consumo humano en el 2008, el equivalente a 17 Kg (equivalente en peso vivo) per cápita lo cual constituye un máximo histórico (FAO 2010).

El pescado es desde hace mucho tiempo una importante fuente de alimentos y hay muchos miles de especies diferentes de peces y mariscos procedentes de mares, ríos y lagos, así como peces cultivados, que se consumen como alimento. En términos generales, el pescado y el marisco ofrecen una fuente de proteínas fácilmente digeribles para muchos millones de personas, y para algunas de ellas constituyen la principal o la única fuente de proteínas animales asequibles (FAO 2009).

Es por lo anterior que el pescado es un alimento muy importante en la dieta humana debido a su elevado valor nutritivo y su fácil digestión (Pérez 1985). Esta excelencia nutricional es reconocida internacionalmente por su nivel de proteínas de elevada calidad biológica, dada por su riqueza de aminoácidos esenciales que el organismo necesita y que son fácilmente digeribles; la calidad de su grasa destacándose los ácidos grasos poliinsaturados esenciales (linoleico, linolénico y araquidónico) y los de la denominada serie omega 3 del que se sabe que reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Kinsella 1988) y ayuda al desarrollo del cerebro y el sistema nervioso (FAO 2009). También son una importante fuente de vitaminas A, B12, D y E y minerales micronutrientes como yodo y selenio, además presentan un contenido calórico relativamente bajo (Agüeria 2008).

2.3. Composición química del pescado

La composición química de la carne de los peces varía de una especie a otra e incluso en la misma especie según la estación, el tamaño, la madurez sexual, la zona de pesca, la alimentación, entre otros (FAO 2009). Estas diferencias tanto en la naturaleza y cantidad de los componentes el músculo son responsables no sólo de las distintas características organolépticas, sino de la aparición, importancia y

gravedad de los cambios *post mortem* y los modelos del deterioro que experimentan (Arvelo 1999).

2.3.1. Humedad

Es el componente más abundante del músculo alrededor del 68 y el 85% (FAO 2009). Su contenido está en relación inversa con el de los lípidos, así mientras la proporción de agua en pescado magro es de alrededor del 79%, en pescados grasos se sitúa en torno al 70%.(Cofrade *et al*, citado por Arvelo 1999)

El agua influye fuertemente en la estabilidad a lo largo de su conservación, ya que a través de sus propiedades físicas y químicas se controlan numerosas reacciones capaces de determinar la presencia en mayor o menor medida de alteraciones. Pero, más importante que la cantidad absoluta de agua, es el estado en que se encuentra su disponibilidad o no para que en su seno se efectúen reacciones químicas o crecimiento de microorganismos. Así pues, el agua además de ser el constituyente más abundante, contribuye, en gran medida a las cualidades propias y deseables del pescado, es causa de su naturaleza perecedera, gobierna las velocidades de muchas reacciones químicas y es el origen de los efectos secundarios de la congelación (Arvelo 1999).

2.3.2. Proteínas

Las proteínas son de alto valor biológico y se sitúan entre 13 y el 25% en el músculo del pescado (FAO 2009). El contenido proteico es parecido al de la carne de animales terrestre, sin embargo el pescado es más digerible porque tiene menos tejido conjuntivo y es menos rico en colágeno, es menos polimerizado (Pescados y Mariscos s.f.). Las Proteínas, suministran los aminoácidos necesarios para la nutrición humana o animal. Se encuentran en el músculo, la piel y los órganos; químicamente son las que suministran nitrógeno al organismo (Ramírez *et al*. 2006).

Las proteínas del músculo del pez se pueden dividir en tres grupos: Proteínas sarcoplasmática constituyen el 25 al 30 % del total de proteínas, proteínas estructurales que constituyen el 70 al 80 % del contenido total de proteínas y proteínas del tejido conectivo que constituyen aproximadamente del 3 al 10 % del total de las proteínas (Huss 1998).

Su importancia respecto a la calidad del pescado reside en que las proteínas sarcoplasmática (albúminas, mioalbúminas, mioglobulina, enzimas) gobierna la química *post-mortem* contribuyendo en cierto modo al sabor, olor, procesos autolíticos, desarrollo microbiano, etc. En cuanto a las proteínas estructurales (miosinas, actina, actomiosinas) también tienen gran importancia en la calidad, ya que teniendo en cuenta que a través de sus propiedades funcionales gobiernan en mayor o menor medida factores tan importantes como textura, viscosidad propiedades emulsificantes, capacidad de retención de agua, etc. De hecho los cambios de textura que aparecen en el pescado congelado están íntimamente relacionados con las alteraciones de este tipo de proteínas. Por su parte, las proteínas insolubles o del estroma (colágeno y la elastina) presentes sobre todo en el tejido conectivo, influyen en la calidad del pescado, ya que intervienen de manera fundamental en el fenómeno del resquebrajamiento. (Arvelo 1999).

2.3.3. Lípidos

El contenido de grasa de los peces y mariscos es muy variable y puede ser de tan sólo el 0,1 % o llegar al 14,4 %. Está en función de la especie, edad, sexo, disponibilidad de alimento, temperatura de agua, la época del año o el estado de maduración sexual (FAO 2009). Proveen ácidos grasos esenciales, que el organismo humano necesita y que no puede producirlos por sí mismo. El porcentaje de grasa influye a su vez en el valor calórico y es inversamente proporcional al contenido acuoso, a más grasa menor contenido en agua. (Pescados y Mariscos s.f.)

En función de su contenido de grasa los pescados se agrupan en:

- *Pescados magros o blanco*: inferior al 2%, aportan entre 50-80 Kcal/100g
- *Pescados semigrasos*: entre 2 a 6%, y el valor energético es de 80-160 Kcal/100g
- *Pescados grasos o azules*: superan el 5% de grasa pudiendo llegar hasta un 25%, y el valor calórico está entre 160-200 Kcal/100g (Pescados y Mariscos s.f.)

Las Grasas se ubican principalmente debajo de la piel, en los músculos a lo largo de la línea lateral, alrededor de las vísceras, en los órganos, principalmente el hígado y en la cabeza. Fundamentalmente los lípidos del pescado lo componen fosfolípidos y triglicéridos. Los lípidos presentes en las especies de peces óseos pueden ser divididos en estos dos grandes grupos (Ramírez *et al.* 2006).

Los fosfolípidos constituyen la estructura integral de la unidad de membranas en la célula, por lo tanto, a menudo se le denomina lípidos estructurales y constituyen el 90 % de la total de lípidos. Los triglicéridos son lípidos empleados para el almacenamiento de energía en depósitos de grasas, generalmente dentro de células especiales rodeadas por una membrana fosfolipídica y una red de colágeno relativamente débil. Los triglicéridos son a menudo denominados depósitos de grasa. Algunos peces contienen ceras esterificadas como parte de sus depósitos de grasa (Huss 1998).

Los lípidos influyen en la calidad del pescado debido a su auto oxidación, que originan olores y sabores desagradables (rancidez) (Arvelo 1999).

2.3.4. Carbohidratos

El contenido de carbohidratos en el músculo de pescado es prácticamente inapreciable, están presentes en pequeñas cantidades, generalmente inferior al 0,5 % siendo el glucógeno el más importante. Su nivel depende, de las

características propias del pez y de las condiciones de captura, ya que la lucha agota las reservas de glucógeno. Esto es típico del músculo estriado, en el cual los carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y como parte de los constituyentes químicos de los nucleótidos. Estos últimos son la fuente de ribosa liberada como una consecuencia de los cambios autolíticos *post mortem* (Huss 1998).

Su gran influencia en la calidad del pescado radica en que al transformarse en ácido láctico, condiciona la instauración y extensión del *rigor mortis*, así como el pH final del músculo, incidiendo en la textura y el desarrollo de los microorganismos (Arvelo 1999).

2.3.5. Minerales y Vitaminas

La cantidad de vitaminas y minerales es específica de la especie y, además, puede variar con la estación del año (Huss 1998). La carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de macroelementos como calcio, sodio, potasio y fósforo, así como también entre los microelementos cabe destacar el hierro, selenio, magnesio, zinc y cobre. Su interés, desde el punto de vista de la calidad reside en el papel catalítico que tienen algunos iones metálicos (Fe, Co, Zn, etc.), los cuales pueden actuar aumentando la velocidad de oxidación de los lípidos (Arvelo 1999). Entre las vitaminas liposolubles más importantes que se destacan en el pescado están: A, D, E y K. Con respecto a las hidrosolubles, sus contenidos varían según la especie. Particularmente los pescados suministran las pertenecientes al complejo B. En general, aportan cantidades significativas de B12, y en menor cuantía destacan las vitaminas: B1, B2 y B6 que participan en los mecanismos de asimilación de los alimentos (Ramírez *et al.* 2006).

2.3.6. Valor Calórico

El valor calórico o valor energético se expresa como el número de calorías que aporta cada gramo de un alimento, este es proporcional a la cantidad de energía

que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno. Se mide en calorías, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua, sin embargo, debido a que su valor es muy pequeño en la práctica se toma como medida la kilocaloría. En el pescado fresco el valor calórico puede estar entre los 75 a los 200 Kcal/100g de parte comestible (FAO 1993).

El valor calórico depende de la composición proximal del alimento, en la práctica se calcula solo considerando el aporte energético de las proteínas, los lípidos y los carbohidratos. Para facilitar los cálculos del valor energético de los alimentos se toman unos factores estándar para cada grupo de estos nutrientes energéticos. Estos factores se basan en las cantidades de energía que se liberan cuando estos macronutrientes se oxidan metabólicamente, considerando una absorción intestinal incompleta (Eslava 2009). Según la FAO (1993), el factor tradicional para calcular la cantidad de calorías que se liberan al quemarse un gramo de grasa de los pescados y mariscos es de 9.0 Kcal/g, mientras que para un gramo de proteína y de carbohidratos es de 4.0 Kcal/g.

2.4. La calidad y frescura en el pescado

González *et al* (2006) define la calidad como el conjunto de propiedades de un producto que influyen en su aceptabilidad a la hora de ser comprados o consumidos. El concepto incluye muchos significados, como: inocuidad, nutrición, frescura, delicias gastronómicas, pureza, consistencia, tamaño y excelencia de producto, además de honradez, por ejemplo en el etiquetado. Generalmente, en el producto pesquero el término "calidad" se refiere a la apariencia estética y frescura, o al grado de deterioro que ha sufrido el pescado desde el momento de su captura. También puede involucrar aspectos de seguridad como: ausencia de bacterias peligrosas, parásitos o compuestos químicos. Es importante recordar

que "calidad" implica algo diferente para cada persona y es un término que debe ser definido en asociación con un único tipo de producto (Huss 1998).

En base a lo anterior, se dice que la calidad del pescado es un sinónimo de su apariencia y frescura (Ramírez *et al.* 2006). La frescura es un factor fundamental a considerar para el dictamen de la aptitud para consumo humano; sin embargo, el producto pesquero puede estar fresco y no ser apto para el consumo. Además de la frescura intervienen otros factores que tienen que ver con la higiene y la sanidad. En este sentido, se dice que para que un producto pesquero pueda ser considerado de alta calidad y sobre todo ser apto para el consumo humano debe cumplir imprescindiblemente con las tres premisas: Frescura - Higiene – Sanidad, estas condiciones se resumen en Inocuidad. (González *et al.* 2006)

Según indica González *et al* (2006), la higiene tiene que ver con proteger al producto de factores externos que pueden ser perjudiciales para el consumidor, por ejemplo contaminantes químicos como el combustible del motor de la embarcación o de productos de limpieza como detergentes, así como de contaminantes microbiológicos: coliformes fecales, estafilococos, virus, etc. En cuanto a la sanidad tiene que ver con factores internos (propios del pescado) que pueden afectar al consumidor, por ejemplo: parásitos en la musculatura, zoonosis y biotoxinas.

Por su parte, existen dos definiciones de "fresco": a) recién producido, sin conservar, ni almacenar; b) que exhibe sus cualidades originales intactas, es decir, sin alterar de ninguna manera (Jiménez 1981). Se dice que la frescura absoluta del pescado es cuando está en etapa de *rigor mortis* o cuando éste comienza. Un buen estado de frescura según Ishihara (s.f.) es lo que está más cercano al estado cuando estaba vivo, es el estado opuesto a podrido, es decir, cuando no se ha producido en el producto cambios tales que impida su consumo.

Por lo tanto, el nivel de frescura es otra forma de expresar la calidad del producto pesquero, o sea podemos decir que desde el punto de vista de consumir pescado, si el nivel de frescura es bueno: tiene un alto nivel nutricional y de exquisitez, y basándonos en la salud humana tiene un alto nivel de seguridad (Ishihara s.f.).

El uso de hielo es el método de enfriamiento más simple y barato según diversos autores, para mantener la frescura del producto pesquero. Si mantenemos la cadena de frío, es decir, le damos tratamiento adecuado a los productos pesqueros, usando las cantidades de hielo apropiadas y no permitiendo que los productos sufran altibajos en su temperatura, seguro vamos a prolongar su vida útil (Ramírez *et al* 2006). Sin embargo, es necesario prestar atención al hecho de que aunque los productos estén almacenados en hielo, la pérdida de la frescura sigue avanzando, con lo cual el tiempo de almacenamiento es otro factor muy importante a tomar en cuenta (UNA, JICA, INCOPECA 2007). El pescado se debe mantener en refrigeración a la temperatura más baja posible, cercana a 0 °C, por un período de tiempo corto (Connell 1978).

La temperatura y el tiempo de almacenamiento junto con el tipo de manipulación y la forma en que se sacrifican los peces son los factores más importantes para reducir la pérdida de frescura. Teniendo en cuenta estos factores haremos que los procesos de deterioro o descomposición se desaceleren o se vuelvan más lentos y el producto tenga una buena apariencia comercial por más tiempo, lo cual implica que el producto conserve un alto grado de frescura. Respecto a la calidad nutricional, se debe tener en cuenta que el pescado y los mariscos mantengan sus propiedades nutricionales (Ramírez *et al* 2006).

En general la calidad en el producto pesquero está asociada a:

- condiciones de conservación que aseguren su aptitud para el consumo
- un alto grado nutricional
- una adecuada manipulación en toda la cadena de comercialización

En base a lo anteriormente citado, podemos esclarecer, que la rapidez de la descomposición y la posibilidad de prolongar la conservación en el mejor estado posible, depende de muchos factores que intervienen desde el momento mismo en que está siendo capturado el pez, antes de su muerte. En este aspecto, para lograr una buena calidad e inocuidad, debemos asegurar la manipulación y conservación del producto pesquero desde el primer momento que es capturado.

2.5. Los Cambios bioquímicos *post-mortem* y la disminución de la frescura en el pescado

El pescado es uno de los alimentos más perecederos, debido a su composición química y al pH poco ácido de su carne (Massa 2006), por lo que necesita ser manipulado y tratado de forma adecuada desde su captura hasta que es consumido o industrializado; el manejo que se le dé desde el inicio de la comercialización es uno de los factores que determinan la intensidad con que se presentarán los cambios *post-mortem*, los cuales pueden ser: físicos, químicos o microbiológicos (González *et al.* 2006).

Estos cambios bioquímicos *pos-mortem* que presentan los productos pesqueros están directamente relacionados con la disminución rápida de la frescura, la cual como se apuntó anteriormente, puede ser considerada como un sinónimo de calidad. Estos comienzan a presentarse inmediatamente después de la captura y consecuente muerte; los primeros que se observan son: apariencia, olor, textura y sabor (Huss 1995), estos cambios se deben a que las defensas naturales del organismo disminuyen y en consecuencia, el tejido se vuelve más sensible al deterioro. Las principales causas son la actividad enzimática endógena o autolítica, la actividad microbiana y la oxidación lipídica (Pérez 1985).

Los cambios autolíticos son producidos por sistemas enzimáticos propios del pez que se incorporan a reacciones degradativas, las cuales, determinan la

acumulación o desaparición de compuestos incidiendo en la calidad del pescado, modificando estas características organolépticas originales del mismo. Estos cambios involucran en especial a los nucleótidos y a los hidratos de carbono. La velocidad con que se presentan dichos procesos autolíticos dependerá de la especie y de las condiciones fisiológicas que ésta exhiba (Tome *et al.* 2000)

Las enzimas endógenas juegan un papel fundamental en la bioquímica *post-mortem*. En el organismo vivo, las enzimas están reguladas a beneficio propio del animal; sin embargo, cuando este muere sus células ya no tiene control sobre la síntesis y regulación enzimática. Por lo tanto, el tejido queda a expensas de cambios bioquímicos endógenos propiciado por las enzimas musculares, lo que conlleva a la reducción de la frescura. Estos eventos bioquímicos regulados por enzimas endógenas son dependientes de la temperatura, por lo que es importante enfriar los productos marinos inmediatamente después de su captura (Iwamoto *et al* 1988)

Dentro del período entre la muerte de un animal y su consumo ocurren también como parte de estos cambios bioquímicos tres etapas, a saber: a) el estado *pre-rigor*, el pescado es blando y flexible, la textura firme y elástica y el músculo se encuentra relajado. b) el *rigor mortis* o rigidez cadavérica, el tejido muscular se contrae y se torna duro y rígido. Todo el cuerpo se vuelve inflexible, La rigidez de un pescado en etapa de *rigor mortis* es signo seguro de frescura y c) el estado *pos-rigor*, en el cual el músculo adquiere una blandura similar a aquella que poseía previa al rigor, en esta fase la descomposición ocurre más rápidamente. (Ramírez *et al* 2006)

La aparición de la rigidez cadavérica (*rigor mortis*) está asociada a la caída del nivel de adenosina trifosfato (ATP), un compuesto orgánico rico en energía necesario para la contracción muscular. Cuando el animal está vivo hay un equilibrio entre la síntesis y degradación de ATP que en condiciones *post-mortem*

se pierde al encontrarse restringida la producción de energía a partir de los nutrientes ingeridos, la síntesis de ATP por la ruta anaeróbica se hace cada vez más ineficiente debido a la interrupción del abastecimiento de oxígeno, lo cual resulta en la incapacidad del músculo para sintetizar ATP aeróbicamente debido a que los mecanismos del transporte de electrones y la fosforilación oxidativa se ven afectados por la ausencia de oxígeno (Haard 1995).

El ATP presente en el músculo se comienza a degradar para formar una serie de compuestos; adenosina difosfato (ADP) por la ATPasa sarcoplásmica, que se hidroliza luego en adenosina monofosfato (AMP), por medio de la enzima mioquinasa, el AMP se degrada después, lo que resulta en una acumulación de inosina monofosfato (IMP) por la acción de la desaminasa; este nucleótido se conoce porque contribuye al sabor agradable del pescado fresco. Posteriormente el monofosfato de inosina es desfosforilado a inosina (HxR); ésta a su vez se puede degradar por dos caminos, en uno participa la hidrolasa de nucleósido dando como resultado ribosa más hipoxantina (Hx) y en el otro participa la fosforilasa de nucleósido que resulta en ribosa 1-fosfato más hipoxantina. (Eskin y Henderson, citado por Jiménez 1981)

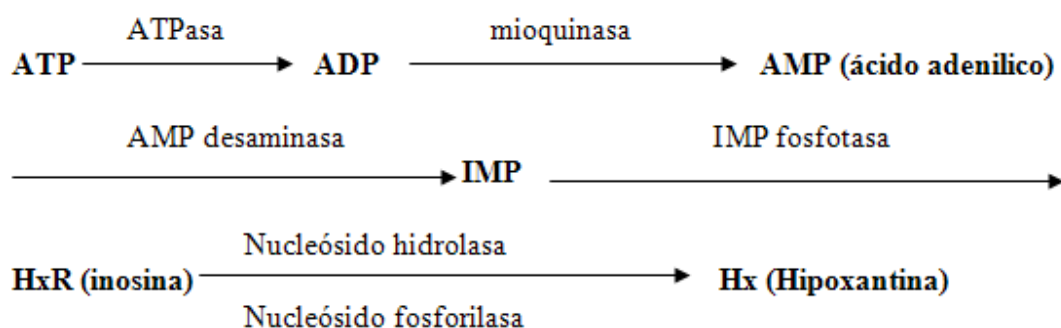


Figura 2. Secuencia de la degradación *post-mortem* del ATP en el músculo de pescado

Eventualmente con la continua actividad de la enzima trifosfatasa de adenosina sarcoplásmica (ATP-asa) y con la desaparición del fosfato de creatina la concentración de ATP disminuye. La glicólisis *post-mortem* continua para sintetizar ATP pero en cantidades insuficientes. Al bajar la concentración de ATP, la actina y la miosina (proteína muscular), gradualmente se asocian formando actomiosina inextensible lo que da como resultado la condición de rigidez referida al *rigor mortis*. (Jiménez 1981)

El rigor comienza a resolverse al cabo de cierto tiempo, debido a la acción de distintas proteinasas endógenas, que atacan a diversas proteínas constituyentes de la estructura muscular. La intensidad de estos cambios de degradación aumenta a medida que pasa el tiempo (Pérez 2006). El músculo se relaja nuevamente y recupera la flexibilidad pero no la elasticidad previa al rigor. La aparición y resolución del *rigor* dependen de diversos factores, tales como la especie, la talla, las condiciones fisiológicas antes del sacrificio, la forma de sacrificio, la manipulación y la temperatura de almacenamiento. (Huss, 1998). Desde el punto de vista de la conservación, es adecuado prolongar por el mayor tiempo posible este período.

Una vez superado el período de "*rigor mortis*", se facilita la invasión microbiana dando lugar al deterioro microbiológico. Los microorganismos se encuentran presentes en el pez, superficies externas (piel y branquias) y vísceras. Según Agüeria (2008) el músculo de un pez sano es estéril, pero luego de la muerte, al fallar los sistemas de defensa, comienza la invasión y desarrollo microbiano en el mismo.

Los microorganismos unidos a las enzimas que se encuentran en el músculo, aparato digestivo y los intestinos, inician una descomposición, contribuyendo el oxígeno cuando se introduce en los pigmentos de la piel, carne y grasas (Agüeria, 2008). Estos microorganismos junto con las enzimas que secretan invaden el

músculo y reaccionan con la mezcla de sustancias presentes. Las enzimas microbianas actúan provocando cambios en los compuestos odoríferos y del sabor. Al principio se forman compuestos con notas ácidas, grasas, frutales, más tarde aparecen los amargos y sulfurosos y por último, en la putrefacción son de característica amoniaca y fecal. (Yeannes 2001)

Gram *et al.* (1996) menciona que existen factores que contribuyen a la complejidad de la microbiología de los productos pesqueros, que se relacionan con la contaminación del animal a partir del medio ambiente, durante la manipulación y procesamiento y con las condiciones de desarrollo debidas a factores propios del alimento y del sitio donde se almacena.

Durante su metabolismo la población microbiana entra en una fase de crecimiento más o menos exponencial, formando compuestos asociados al deterioro como amoníaco, aminos biógenos, ácidos orgánicos, compuestos sulfurados (a partir de aminoácidos), acetato (a partir de lactato), y trimetilamina (TMA) (a partir del óxido de trimetilamina 'OTMA'). La trimetilamina es la principal responsable del característico "olor a pescado". Este período es el de máxima actividad alterante que termina cuando el pescado está próximo a la putrefacción (Stansby, citado por Jiménez 1981).

Otra forma de alteración que puede darse en este tipo de alimento es la oxidación de los lípidos, incidiendo en el valor nutritivo y en la calidad sensorial (Agüeria 2008). Las modificaciones más importantes que tienen lugar en la fracción lipídica, durante el almacenamiento *post-mortem* de las especies pesqueras están relacionadas con procesos de hidrólisis y con reacciones de oxidación (Lougovois *et al* 2003). Ambas reacciones son de gran importancia para la vida útil de estos productos, ya que dan como resultado distintas sustancias, las cuales algunas tienen sabores y olores desagradables (rancio), modificaciones en el color (pardeamiento) y otras pueden contribuir a cambios en la textura (Huss 1995).

Los ácidos grasos poliinsaturados presentes en los lípidos del pescado son oxidados dando hidroperóxidos, compuestos inodoros e insípidos mediante un mecanismo autocatalítico. Estos hidroperóxidos continúan degradándose formándose aldehídos, cetonas, alcoholes, pequeños ácidos carboxílicos y alcanos que originan un extenso espectro de olores y en algunos casos decoloración (Fujii *et al.* citado por Massa 2006).

Finalmente, según indica Connell (1978) los cambios microbiológicos, químicos y sensoriales no actúan aisladamente sino que son procesos concurrentes e interdependientes. La importancia relativa de cada uno de ellos variará, pero normalmente la alteración microbiana no llegara a ser significativa hasta después de un primer período, cuando las enzimas endógenas han actuado; no obstante, una vez que el deterioro microbiano empieza, es el que domina la situación. (Jiménez 1981)

2.6. Evaluación de la calidad y frescura en el pescado

Para poder brindar un producto pesquero en un buen estado de calidad, es necesario e importante determinar correcta y objetivamente el estado de frescura. Por esta razón es que desde hace mucho tiempo se han estado planteando diversos métodos de medición de la frescura. Sin embargo, todos estos métodos tienen sus virtudes y defectos, y no existe un método fácil y sencillo que se pueda aplicar para todos los mariscos. Por lo que es muy importante entender bien estos indicadores y así poder escoger los métodos más adecuados para realizar las evaluaciones según las necesidades (Ishihara s.f.).

Todas las manifestaciones de deterioro del pescado pueden ser seguidas y evaluadas por métodos analíticos. Estos métodos desarrollados para evaluar la frescura y calidad del pescado se clasifican en métodos químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales (Gill 1992). En muchos trabajos de investigación

sobre almacenamiento y conservación del pescado fresco y procesado, la calidad se ha determinado por medio de la combinación de estas clases de técnicas.

Dentro de las pruebas objetivas utilizadas en el presente trabajo, están la químicas: Valor K; las físicas que consisten en determinación de: pH, cambios en propiedades dieléctricas del músculo y método de índice de calidad (QIM), esta última basada en la observación sensorial, en las cuales las muestras se evalúan utilizando los sentidos: vista, tacto y olfato; por un equipo entrenado en evaluar los cambios físicos que se dan durante la pérdida de frescura en el pescado.

2.6.1. Métodos Químicos

Lo interesante de los métodos químicos, en la evaluación de la calidad de los productos pesqueros, está relacionado con la capacidad para establecer estándares cuantitativos. El establecimiento de niveles de tolerancia, a través de indicadores químicos de deterioro, eliminaría la necesidad de sustentar en opiniones personales las decisiones relacionadas con la calidad del producto (Huss 1998). En general, estos métodos aportan resultados más objetivos, fiables y seguros, pero requieren en muchos casos de personal experimentado e instrumentación que, a veces, tiene un costo elevado. La mayoría de los métodos químicos utilizados en la evaluación de la calidad del producto pesquero implican el análisis de una sola sustancia o de diferentes sustancias que pertenecen a la misma familia (Huss, 1995). Para el análisis de los parámetros relacionados con el deterioro o la pérdida de frescura, existen técnicas de tipo general que son aplicables a la mayoría de las especies pesqueras, sin embargo en el presente proyecto se estudió y aplicó el Valor K, basado en la medida de la degradación del ATP.

2.6.1.1. Valor K

Los principales cambios autolíticos monitoreados en la bioquímica *pos-mortem* son aquellos que involucran a metabolitos participantes en la bioquímica

energética del músculo, como glucógeno, creatina-fosfato, arginina-fosfato, ácido láctico, ATP y sus productos de degradación. Sin embargo, los productos de degradación endógena del ATP han recibido una mayor atención debido a que son la base para estimar la frescura y la vida útil de los productos pesqueros (Márquez 2006).

Es entonces, que de estos cambios autolíticos el primero en ser reconocido de forma más o menos predecible después de la muerte es la degradación de los compuestos relacionados con el ATP. Creando una serie de degradaciones que sigue así: ATP (adenosina trifosfato), ADP (adenosina difosfato), AMP (adenosina monofosfato), IMP (inosina monofosfato), inosina (HxR) e Hipoxantina (Hx). El índice o valor K propuesto por Saito *et al.* (1959), es un buen indicador para la determinación de la frescura para una gran variedad de especies marinas. Se basa en la cuantificación de ATP y estos productos propios de su degradación hasta Hx. Saito y su equipo, en 1959, desarrollaron una fórmula para la frescura del pescado basada en estos cambios autolíticos:

$$K (\%) = \frac{[HxR] + [Hx]}{[ATP] + [ADP] + [AMP] + [IMP] + [HxR] + [Hx]} \times 100$$

El valor K, está definido como el cociente entre las concentraciones de HxR e Hx y la suma de las concentraciones de ATP y de todos sus compuestos de degradación (expresado como porcentaje), constituye un indicador ampliamente utilizado en este tipo de estudios. Los valores obtenidos tras la aplicación del índice K según Ehira, *et al* (1986) y Okuma, *et al* (1992) permiten clasificar a algunas especies comerciales en:

- K < 20 %: pescados muy frescos, apto incluso para su consumo crudo.
- 20 < K < 40 %: pescados que se puede considerar moderadamente frescos, pero que debe cocerse antes de ser consumido.

- $K > 40 \%$: pescados no frescos, no apto para el consumo humano.

Las concentraciones de estos compuestos nucleótidos, son concentraciones relativas medidas en el músculo de pescado, tomando los datos en diferentes periodos de tiempo durante el almacenamiento refrigerado o en hielo. El Valor K, es un índice de frescura relativa, basada en estos cambios autolíticos. De este modo cuanto más alto es el valor de K, menor el nivel de frescura (Huss 1998).

De igual manera, la degradación de nucleótidos es solo coincidental con los cambios percibidos en la frescura y no está necesariamente relacionada con su deterioro, considerándose que solo la Hipoxantina tiene una relación directa con el sabor amargo percibido en el pescado deteriorado (Huss 1998). Actualmente, es ampliamente aceptado que la IMP es responsable del deseable sabor a pescado fresco, sólo presente en los productos pesqueros de alta calidad. Ninguno de los nucleótidos se considera relacionado a los cambios percibidos en la textura durante el proceso autolítico, a excepción del ATP, cuya disminución está asociada con el *rigor mortis* (Pérez 2006).

2.6.2. Métodos Físicos

Los métodos físicos son generalmente sencillos y de fácil aplicación, además muchos de estos son no destructivos, por lo que resultan muy útiles en los análisis de rutina y pueden utilizarse fuera del laboratorio. Sin embargo, la información que ofrecen es a menudo limitada y por ese motivo se usan únicamente como complemento de otro tipo de técnica de evaluación como las químicas y sensoriales. Existen numerosos métodos físicos para la determinación de la calidad del pescado, entre estos los que se basan en las variaciones del pH muscular y la resistencia eléctrica en la carne de pescado. A continuación se describen brevemente.

2.6.2.1. Variaciones del pH muscular

Inmediatamente después de la muerte, el músculo de pescado tiene un pH próximo a la neutralidad, que puede variar entre 6.0 y 7.0 por distintos factores, tales como la especie, el estado nutricional del pez, del tipo de captura empleada y del estrés sufrido en ese momento. (Huss 1998). En el músculo vivo el ATP es el nucleótido predominante, se produce principalmente de la oxidación completa de la glucosa a CO_2 y H_2O , por medio del transporte de electrones y la fosforilación oxidativa. Al morir el pez, el corazón se detiene, cesa la circulación sanguínea y se agota la disponibilidad de oxígeno en los tejidos. La obtención de energía por la ruta aeróbica se imposibilita y el glicógeno no se oxida completamente a CO_2 y agua y en su lugar se inicia el metabolismo anaerobio, lo que resulta en la conversión de glicógeno en ácido láctico (Márquez, 2006).

Esta glucólisis *post-mortem* provoca la acumulación de ácido láctico, con la consiguiente disminución del pH en el músculo. Esta disminución de pH tiene un efecto en las propiedades físicas del músculo. A medida que el pH disminuye, se reduce la carga neta de la superficie de las proteínas musculares, causando su desnaturalización parcial y disminuyendo su capacidad de enlazar agua (Pérez 2006). El pH aumenta luego, lentamente, con el almacenamiento; cuando el pescado deja de ser comestible se alcanzan valores de pH cercanos a 6.8 y en músculo completamente descompuesto presenta un pH de 7 o más alto (Ludorff citado por Jiménez 1981); según Huss (1998) éste aumento de pH se genera principalmente por la actividad de los microorganismos deteriorantes sobre aminoácidos libres que dan compuestos nitrogenados básicos principalmente: trimetilamina, amoníaco y ciertas aminas producidas por vía autolítica.

Se sabe que pH de la carne de pescado proporciona valiosa información acerca de su condición. Las mediciones se llevan a cabo mediante un pH-metro, colocando los electrodos (vidrio calomel) directamente dentro de la carne o dentro de una suspensión homogénea de carne de pescado triturada y agua destilada

(Pons 2005). Resulta difícil relacionar un determinado valor de pH con el grado de frescura, ya que el pH final que se alcanza en el músculo después de la muerte del pez depende de las reservas de glucógeno en ese momento, algo que es muy variable, ya que depende de los factores anteriormente indicados (Huss 1998).

2.6.2.2. Resistencia eléctrica en la carne de pescado

Las medidas de la resistencia eléctrica de la carne del pescado se basan en el hecho de que las propiedades eléctricas de la piel y tejido muscular del pescado cambian después de su muerte. Estos cambios se traducen en una disminución gradual de la resistencia al paso de la corriente eléctrica, atribuible al rompimiento de la estructura celular y al deterioro de la función de la membrana celular produciendo profundos cambios en propiedades dieléctricas del material biológico (Ólafsdóttir *et al* 2004). Lo anterior ocasiona que los transportes de carga emigren o aumenten en número. La conductividad de las paredes celulares, inicialmente es muy baja, aumenta con el tiempo contribuyendo a la reducción de la resistencia (Jason y Lees citado por Jiménez 1981).

La Torry Research Station desarrolló un instrumento para medir cambios en propiedades dieléctricas del músculo, que consta de dos pares de electrodos colocados concéntricamente. Al poner los electrodos en contacto con el pescado, una corriente alterna pasa a través de éste entre los pares de electrodos externos y el voltaje resultante se mide por medio de los pares internos; dicha corriente es de un miliamperio y no perjudica al operario ni al producto. El ángulo de fase entre la corriente y el voltaje se mide y convierte electrónicamente a una escala entre 0 y 16, cuyo valor correspondiente aparece en una pantalla digital. Las lecturas decrecen con el deterioro (Jiménez 1981). Para la medición, el instrumento se puede colocar en algún lugar del área central de uno de los costados del pescado.

2.6.3. Métodos sensoriales

Como el estado de frescura es la condición más importante de la calidad del producto pesquero, los métodos sensoriales, son los que mejor resultados producen en la calificación de la calidad del pescado fresco. En la práctica se usan rutinariamente exámenes organolépticos que se apoyan en los sentidos de la vista, el tacto, el olfato y eventualmente el sabor, para determinar el grado de alteración del producto (pescado, moluscos, mariscos y otros). Según Huss (1998) es un método rápido que nos permite una medida cifrada del estado de frescura de los productos.

Una descripción sensorial clásica permite darse una idea de un pescado perfectamente fresco en relación a uno muy alterado. En general el inspector debe apreciar aspectos intermedios, por lo cual es necesario seguir la evolución del pescado desde que sale del agua hasta que se vuelve inapropiado para el consumo (Pons 2005). En el pescado entero las características a tener en cuenta además del olor mencionado anteriormente, pueden ser: apariencia de la piel, ojos, condición del peritoneo, cavidad abdominal, aspecto general, presencia de mucosidad, color, consistencia.

Estas son características que se van modificando una vez muerto el ejemplar y es importante conocer para cada una de ellas el “extremo de escala”. Los extremos de escala pueden estar dados por los distintos descriptores obtenidos. La piel con el deterioro va perdiendo gradualmente su aspecto brillante e iridiscente. El peritoneo se vuelve opaco, y va perdiendo su capacidad de adherencia a la pared interna de la cavidad abdominal. Los ojos de forma convexa van perdiendo su turgencia llegando a ser planos y posteriormente cóncavos (Yeannes 2001).

El análisis de estos y otros cambios autolíticos y bacterianos y sus manifestaciones ha permitido la elaboración de escalas, puntuaciones, y diversas tablas que sirven para determinar la frescura del pescado que se trate.

2.6.3.1. Método del Índice de Calidad

El Método del Índice de Calidad (QIM: Quality Index Method) fue desarrollado por la unidad de investigación The Tasmanian Food Research, fue introducido hace algunos años en Europa y está siendo aplicado a un creciente número de especies de pescado fresco, procesado y derivados de la pesca. Está basado en la evaluación objetiva de los parámetros de significancia sensorial para el producto fresco utilizando varias características y un sistema de puntuación de 0 a 3 puntos de demérito. Existe una correlación lineal entre la calidad sensorial expresada como puntaje de demérito y el tiempo de almacenamiento y la duración del mismo en hielo expresada como la vida útil en hielo. La línea teórica de demérito comienza en el origen (0,0) y el máximo es fijado como el punto donde el producto pesquero ha sido sensorialmente descartado. (Yeannes 2001)

Ninguna muestra puede ser rechazada basándose en un único criterio, ya que se tienen en cuenta varios atributos simultáneamente. La calificación total del QIM no se ve influenciada por pequeñas diferencias en las puntuaciones para un único atributo. Cuanto más baja es la puntuación, más fresco es el pescado. Para realizar el método QIM se necesitan inspectores entrenados, que puntúan de 0 a 3 cada uno de los parámetros clave. De esta manera se puede hacer una estima precisa del tiempo de vida útil remanente, permitiendo predecir el tiempo que le resta de almacenamiento al producto pesquero en estudio (Begoña 2005).

Este método es seguro, objetivo y eficaz, y permite su aplicación a lo largo de toda la cadena alimentaria, asegurando de este modo el índice de frescura del pescado. Aunque todavía no ha sido establecido como método oficial, constituye un método de referencia en toda la UE para determinar la calidad de los productos pesqueros de acuerdo a su grado de frescura, ya que utiliza un modelo para cada especie y describe de forma más objetiva y precisa los cambios más significativos detectados durante el almacenamiento (Periago s.f.).

2.7. Buenas Práctica de Manipulación (BPM) del producto pesquero

Por la naturaleza de los productos pesqueros, es indispensable darle una buena manipulación, como garantía para obtener un alimento seguro, que también goce de buena apariencia comercial y calidad nutricional. Lo anterior se logra sólo dando buenas prácticas de manipulación al producto y haciendo uso del frío o hielo. Solo de esta manera se logra prevenir la alteración y aumentar el nivel de calidad. La alteración se debe esencialmente a un desarrollo microbiano, por lo cual el preservar la calidad del pescado es una cuestión que está íntimamente relacionada con la higiene (Galán *et al* s.f.).

Desde su captura, el pescado es un alimento destinado a ser consumido por el comprador, por lo que tiene que ser manipulado, preparado y conservado con todos los cuidados que necesitan los alimentos. Por ejemplo, durante la manipulación en el barco es necesaria la limpieza de las neveras de depósito del alimento. Entre las prácticas indeseables durante el almacenamiento del producto pesquero están las siguientes:

- Cajas que son de madera (difíciles de limpiar).
- Apilamiento, lo que provoca que se aplaste el producto.
- Contacto con el suelo sucio.
- Exposición al sol, lo cual genera calentamiento.
- Falta de refrigeración.

Según Galán *et al* (s.f.) un aspecto importante a tomar en cuenta es que al morir el pez las bacterias presentes en la superficie de la piel y las viseras pueden llegar a contaminar las partes comestibles. Por lo tanto, se tienen que eliminar las bacterias que están ya presentes sobre el pescado y en las vísceras, de la siguiente manera:

- Lavándolo con agua potable
- Separación de las agallas y eviscerando cuidadosamente.

- Volviéndolo a Lavar ya eviscerado con agua potable para eliminar la sangre, ya que esto constituye un medio excelente de proliferación de las bacterias.

Por su parte, las embarcaciones deben conservarse en buenas condiciones, lavándolas cuidadosamente después de cada faena (especialmente las embarcaciones de madera), eliminando la presencia de sangre, escamas, residuos, etc. Es muy importante que no haya combustible o residuos de aceite. El área donde se almacena el producto debe estar cubierta, para protegerlo de los efectos del sol, las inclemencias del tiempo y fuentes de contaminación. La carnada, cuando se usa, debe ser almacenada de forma tal que no contamine la captura. Cuando se almacenan órganos como huevas, hígados, etc., se deben guardar en forma separada de la captura. La velocidad de descomposición de estos órganos es mayor. Las áreas de almacenamiento como neveras o hileras deben ser de materiales no corrosibles y construidas de modo tal que faciliten la limpieza. Toda superficie en contacto con el producto pesquero debe ser lisa y libre de rajaduras o fisuras. Además estas áreas de almacenamiento deben estar separadas de los compartimentos de motores, máquinas u otras áreas generadoras de calor (González *et al.* 2006).

Es necesario aplicar las reglas de higiene, sin embargo, esto no es suficiente, ya que todavía quedarán bacterias cuya multiplicación se tiene que evitar a través de la refrigeración lo más cercano posible a 0°C (Méndez 2007). La temperatura es un factor primordial que se debe cuidar para evitar la descomposición de los productos pesqueros, por lo cual se debe mantener una cadena de frío adecuada desde su captura hasta su consumo. En este sentido, el uso del hielo es muy importante en las buenas prácticas de manipulación porque asegura y mantiene la calidad. Según Ramírez *et al.* (2006) la relación adecuada de hielo, equivalente al manejo de estos alimentos es 1-1. Es decir que para enfriar un kilo de pescado se requiere un kilogramo de hielo. Los productos enteros deben estar rodeados y

cubiertos de hielo, para mantenerse a temperaturas adecuadas. La temperatura óptima de mantenimiento de la frescura y calidad del producto, es no mayor a los 4 °C. En este aspecto, para las condiciones óptimas de un rápido y buen enfriamiento es necesario conocer los factores que influyen, tales como: cantidad de hielo, temperatura del ambiente, aislamiento del contenedor de almacenamiento y temperatura inicial del pescado (González, *et al.* 2006).

El hielo según Gasteiz (2009) es el sistema de enfriamiento más utilizado en este tipo de alimentos, debido a que presenta las siguientes ventajas:

- Es seguro e inocuo, siempre y cuando sea producido bajo esas condiciones.
- Enfría rápidamente el producto, cuando hay buen contacto.
- Posee una gran capacidad de enfriamiento por unidad de peso.
- Posee su propio termostato: siempre funde a 0°C.
- Mantiene la humedad, previene pérdidas de peso.
- Su precio es muy asequible, relativamente económico.
- Fácil de transportar, convirtiéndose en un método de enfriamiento portátil.
- Mantiene la temperatura ligeramente sobre el punto al cual comienza su congelación.
- El agua de fusión del hielo, lava al producto pesquero y elimina bacterias superficiales y restos de sangre.

2.8. Posibles peligros a la salud debido a una inadecuada manipulación del producto pesquero

Los alimentos marinos son menos riesgosos y más seguros que los de origen terrestre, sin embargo por descuido o falta de higiene pueden resultar contaminados por bacterias patógenas, virus y en algunos casos pueden contener sustancias tóxicas naturales o de contaminación ambiental. Los peligros a la salud transmitidos por este tipo de alimentos y relacionados con una inadecuada

manipulación son debido a infecciones provocadas por bacterias patógenas y virus que pueden haberse transmitido al alimento directa o indirectamente. Así como también las intoxicaciones provenientes de pescados que han formado histamina (Ramírez *et al.* 2006).

La intoxicación por histamina es una intoxicación química debida a la ingestión de alimentos que contienen altos niveles de esta amina biógena, la cual es producida en el pescado *post mortem* por descarboxilación bacteriana del aminoácido histidina al haber un crecimiento exuberante de bacterias, como consecuencia del sometimiento a temperaturas altas inadecuadas para su conservación y a una manipulación antihigiénica. Así mismo, no es necesario que un pez presente signos notorios de descomposición, como olor y apariencia externa, para sospechar sobre la presencia de la toxina (Massa 2006).

La intoxicación histamínica es una enfermedad benigna, su período de incubación es muy corto (de pocos minutos a pocas horas) y la duración de la enfermedad es corta (pocas horas). Los síntomas más comunes son los cutáneos, como el rubor facial o bucal, urticaria, erupción, ardor o edemas e inflamación local, pero también puede provocar trastornos gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal), o producirse complicaciones neurológicas (dolor de cabeza, cefalea, hormigueo, sensación de quemazón en la boca) y circulatorios (hipotensión y palpitaciones) (Huss 1997).

Las bacterias productoras de histamina son ciertas *Enterobacteriaceae*, algunos *Vibrio* sp., y unos pocos *Clostridium* y *Lactobacillus* sp. Sin embargo, las productoras más potentes de histamina son *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hafnia alvei* (Stratten y Taylor 1991). Estas bacterias pueden encontrarse en la mayoría de los pescados, probablemente como resultado de una contaminación postcaptura. Se desarrollan bien a 10 °C, pero a 5 °C el desarrollo se retarda considerablemente. La principal bacteria productora de histamina es *M. morganii*, se desarrolla mejor a pH neutro; no obstante, puede desarrollarse en un

rango de pH entre 4,7 y 8,1. Debe recalcar que una vez producida la histamina, el riesgo de que se provoque la enfermedad es muy alto. La histamina es muy resistente al calor, y aunque el pescado se haya cocido, enlatado o haya sido sometido a cualquier otro tratamiento térmico antes de su consumo no se destruye (Huss 1997).

La medida preventiva más eficaz para prevenir este tipo de afectación es aplicando buenas practica de manipulación y no romper la cadena de frío, manteniendo los productos pesqueros a una baja temperatura de preservación y almacenamiento en todo momento con la adecuada aplicación de hielo o métodos de preservación. Se ha demostrado con estudios que una baja temperatura de almacenamiento a 0 °C, o muy cerca de 0°C (que no e xceda 4-5 °C), limita la formación de histamina en el pescado a niveles insignificantes (Ramírez *et al.* 2006).

2.9. Legislación en Costa Rica sobre la manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones

En Costa Rica existe una serie de reglamentos sobre el tipo de manipulación y manejo, que se deben de emplear en los productos pesqueros cuando son capturados y conforme son comercializados en la cadena de abasto. Estos, tienen como tarea establecer medidas higiénicas y sanitarias que garanticen lograr un nivel elevado de protección de la vida y la salud de las personas, mediante la inocuidad de toda la cadena de productos pesqueros (SENASA 2011 c).

El Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de salud, así como el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) son los entes directamente relacionados con los reglamentos y los encargados de que estos se cumplan. En estos reglamentos se indican una serie de requisitos para las embarcaciones de pesca, las cuales tienen por objetivo establecer los requisitos mínimos que deben tener estas, con el

objetivo de garantizar la inocuidad y calidad de los productos de la pesca (SENASA 2011 b). Estas normas han sido adoptadas a nivel mundial del *Codex alimentarius*, Vol. B. Código internacional recomendado de prácticas para el Pescado Fresco CAC/RCP 9-1976 (FAO & OMS 1984), las cuales establecen:

Requisitos de higiene y salud del personal:

- Contar con Carné Manipulador de Alimentos extendido por el Ministerio de Salud.
- No se debe permitir personal que manifieste alguna enfermedad infectocontagiosa
- Contar con ropa limpia y calzado apropiado (Gabacha o delantal, cobertor de cabello, guantes y botas de hule,).
- En las zonas donde se manipula productos pesqueros es prohibido fumar, escupir, mascar goma o comer, estornudar o toser sobre un alimento sin protección.
- Antes y después de las labores de manipulación de los productos pesqueros el personal deberá lavarse y desinfectarse las manos.

Requisitos estructurales y de equipamiento:

- Contar con nevera o hielera para mantener los productos a temperaturas adecuadas que impidan la rápida descomposición, fabricadas de plástico o fibra de vidrio
- Nevera y borda deberán ser fáciles de limpiar, deben mantenerse limpios y lejos del combustible.
- Sistema de evacuación de aguas (Canales, otros).
- Las superficies de trabajo en contacto con los pescados deben ser construidos con materiales apropiados y fáciles de limpiar y desinfectar (lisas, impermeables y sin riesgo de contaminación).
- Implementos y útiles de trabajo de materiales atóxicos, lisos, impermeables, lavables e inoxidables.

Requisitos de higiene:

- Los productos de la pesca deberán protegerse de los efectos del sol o de cualquier otra fuente de calor. Evitar la exposición prolongada a inclemencias del tiempo.
- Cuando se laven, se utilizará agua potable, o en su caso, agua limpia.
- Someterse los productos a un proceso de enfriamiento lo antes posible después de su embarque.
- Utilizar hielo picado con la finalidad de reducir al mínimo los daños al producto y obtener una adecuada capacidad de enfriamiento.
- El hielo utilizado deberá estar elaborado a base de agua potable o agua limpia, ser de calidad y con la manipulación adecuada.
- El eviscerado a bordo, debe llevarse a cabo de manera higiénica lo antes posible después de su captura.
- Se debe evitar tirar, arrastrar o pisar el pescado, así como subirse sobre él.
- Las áreas de trabajo en la embarcación, los recipientes, neveras y utensilios deben limpiarse y desinfectarse después de cada faena.

Estos mismos requisitos importantes para la calidad e inocuidad de estos productos alimenticios también se encuentran en el “Reglamento Para el Programa Nacional de Certificación de Cumplimiento de Buenas Prácticas de Manejo de Productos Pesqueros Para la Exportación y Mercado Interno” (La Gaceta 2003) así como en los requisitos para centros de recibo y muelles (SENASA 2011a). Por su parte, se encuentra en vigencia el “Reglamento de Inspección Veterinaria de Productos Pesqueros”, el cual tiene por objeto establecer las condiciones y principios esenciales de higiene para la producción de productos pesqueros y los derivados de éstos, destinados al consumo humano (SENASA 2011c). En el Capítulo V de dicho reglamento “Requisitos para las embarcaciones de pesca”, artículos 27, 28 y 29 así como en el Capítulo VI “Consideraciones generales para la manipulación de productos pesqueros” Artículo 3; también se indican algunos de los puntos anteriormente mencionados.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Materiales y métodos

La investigación se realizó entre noviembre de 2011 y marzo de 2012. Esta fue de carácter tanto cuantitativa como cualitativa; cualitativa ya que se hizo uso de la observación, además se trabajó con criterios y perspectivas de la población, construyéndose un dialogo coloquial, directo, y personal entre el investigador y las personas que formaron parte de la investigación, acerca del tema. Y cuantitativa ya que se interesó por la utilización estricta de recopilación de datos y de análisis estadísticos, se hizo uso de instrumentos de trabajo como encuestas y listas de chequeo dirigidas a los pescadores artesanales de la zona para conocer cuál es la realidad en cuanto al tipo de manipulación post-captura que se le está dando al producto. También se implementó un método hipotético-deductivo directo y experimental. Hipotético-deductivo directo porque se tuvo la certeza que con una buena manipulación desde la primera etapa de la cadena de comercialización (captura) se evita su contaminación con posibles bacterias que aceleran la descomposición y por lo tanto se puede mantener fresco el producto por más tiempo, logrando una mayor vida útil. Y experimental porque se realizaron análisis de laboratorio con posterior análisis estadístico de los datos obtenidos para probar esta teoría.

3.2. Área de estudio

Las muestras de la especie de estudio *C. phoxocephalus* se obtuvieron a 2 millas al este (N 9°59' 06.47", O 84°56' 10.93") y 1 milla al norte (N 9°59' 45.60", O 84°58' 22.90") de Isla Caballo en el Golfo de Nicoya, litoral pacífico, provincia de Puntarenas, Costa Rica. Las encuestas se aplicaron en las comunidades pesqueras ubicadas en la costa este del Golfo: Puerto Níspero, Costa de Pájaros,

Chomes, Puntarenas y Tárcoles. En cuanto a las inspecciones con listas de chequeo se realizaron en las zonas: alrededor de la Isla Caballo y frente a la costa comprendida entre Chacarita y Caldera, Puntarenas. (Figura 3).

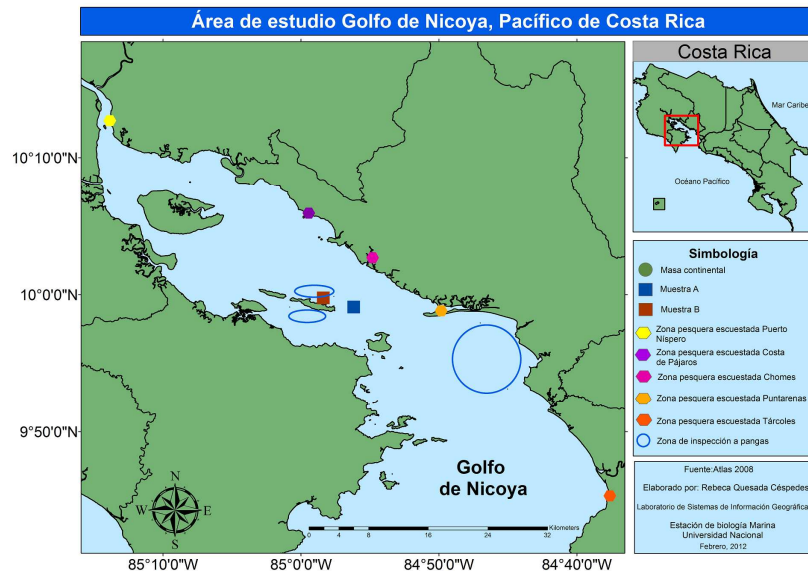


Figura 3. Ubicación geográfica del área de captura de *C. phoxocephalus*, comunidades pesqueras encuestadas e inspecciones realizadas a pescadores en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Colaboración: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Estación de Biología Marina, Universidad Nacional

3.3. Encuestas e inspección a pescadores artesanales

Se realizaron encuestas orientadas al sector pesquero artesanal, la cual tuvo como objetivo hacer una evaluación y análisis del manejo que se le da al producto pesquero al momento de su captura en términos de calidad e inocuidad. Se encuestaron pescadores al azar que se encontraban en su labor de pesca, así como la visita a varias comunidades pesqueras de la costa este del Golfo, anteriormente indicadas. La encuesta aplicada se encuentra en el Anexo 3.

Para contra-validar los datos de las encuestas, se Inspeccionó y documentó mediante el uso de lista de chequeo y fotografías el tratamiento del producto

durante la faena de la pesca. Con lo cual se visitó al pescador mientras se encontraban en su labor y en el momento que tenían producto almacenado en la embarcación, pudiéndose chequear mediante observación la manipulación y manejo que se le da al producto a bordo de la embarcación inmediatamente es capturado. La lista de chequeo utilizada se encuentra en el Anexo 4.

3.4. Obtención de las muestras y tratamiento inicial del producto en la embarcación

La especie seleccionada para realizar este estudio, fue la corvina picuda *C. phoxocephalus*. El uso de esta especie se justifica por: su bajo costo, su gran disponibilidad durante todo el año, así como por su importancia comercial a nivel nacional. Las tallas de los especímenes utilizados tenían un promedio de $38,6 \pm 4,2$ cm con un rango de variación entre 28,5 a 47,2 cm. Estas tallas son comercializadas entre el pescador y receptor como primera pequeña "PP". Para el estudio fueron obtenidas 44 piezas de esta especie, directamente del pescador artesanal inmediatamente al momento de su captura con arte de pesca de trasmallo o red agallera (Figura 4).



Figura 4. Arte de pesca de trasmallo o red agallera.

Cuando se obtuvieron las piezas acababan de morir por asfixia, según indicó el pescador. Un primer lote de 22 unidades se evisceró en condiciones de higiene,

seguidamente se depositaron en una hielera limpia con hielo limpio en escamas. Posteriormente, el segundo lote también de 22 unidades no se evisceró inmediatamente y fueron manipulados en condiciones inadecuadas normalmente aplicadas por el pescador.

Para diferenciar los lotes según la manipulación abordo se indicó como “A” los tratados con buenas prácticas de manipulación en condiciones higiénicas, y “B” los que tuvieron una manipulación normal aplicada por los pescadores artesanales. Las variables realizadas a bordo para cada grupo fueron los siguientes:

Tratamiento A: Se utilizó guantes de látex para manipular el pescado, se evisceraron inmediatamente después de la captura sobre una tabla plástica de picar limpia y con un cuchillo limpio, seguidamente se lavaron con agua potable y se almacenaron en hielera con hielo limpio en escamas, cubriéndolos totalmente con el hielo (Figura 5).



Figura 5. Tratamiento A, aplicación de buenas prácticas de manipulación al producto pesquero a bordo de la embarcación.

Tratamiento B: No se utilizó guantes para manipular el pescado, se depositaron sobre la embarcación sin hielo y expuestos al sol por un tiempo corto (aproximadamente 15 minutos), luego se almacenaron en una hielera sucia y con poco hielo, posteriormente, cuando se terminó la faena y se arribó a la costa (aproximadamente 3 horas después de la captura) se evisceraron, esto se realizó sobre la superficie de la embarcación, por último se lavaron con agua de mar (Figura 6).



Figura 6. Tratamiento B, manipulación normal del producto pesquero a bordo de la embarcación.

3.5. Muestreo en el laboratorio

Los dos lotes de producto manipulados en ambas condiciones (aséptica y normal) se llevaron al Laboratorio de Control de Calidad en Producto Pesquero de la Estación de Biología Marina de la Universidad Nacional, donde se almacenaron en dos diferentes hieleras cubriéndolos con hielo totalmente, las cuales se mantuvieron a una temperatura de entre 1,2 - 3,7 °C. Durante un periodo de 30 días se tomaron submuestras de 2 pescados de ambas hieleras cada 3 días (dos que fueron manipuladas en condiciones asépticas BPM y dos manipuladas en

condiciones normales implementadas por el pescador artesanal) y se le aplicaron cuatro métodos para determinar su vida útil y los cambios en la frescura: Sensorial, Torrymeter pH y Valor K. Así como el de análisis proximal, que contempla humedad, proteína cruda, lípidos totales, cenizas y valor calórico. Todos los anteriores análisis se realizaron por duplicado. En el Anexo 6 se presenta el cronograma de muestreo en el laboratorio.

3.6. Análisis Sensorial mediante Método de Índice de Calidad (QIM)

El análisis QIM consistió en determinar por medio de los sentidos (vista, tacto y olfato) el estado cambiante de fresco a no fresco por el cual pasa el producto al estar almacenado en hielo. El QIM propuesto para la evaluación de *C. phoxocephalus* se basa en el propuesto por Botta (1995) con algunas modificaciones con la finalidad de adaptarlo mejor a esta especie en estudio.

El esquema de evaluación sensorial QIM utilizado se muestra en el Anexo 5, se basa en los parámetros sensoriales significativos del pescado crudo y cuando se emplean muchos parámetros. Se utilizó un sistema de puntuación por deméritos del 0 al 2 y 0 al 3 dependiendo del parámetro. El QIM utiliza un sistema práctico en el cual el producto pesquero se inspecciona y se registran los deméritos. El valor 0 se da al que se encuentra muy fresco y el 3 al muy deteriorado; las puntuaciones que se van dando a cada apartado se suman, dando una puntuación global obtenida en un tiempo determinado del almacenamiento en hielo.

En este método ninguna muestra puede ser rechazada basándose en un único criterio, ya que se tiene en cuenta varios atributos simultáneamente. La puntuación total del QIM no se ve influenciada por pequeñas diferencias en las puntuaciones para un único atributo. Cuanto más baja es la puntuación, más fresco es el producto pesquero, por el contrario valores altos indican producto no fresco. Las puntuaciones totales que una muestra o lote pueden obtener van desde 0 hasta

25. Se evalúan un mínimo de dos pescados por tratamiento y se promedió para reducir el efecto de las variaciones naturales. El análisis sensorial QIM fue realizado por dos panelistas entrenados para tener un mejor estimado del resultado mediante promediado de los datos.

3.7. Determinación de la resistencia eléctrica

Las mediciones automáticas de frescura se llevaron a cabo utilizando un GR Torrymeter (Distell Industries Ltd., Scotland). Se colocó el instrumento sobre la parte dorsal del pescado, tomando cinco mediciones las cuales se promediaron (Figura 7). Los electrodos se limpiaron entre las medidas de cada muestra para eliminar suciedad como mucus o escamas. También se eliminó de la superficie de medición cualquier hielo restante. Las lecturas del instrumento fueron leídas en una pantalla digital. Con este método se obtuvieron datos en tiempo real, además de tener la ventaja de que el producto no se altera debido a cortes en la carne y demás por cuestiones de muestreo. En el anexo 7 se encuentra una foto del instrumento GR Torrymeter utilizado en el estudio.



Figura 7. Determinación de la frescura mediante la medición de la resistencia dieléctrica en la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) con GR Torrymeter.

3.8. Determinación de pH

Se homogenizaron mediante maceración 20 gramos del músculo dorsal de la muestra y 20 mL de agua destilada. La medición de pH se realizó con un pH-Metro marca Thermo modelo 420A Orión 3 Star. Para la medición se sumergió el electrodo de Ag/AgCl del pH-Metro en la pasta de carne homogenizada (Figura 8). La medición se realizó por triplicado.

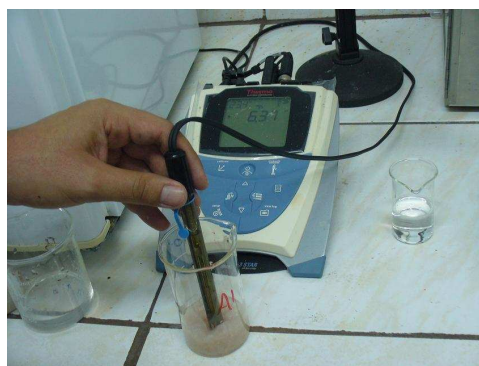


Figura 8. Medición de pH en carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) con pH-Metro.

3.9. Determinación de Valor K

La determinación de compuestos relacionados con el ATP se realizó según el método propuesto por Kawashima & Yamanaka (1992) con las siguientes modificaciones: se hizo un extracto de los nucleótidos presentes en la carne, 2.5 g del músculo dorsal fueron homogenizados en frío con 5 mL de ácido perclórico al 10 %. El homogenizado obtenido se centrifugó en frío (5 °C) a 3500 r.p.m. durante 5 minutos con centrifuga Hermle Labnet z383 K, se separó el sobrenadante y se ajustó a pH entre 6.5-7.0 con solución de hidróxido de potasio al 10 %, midiendo constantemente con papel especial de pH. El precipitado formado por este procedimiento se separó con centrifugando a 3500 r.p.m. durante 5 minutos. Finalmente el sobrenadante se aforó a 15 mL con ácido perclórico al 5 % y pH 6.4,

finalmente se almacenó a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ en tubos de centrifuga de polietileno para su posterior análisis.



Figura 9. Extracción de los nucleótidos del ATP y sus compuestos de degradación en la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*).

La determinación de la concentración de nucleótidos, se realizó sobre una alícuota de 1 mL de la muestra, por duplicado. El análisis de valor K consistió en una cromatografía de intercambio iónico, tanto el ATP (Adenosina trifosfato) como sus compuestos de degradación (fosforilados y no fosforilados) presentes en el extracto de la muestra, fueron separados mediante una columna cromatografía empacada con una resina de intercambio aniónico del tipo Dowex 1 x 4 Cl (200-400 mesh). Se utilizaron dos soluciones eluentes como fases móviles; solución de HCl 0.001M para extraer los compuestos no fosforilados: la inosina (HxR) e hipoxantina (Hx); y solución de HCl 0.01M+NaCl 0.6M para extraer los fosforilados: adenosina trifosfato (ATP), adenosina difosfato (ADP), adenosina monofosfato (AMP) e inosina monofosfato (IMP). Ambas soluciones fueron recogidas en tubos de ensayo en volúmenes de 4ml con ayuda de un colector de

fracciones Advantec CHF121SA. Posteriormente se midió la absorbancia a 254 nm en un espectrofotómetro Shimadzu UV mini 1240 para obtener su concentración en nmol/mL, según ecuación de la recta estándar diferente para cada solución eluente, y acorde con Saito *et al.* (1959), se procede a sustituirlos en la ecuación, para calcular el % valor K:

$$\text{Valor K (\%)} = \frac{(\text{HxR} + \text{Hx})}{(\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP}) + (\text{HxR} + \text{Hx})} \times 100$$

3.10. Análisis de composición química

Para la caracterización bioquímica de los componentes de la carne, se estimaron los niveles de humedad, lípidos totales, proteínas cruda, cenizas y valor calórico. El contenido de humedad se determinó mediante deshidratado del tejido de carne en un horno PRECISION THELCO 130D OVEN a 105 °C por 24 horas, para posteriormente calcular la diferencia peso seco/peso húmedo, pesados con una balanza AND GX-2000 con precisión de 0.01 g, determinando así el porcentaje de humedad según lo describe la metodología de AOAC, 1984. El nitrógeno se determinó por el método de Kjendhal (AOAC, 1984) con un digestor y destilador micro- Kjendhal LABCONCO 65000, se convirtió a proteína multiplicando por el factor 6.25 (Crips, 1971). Los lípidos fueron obtenidos usando un extractor soxhlet (Lab-Line Instruments, Inc., ILL, USA) con éter de petróleo (AOAC, 1984). Las cenizas se obtuvieron por calcinación lenta en una mufla (THERMOLYNE TYPE 1500 FURNACE), incrementando la temperatura hasta 500 °C donde se mantuvo por 12 horas (AOAC, 1984). El contenido calórico de la carne de *C. phoxocephalus* se calculó usando los factores de conversión recomendados por la FAO (1993) para este tipo de alimentos: 4.0 Kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9.0 Kcal/g para lípidos. El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia, pero no se reportó debido a que su contenido porcentual es prácticamente cero.

3.11. Análisis estadístico de los datos

El tratamiento estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV. Se determinó la estadística descriptiva (media y desviación estándar). Mediante un análisis de correlación de Pearson se determinaron las correlaciones entre los diferentes métodos empleados para evaluar la frescura y el tiempo de almacenamiento en hielo, así como los porcentajes de proteínas, lípidos, cenizas y valor calórico obtenidos en los análisis, a un nivel de significancia del 95%. El supuesto de distribución normal de los datos fue determinado mediante el análisis de una variable, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Los datos son reportados como promedio \pm desviación estándar.

En los datos obtenidos por las encuestas y listas de chequeo de las inspecciones se utilizó SPSS Statistics 17.0 para codificación de las mismas, obteniendo los porcentajes de las tendencias con respecto al tipo de manipulación a bordo que realizan los pescadores artesanales del Golfo de Nicoya.

3.12. Definición de propuesta de recomendaciones de mejores prácticas para la conservación de la frescura en el producto pesquero y utilización de la Gestión del Conocimiento

Una vez que se obtuvo y analizaron los datos generándose la información pertinente y de mayor relevancia, se determinaron las mejores prácticas para la conservación de la frescura en el producto pesquero. Se hizo uso de la secuencia Datos-Información-Conocimiento-Tecnología según el modelo de aprendizaje DIKT descrito por Newman (1997). Para transmitir esa información y conocimiento se realizó un taller de recomendación de mejores prácticas de manipulación para la conservación de la frescura en el producto pesquero orientado al sector de interés en este estudio, el sector pesquero artesanal.

4. DESARROLLO

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Evaluación de la manipulación a bordo de las embarcaciones

Para fines de las encuestas y listas de chequeo utilizadas para evaluar el tipo de manejo y manipulación del producto pesquero al momento de su captura, se trabajó con una muestra de pescadores artesanales de 60 y 30 respectivamente. Las comunidades pesqueras encuestadas fueron: Níspero, Costa de Pájaros, Chomes, Puntarenas y Tárcoles. Por su parte, las listas de chequeo fueron aplicadas a los pescadores mientras se encontraban en su labor y en el momento que tenían producto almacenado en la embarcación. Con esto se pretendió conocer la realidad en cuanto a este tema.

De los pescadores encuestados el 55.0% respondió pertenecer a alguna asociación de pescadores o cooperativa, mientras que el restante 45.0% aseguraron no pertenecer a ninguna de estas y ser independientes. El pertenecer a alguna asociación o cooperativa se considera importante, ya que, por ejemplo el pescador al vincularse a una cooperativa solo puede entregar y comercializar su producto pesquero en dicha organización y para que se los reciban, el producto tiene que estar en buenas condiciones, lo más fresco posible y que se halla manipulado en condiciones de higiene.

Es por lo anterior que la encuesta reflejó que en promedio el 55.0% de los pescadores artesanales, que respondieron afirmativo de pertenecer a alguna de estas organizaciones, el total afirmó entregar y comercializar el producto a algún receptor o cooperativa pesquera. En cuanto a los demás pescadores que representaron el 45.0% y que indicaron ser independientes, el 41.7% asegura, comercializar su producto en pescaderías de la zona a la que pertenecían,

mientras que solo un 3.3% respondió comercializarlo a transportistas, que son los que transportan y distribuyen el pescado a todas las zonas del país. Los resultados se exponen en la Figura 10.

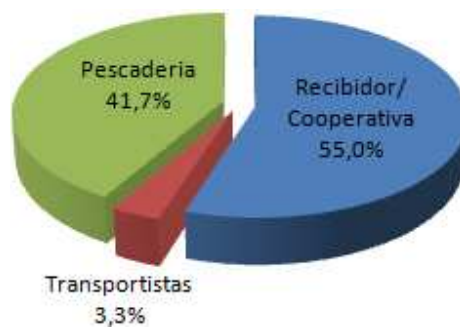


Figura 10. Porcentaje según los lugares donde comercializa el producto pesquero el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

En lo que respecta a los tipos de arte utilizados por los pescadores encuestados, la mayoría indicó utilizar todos los tipos de arte (diferentes modalidades de línea, trasmallo con número de malla de 3 a 7 pulgadas y cuerda), solo 9 pescadores que representaron un 15.0% contestaron no utilizar trasmallo, así como también poco más de la mitad (35 pescadores que representaron un 58.3%) afirmaron no utilizar el arte de pesca a la cuerda. En cuanto al arte de pesca por arrastre, el 100.0 % de los pescadores encuestados aseguraron no implementarlo. Este arte está prohibido y el que lo utiliza se exponen a decomisos de motores, embarcación y el arte, razón por la cual respondieron negativamente.

En cuanto al tiempo que tarda un pescador en una faena de pesca, todos los encuestados respondieron que era muy variable y que dependía de muchos factores como: la marea, la cantidad de pescado, así como el tipo de arte de pesca que utilizaran. Sin embargo, la mayoría, el 73.3% manifestaron durar más de 6 horas, en tiempos que iban de las 6 a las 16 horas. Otro 15.0% de

pescadores respondieron durar de 5 a 6 horas, seguido por un 5.0% que afirmaron durar de 4 a 5 horas. Un 3.3% informó durar solo de 3 a 4 horas, mientras que el restante 3.4% indicaron hacerlo en tiempos de menos de 2 a 3 horas (Figura 11). Considerar el tiempo de pesca es muy importante, ya que dependiendo de cuanto se dure en el mar se debe de tomar en cuenta el método de conservación del producto pesquero como la utilización de cámaras de frío o un buen enhielado.

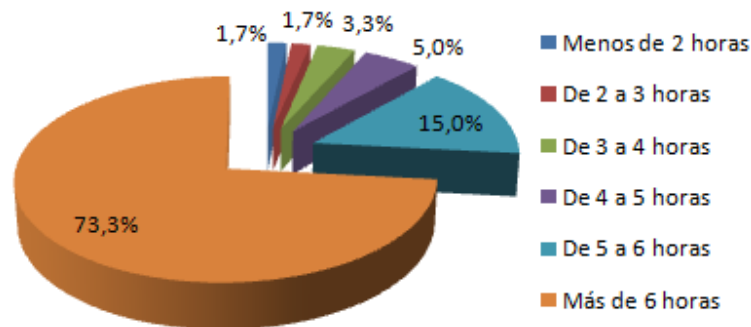


Figura 11. Duración de una faena de pesca del pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

En lo que concierne a la cantidad de todo el producto pesquero obtenido en una faena (primera grande, primera pequeñas, clase, chatarra) los pescadores también respondieron que era muy variable, que no hay una cantidad promedio. Es por lo anterior que las respuestas a la encuesta estuvieron muy distribuidas y no se vio una tendencia en cuanto a la cantidad en kilogramos. Los porcentaje de pescadores estuvieron equitativamente distribuido entre los rango de cantidades.

Las mayores tendencias porcentuales que se obtuvieron con los encuestados fueron un 31.7% que indicaron obtener más de 10 a 20 kg; y un 30.0% que manifestaron pescar en una faena, más de 40 Kg, respondiendo cantidades que van de los 40 a los 600 Kg, cantidades consideradas bastante grandes. Es importante saber la cantidad total de producto pesquero que es obtenido durante

una faena, ya que, a mayor producto se debe tener más cuidado en el manejo y manipulación, como por ejemplo la cantidad de hielo a utilizar, así como el correcto estibado para que no se apilen incorrectamente y se aplasten unos con otros.

Por otra parte, en las inspecciones a las embarcaciones, se encontró que más de la mitad (66.7% Figura 12) se encontraban sucias, con agua sucia empozada sobre la superficie, así como materia orgánica como hojas secas, superficies de madera porosas, superficies ennegrecidas o despintadas. Todas estas características encontradas hacen que no se lleve a cabo una correcta manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones, al dar cabida a posibles riesgos de contaminación del pescado desde el momento mismo que es capturado y al entrar en contacto con estas superficies, lo cual acelera su descomposición en el tiempo, reduciendo su vida útil.

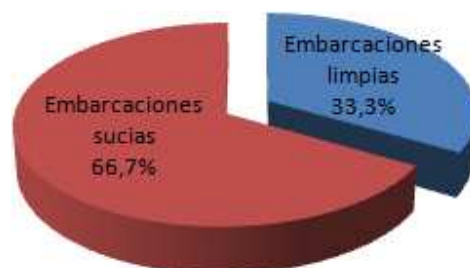


Figura 12. Porcentaje de embarcaciones artesanales que se encontraban limpias y sucias durante la faena, inspeccionadas mediante listas de chequeo. (n=30)

Por el contrario, solo el 33.3% de las embarcaciones se encontraban limpias en cuanto a las superficies de contacto con el producto pesquero, sin ninguna de las características anteriormente descritas. Lo cual se puede considerar un valor relativamente bajo de pescadores artesanales que sí mantienen las condiciones

adecuadas para una buena manipulación del producto a bordo. En la Figura 13 se presenta una foto de una embarcación que se encontraba limpia y con estas condiciones adecuadas para la manipulación a bordo.



Figura 13. Embarcación (panga) limpia y adecuada para una buena manipulación del producto pesquero.

En cuanto a los implementos utilizados para una buena manipulación del producto pesquero a bordo de la embarcación, las Figuras 14 y 15 presenta las distribuciones porcentuales sobre la utilización de delantal, botas, guantes y cubre cabello obtenidas mediante listas de chequeo y encuestas respectivamente. Se encontró mediante inspección, que el 70.0% de los pescadores artesanales utilizan delantal, en consecuencia, el restante 30.0% no lo utilizan (Figura 14 a). Estos porcentajes son muy similares a los reportados por la encuesta, en donde se obtuvo que un 76.7% utilizan delantal y el restante 23.3% no lo utilizan. (Figura 15 a).

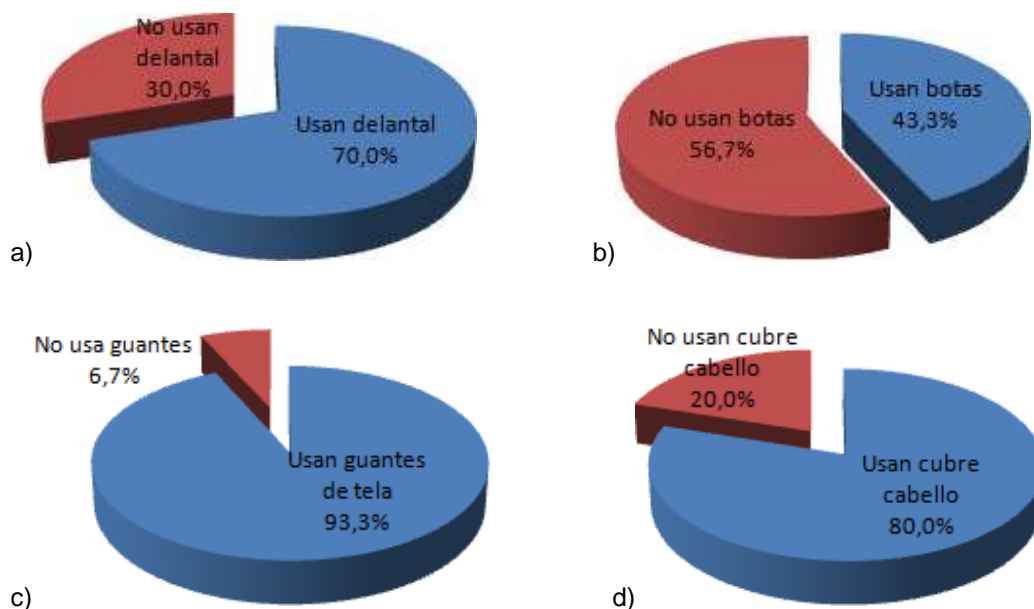


Figura 14. Porcentajes según los implementos para manipular el producto pesquero a bordo de la embarcación utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Resultados obtenidos mediante lista de chequeo. a) delantal, b) botas, c) guantes, c) cubre cabello. (n=30)

Con respecto a la utilización de botas a bordo de la embarcación durante la faena de pesca, se observó en las inspecciones (Figura 14 b) que poco menos de la mitad, el 43.3% las utilizan, mientras que el 56.7% no llevan consigo este tipo de implemento en su indumentaria. Por el contrario, la encuesta (Figura 15 b) reportó que el 51.7% sí utilizan botas mientras que el 48.3% no suelen usarlo. Debido a estos resultados se puede indicar que se encuentra promediados los pescadores que “utilizan” o “no” este tipo de implemento. Los pescadores que no utilizan botas a bordo de la embarcación indicaron que es peligroso usarlas, ya que si por accidente caen al agua se dificulta nadar al llevarlas puestas, y consideran peligroso usarlas, según informaron.

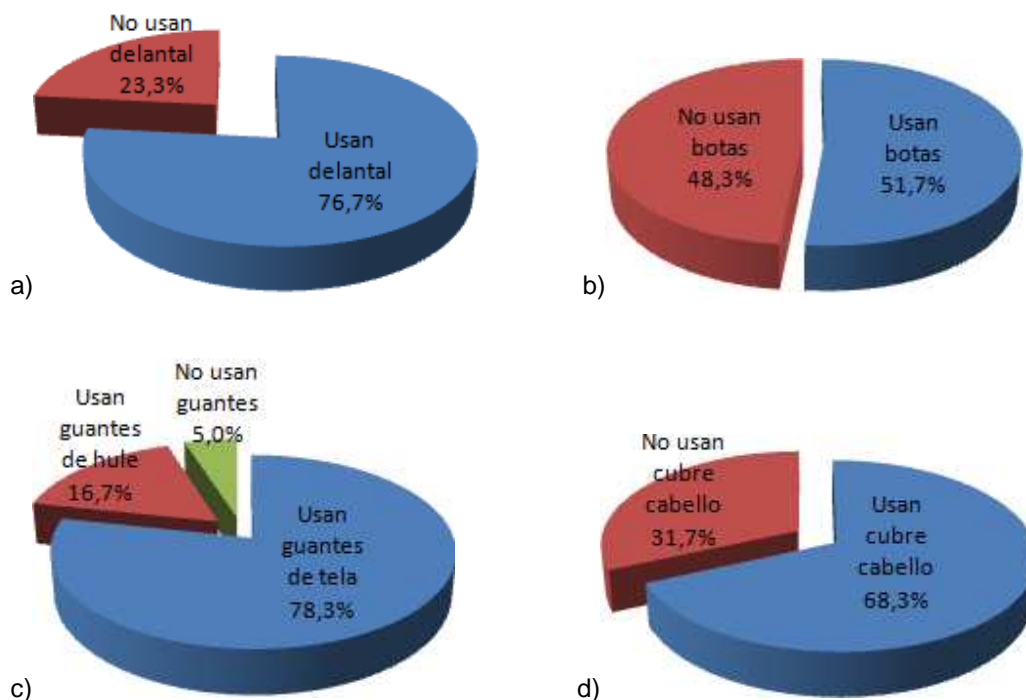


Figura 15. Porcentajes según los implementos para manipular el producto pesquero a bordo de la embarcación utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Resultados obtenidos mediante encuestas. a) delantal, b) botas, c) guantes, c) cubre cabello. (n=60)

Otro implemento evaluado según su utilización o no a bordo de la embarcación fueron los guantes (Figuras 14 c y 15 c). Se encontró mediante listas de chequeo y encuestas que el 93.3 y 78.3% respectivamente, utilizan guantes de telas como los mostrados en la Figura 16. Durante las inspecciones se encontró que muy pocos (6.7%) no los utilizaban. Por su parte, en las encuestas el 5.0% de pescadores respondieron que no los utilizaban y el 16.7% utilizaban guantes hechos de hule. Sin embargo, durante las inspecciones no se encontró ningún pescador utilizando este tipo de guante, considerado como el indicado para una buena manipulación.

Por el contrario, los guantes de tela que utilizan la mayoría de los pescadores no son los adecuados para manipular el producto pesquero, debido a que son

porosos y húmedos, apropiados para retener la mucosidad del pescado durante su manipulación y por lo tanto puede ser un buen medio para la proliferación de bacterias. En conversaciones con pescadores, ellos indicaron que este implemento es más que nada utilizado por protección contra el arte de pesca. En otras palabras este tipo de guante es de protección para el pescador, para que no sufran heridas o cortaduras en las manos, en lugar de ser una protección para que el pescado no se contamine.



Figura 16. Guantes de tela utilizados por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

El último implemento evaluado según su utilización correspondió al cubre cabello o malla, utilizada en las diferentes áreas donde se manipulan alimentos. Para efectos de la manipulación a bordo de la embarcación, se tomo en cuenta como este implemento cualquier sombrero, gorra o capucha que cubriera el cabello del pescador. Se encontró según inspecciones y respuestas a las encuestas, que el 80.0 y 68.3% de pescadores respectivamente, utilizan este tipo de implemento a bordo de la embarcación durante la faena de pesca. Por el contrario, el 20.0 y 31.7% no lo utilizan. Los resultados para este implemento obtenidos mediante lista de chequeo y encuestas se representan en las Figuras 14 d y 15 d. En base a estos resultados se puede indicar que la mayoría de pescadores artesanales

utilizan el cubre cabello. Sin embargo, en conversaciones con los pescadores, ellos indicaron que este implemento es más que nada utilizado por protección contra los rayos solares. En la Figura 17 se observan los implementos para la manipulación del producto pesquero utilizados durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

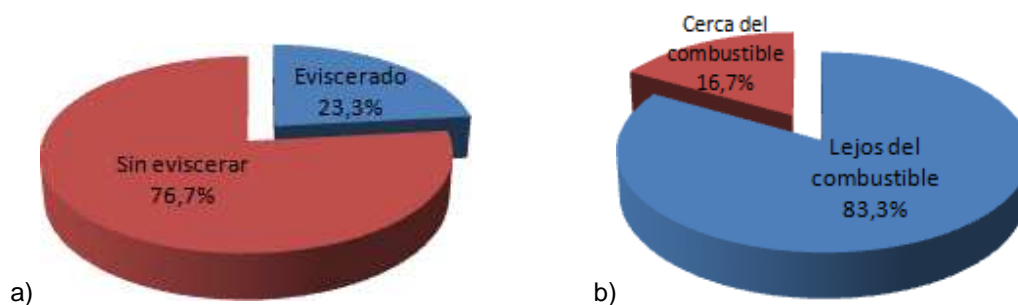


Figura 17. Implementos para la manipulación del producto pesquero utilizados durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Un aspecto muy importante que se tomó en cuenta y se evaluó a bordo de las embarcaciones como parte de una buena práctica de manipulación del producto pesquero implementada por el pescador artesanal, fue las características de almacenamiento. En la Figura 18 se representan los resultados para varios

aspectos con respecto al almacenamiento a bordo de las embarcaciones que fueron vistos y evaluados mediante lista de chequeo. En la Figura 18 a) se observa que la gran mayoría, el 76.7% de pescadores que se encontraban en su labor de pesca no tenían el producto eviscerado al momento de la inspección a las embarcaciones. A la pregunta durante la inspección; de cuánto tiempo tenían de estar pescando, estos respondieron tiempos que iban de las 2 a las 4 horas. También se les preguntó porque tenían el pescado sin eviscerar; a lo cual respondieron que tenían poco tiempo, o menos de una hora de haber levantado o recogido el arte de pesca.

Por su parte, solo el 23.3% de los pescadores tenían el producto que se encontraba a bordo de la embarcación eviscerado. Este porcentaje de pescadores respondieron que tenían de 4 a 6 horas de estar pescando, razón por la cual sí lo tenían eviscerado, debido al mayor tiempo que había transcurrido después de la captura. El pescador es consciente que si el producto pesquero se mantiene con las vísceras durante todo este tiempo de almacenamiento, se vería un efecto sobre la calidad al disminuir más rápido la frescura, para Agüeria (2008) esto se debe a la más rápida proliferación bacteriana al pasar las bacterias de los intestinos al músculo. Debido a que el eviscerado depende del tiempo que dure el pescador en pescar y recoger el arte de pesca, no se puede indicar con seguridad que el tiempo entre la captura y el eviscerado sea incorrecto, según lo observado en las embarcaciones inspeccionadas.



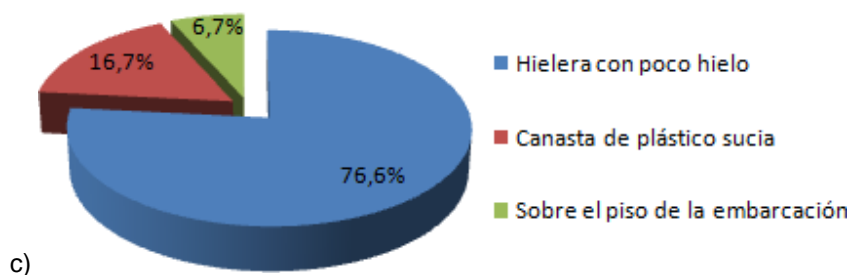


Figura 18. Porcentaje según el tipo de almacenamiento del producto pesquero a bordo de la embarcación utilizado por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Inspeccionados mediante listas de chequeo. a) almacenamiento según eviscerado, b) almacenamiento según proximidad al combustible, c) tipo de almacenamiento. (n=30)

Siguiendo con el tema del eviscerado, la encuesta reportó que el 93.3% de los pescadores evisceran el pescado en la lancha, mientras que sólo el 6.7% lo hacen cuando llegan a la costa (Figura 19). Por su parte, a la pregunta de la encuesta de cada cuanto tiempo tarda en eviscerarlo, los resultados se representan en la Figura 20, en donde se observa que la mayoría de los pescadores encuestados (66.7%) respondieron hacerlo inmediatamente después de la captura, lo cual es lo más recomendable para que el producto se conserve mejor.

Solo un 13.3% de los pescadores indicaron hacerlo de 30 minutos a una hora después de la captura y en menor porcentaje 8.3 y 3.3% indicaron hacerlo de 1 a 2 horas y de 2 a 3 horas después de la captura respectivamente. Por último, solo un 8.3% de los pescadores encuestados informaron eviscerar el pescado terminada la faena de pesca, un valor bastante bajo, que además como ya se menciona, depende del tiempo que dure el pescador faenando, ya que muchos de estos pescadores dentro de este porcentaje aseguraron durar solamente de 2 a 3 horas en su labor.

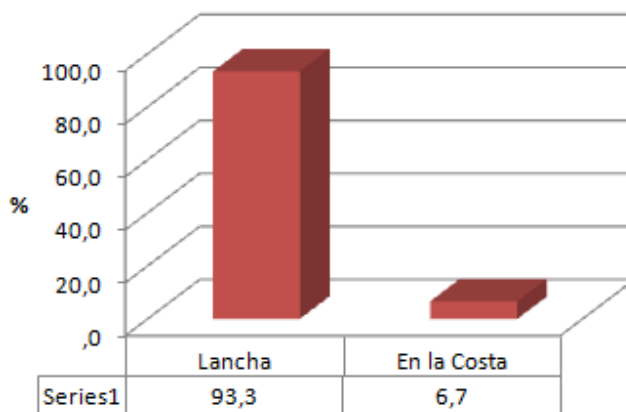


Figura 19. Porcentaje según el lugar de eviscerado del producto pesquero durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

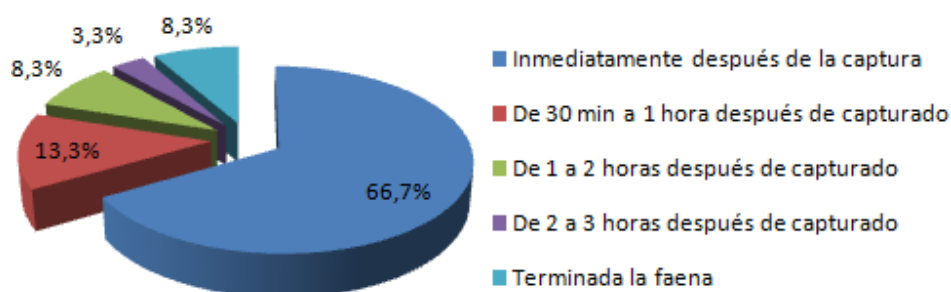


Figura 20. Porcentaje según el tiempo que dura el producto pesquero en ser eviscerado durante una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

En el almacenamiento o estibado que se le da al producto pesquero después de que es capturado también se consideraron características como el aseo del depósito de almacenamiento, su cercanía con el depósito de combustible, el tipo de almacenamiento y la correcta utilización de hielo.

En la Figura 18 b) se exponen los resultados obtenidos con respecto al almacenamiento y su cercanía al combustible, durante las inspecciones a los pescadores y sus embarcaciones se pudo observar que, 25 pescadores, representando el 83.3% almacenan el producto pesquero lejos del combustible, mientras que solo 5 de los pescadores inspeccionados (16.7%), mantenían el producto ya fuera en hielera, canasta o piso de la embarcación, a pocos centímetros del almacenamiento de combustible.

En base a lo observado se puede afirmar que la mayoría de pescadores artesanales sí son conscientes del grave problema y peligro que implica almacenar el producto cerca del combustible, debido al riesgo de contaminación de la carne por hidrocarburos. A los pescadores que mantenían el producto cerca del combustible se les indicó sobre esta falta grave, a lo que muchos respondieron que sí estaba separado o que los depósitos de combustible estaban bien cerrados o herméticos, sin derrames. Sin embargo siempre existe el riesgo de contaminación al haber cercanía entre ambos, producto y combustible.

Por otro lado, la Figura 18 c) expresa la distribución porcentual de pescadores en cuanto al tipo de almacenamiento que utilizan, se puede observar que la mayoría de los pescadores inspeccionados, el 76.7% almacena el producto pesquero en neveras propias de la embarcación o hieleras, las cuales se verificaron que contenían muy poco hielo en relación a la cantidad de producto almacenado. Lo que se observó fue que estibaban el producto en la nevera alrededor de un saco con hielo o sobre una capa de hielo situada en el fondo del depósito de almacenamiento (Figura 21), lo cual no es lo más indicado y en base a lo observado se puede indicar que el pescador no utiliza la cantidad correcta de hielo para preservar fresco el producto pesquero inmediatamente después de su captura.



Figura 21. Almacenamiento del producto pesquero a bordo de las embarcaciones en neveras con poco hielo, utilizadas en una faena de pesca por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

En general el pescado no se encontraba rodeado o cubierto de hielo, que es lo óptimo e ideal para mantenerse a las temperaturas adecuadas, entre 0 y 4°C. Según indica Ramírez *et al* (2006) la relación adecuada de hielo: pescado es 1:1, es decir para enfriar un kilo de pescado se requiere un kilogramo de hielo. El uso del hielo, es muy importante en las buenas prácticas de manipulación para asegurar y mantener la calidad e inocuidad del producto pesquero.

Por su parte, se observó que un 16.7 y 6.7 % estibaban el producto pesquero en condiciones totalmente inadecuadas, en canasta de plástico sucia y sobre el piso de la embarcación respectivamente (Figura 18 c). En las Figuras 22 y 23 se presentan algunas de las anomalías más graves con respecto al almacenamiento y manipulación respectivamente, encontradas al momento de las inspecciones a los pescadores artesanales y sus embarcaciones durante la faena.

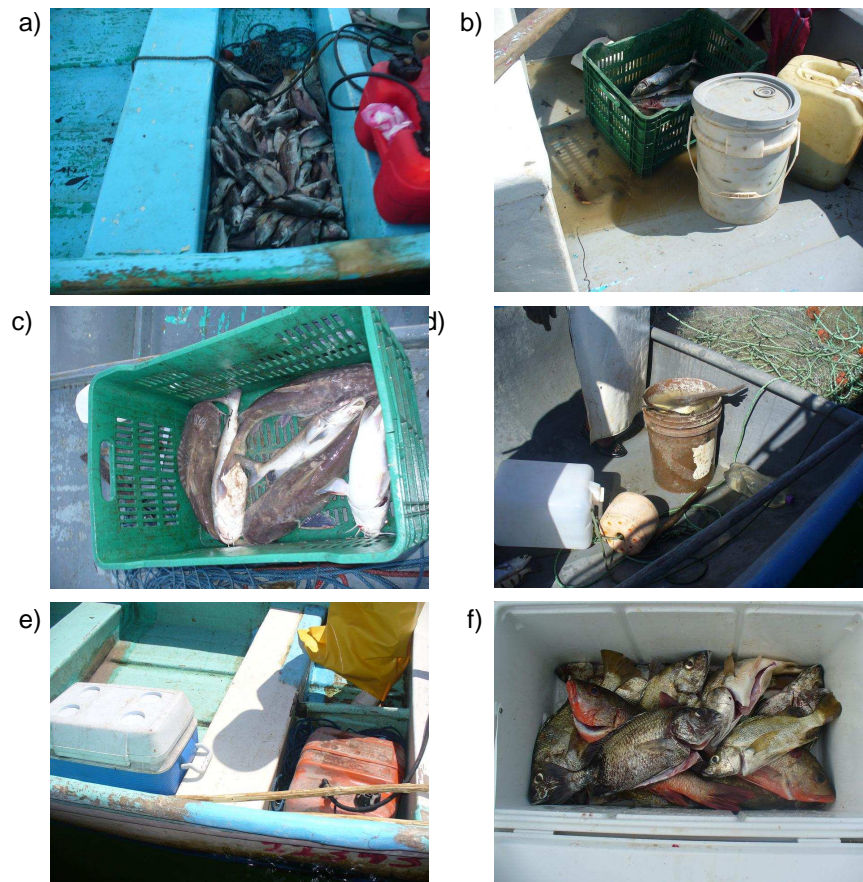


Figura 22. Tipos de almacenamiento inadecuados implementados por algunos pescadores artesanales del Golfo de Nicoya, Costa Rica. a) sobre el piso de la embarcación y cerca del combustible. b) en canasta de plástico cerca del combustible. c) en canasta de plástico sucia y sin eviscerar. d) en balde de plástico sucio. e) en hielera con poco hielo cerca del combustible. f) en hielera sin hielo.

Siguiendo con el tipo de almacenamiento, la encuesta confirmó la utilización de neveras o hieleras como el método más utilizado por los pescadores para almacenar el producto pesquero pos-captura, mediante este método de obtención de información primaria se constató que el 93.3% de los pescadores utilizan este tipo de almacenamiento. En donde solo un 3.4% almacenan el producto en canasta de plástico, balde o tarro, y un 3.3 % respondió hacerlo sobre el piso de la

embarcación (Figura 24). Estos datos estuvieron muy similares proporcionalmente a los obtenidos mediante inspecciones con lista de chequeo (Figura 18 c).



Figura 23. Manipulación inadecuada del producto pesquero implementada por algunos pescadores artesanales del Golfo de Nicoya, Costa Rica. No utilización de guantes adecuados, eviscerado sobre superficie de madera porosa, almacenamiento sin hielo y cerca del combustible, fumado durante la manipulación.

Por su parte, en la Figura 25 se expone la distribución porcentual de pescadores que respondieron afirmativo o negativo sobre la utilización de hielo a bordo de las embarcaciones. Sobre este punto, la encuesta reportó que 54 de los 60 pescadores encuestados, sí utilizan hielo a bordo de la embarcación para conservar el producto pesquero después de la captura, representando el 90.0% del total de pescadores. Mientras que los restantes 6 pescadores respondieron utilizarlo a veces o no utilizar hielo en su actividad pesquera, lo que representó solo un 5.0% para ambos casos. Sin embargo, aunque la gran mayoría utilice el hielo a bordo, como ya se mencionó la cantidad no es suficiente para disminuir la temperatura a niveles adecuados (menor a 4°C) para preservar fresco el producto por más tiempo, según lo observado en las inspecciones a pescadores artesanales.



Figura 24. Porcentaje según tipos de almacenamiento del producto pesquero a bordo de la embarcación utilizado por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

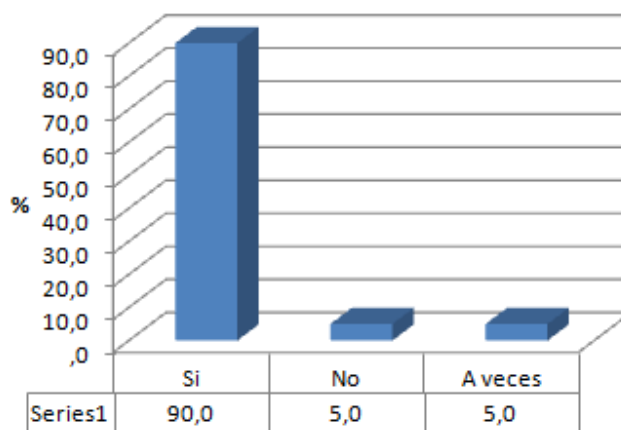


Figura 25. Porcentaje sobre el uso del hielo a bordo de la embarcación para conservar el producto pesquero después de que es captura por el pescador artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Datos obtenidos mediante encuestas aplicadas. (n=60)

Por último, es importante mencionar que el 100,0% de los pescadores inspeccionados, portaban agua limpia y potable. Sin embargo, a través de la encuesta se comprobó que el 100,0 % de los pescadores encuestados afirmaron utilizar el agua solamente para tomar y no para lavar y limpiar el producto, ninguno

de los pescadores indicaron usarla para tal fin. Lavar el producto es muy importante después del eviscerado para eliminar sangre y restos de vísceras que puedan quedar, por lo tanto esta operación se tiene que realizar con agua limpia, ya sea de mar o dulce. No es recomendable lavarlo con agua de mar cerca de la costa, donde los niveles de contaminación por lo general son mayores.

4.1.2. Cambios en las características sensoriales.

Los principales cambios en las características sensoriales que ocurren en *C. phoxocephalus* almacenada en hielo están relacionados con la apariencia general. En el Cuadro 1, se describen estos principales cambios durante los 30 días de almacenamiento en hielo para ambos tipos de tratamientos de manipulación a bordo de la embarcación, implementando buenas prácticas de manipulación y manipulación normal, realizada por el pescador artesanal.

















Los ejemplares frescos presentaron ojos convexos con cornea transparente y una pupila negra brillante, una cavidad abdominal de color rosado, con peritoneo blanco lustroso y brillante, bien adherido. Además de una pigmentación en la piel brillante e iridiscente, con escamas firmemente adheridas y con olor muy fresco, a mar típico de la especie.















Por el contrario, los ejemplares en estado avanzado de deterioro se caracterizaron por presentar ojos cóncavos muy hundidos con la cornea lechosa y la pupila gris, una cavidad abdominal con un peritoneo opaco, desgarrado que se desprende fácilmente, además de una piel opaca sin brillo con escamas que salen fácilmente, con olor muy desagradable como pútrido, amoniacal o rancio. Paralelamente se evidenció un marcado cambio en el color de la cavidad abdominal, pasando de presentar el color rosado intenso o pálido en ejemplares frescos, a amarillo pálido en pescado deteriorado (Cuadro 1).

CUADRO 1.

Cambios en las principales características sensoriales de la corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los 30 días de almacenamiento en hielo.

Día	Muestra	Características Sensoriales
0	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Convexos, cornea transparente, pupila negra brillante</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado intenso, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Muy brillante, iridiscente, escamas adheridas</p>
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Convexos, cornea transparente, pupila negra brillante</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Brillante con pérdida de iridiscencia, escamas adheridas</p>
3	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Poco convexos, cornea transparente, pupila negra brillante</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Muy brillante, iridiscente, escamas adheridas</p>
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Poco convexos, córnea ligeramente turbia u opaca, pupila negra opaca</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Brillante con pérdida de iridiscencia, escamas adheridas</p>
6	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Poco convexos, córnea ligeramente turbia u opaca, pupila negra opaca</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Brillante con pérdida de iridiscencia, escamas adheridas</p>
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Cóncavo, córnea y pupila opaca no tan circular</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>
9	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Cóncavo, córnea y pupila opaca no tan circular</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo blanco, lustroso y brillante, bien adherido</p> <p>Piel: Brillante con pérdida de iridiscencia, escamas adheridas</p>

	Manipulación Normal	<p>Ojos: Cóncavo, córnea y pupila opaca no tan circular</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		
12	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Cóncavo, córnea y pupila opaca no tan circular</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Brillante con pérdida de iridiscencia, escamas adheridas</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Cóncavo, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		
15	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Cóncavo, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea y pupila opaca no tan circular</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
18	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Cóncavo, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color rosado pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo desgarrado, se desprende fácilmente</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
21	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Cóncavo, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		

	Manipulación Normal	<p>Ojos: Cóncavo, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
24	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo desgarrado, se desprende fácilmente</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
27	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo ligeramente opaco, adherido</p> <p>Piel: Color apagado, no brillantes, escamas adheridas</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo desgarrado, se desprende fácilmente</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
30	Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo desgarrado, se desprende fácilmente</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		
	Manipulación Normal	<p>Ojos: Muy hundidos, córnea lechosa, pupila gris</p> <p>Cavidad abdominal: Color amarillo pálido, peritoneo desgarrado, se desprende fácilmente</p> <p>Piel: Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente</p>		

En ambas lotes de corvina picuda diferenciadas por las condiciones de manipulación se presentaron cambios idénticos, sólo que éstos sucedieron más rápido en las corvinas manipuladas en condiciones normalmente implementadas por el pescador artesanal (tratamiento B). Por ejemplo la característica sensorial más notoria que diferencia ambos tratamientos es la aparición del color amarillo pálido en la cavidad abdominal. En el tratamiento B con manipulación normal, la carne se tornó amarillenta al día 15, por su parte, en el tratamiento A con buenas prácticas de manipulación la coloración amarillenta se manifestó hasta el día 21 (Cuadro 1).

En el tratamiento A, el grado de calidad de la corvina picuda de acuerdo a las características sensoriales, se mantuvo de excelente a buena por un tiempo de 15 días, después de este periodo la pérdida de frescura se observa también en los ojos, que ya se detectan un poco opacos y sumidos, no obstante se mantiene en calidad entre buena y aceptable hasta un tiempo de 21 días, al igual que el olor y el color de la cavidad abdominal mencionado. Por el contrario, en el tratamiento B estas mismas características fueron apreciadas a los 9 y 15 días respectivamente.

Las alteraciones en la coloración, además del olor (rancio) y cambios en la textura según Huss (1995) están relacionadas con los procesos de hidrólisis y con reacciones de oxidación en la fracción lipídica durante el almacenamiento *post-mortem* de las especies pesqueras, ambas reacciones son de gran importancia para la vida útil de estos productos, generándose pérdida de la calidad y rechazo por parte del consumidor. En este aspecto Ramírez *et al.* (2006) indican que el oxígeno atmosférico es capaz de actuar sobre los tejidos musculares provocando cambios indeseables en el color y sabor del pescado. Al oxidarse la grasa se torna rancia y provoca una coloración en la carne que es amarillenta.

Los parámetros y características mencionadas a lo largo del almacenamiento fueron incluidos en el esquema QIM propuesto para la corvina picuda (Anexo 5). El índice de calidad (QI) máximo asignada por este esquema se estableció en 25. Los cambios del QI de ambos grupos de corvina picuda según el tipo de

tratamiento a bordo, y almacenadas en hielo durante 30 días se muestran en la Figura 26.

Para el tratamiento A, implementando BPM a bordo, este índice mostró un valor inicial de 1.5 ± 0.6 propio de un producto completamente fresco y alcanzó a una puntuación de 16.3 ± 2.2 a los 30 días de almacenamiento en hielo, donde los ejemplares evaluados mostraron signos indiscutibles de deterioro en todas las características evaluadas. En cuanto al tratamiento B, los ejemplares manipulados a bordo en condiciones normales y consideradas inadecuadas, el índice expuso un valor inicial de 8.5 ± 2.4 revelando un producto no tan fresco al inicio en comparación con el tratamiento A, y alcanzó una puntuación máxima de 21.0 ± 1.8 a los 30 días de almacenamiento en hielo.

El QIM en *C. phoxocephalus* almacenadas en hielo y manipulados de ambas condiciones “BPM y Manipulación Normal” aumentaron linealmente, ajustándose a los siguientes modelos de regresión respectivamente: $QI = 1.49 x + 1,52$, $R^2 = 0.95$, $P < 0.05$ y $QI = 1.37 x + 7.15$, $R^2 = 0.90$, $P < 0.05$ (con $x =$ días de almacenamiento en hielo en ambas). Ambas presentaron una elevada correlación positiva con el tiempo de almacenamiento, (Pearson, $r_A = 0.97$; $r_B = 0.94$, $P < 0.05$), hecho que demuestra su utilidad para poder establecer el tiempo remanente de vida útil del producto pesquero.

Los ejemplares de *C. phoxocephalus* con un QI por encima de 15 fueron considerados inaceptables por los evaluadores, dicho valor se alcanzó a los días 24 y 15 de almacenamiento en hielo respectivamente (Figura 26), estableciéndose los 24 días como límite de rechazo para las que se implementaron BPM y los 15 días para las manipuladas en condiciones normales, consideradas inadecuadas y que son las practicadas por el pescador artesanal, según lo observado en las inspecciones en la primera etapa del proyecto. Este último resultado es similares a los reportados por Lougovois *et al.* (2003) para la vida útil de la dorada (*Sparus aurata*) almacenada en hielo.

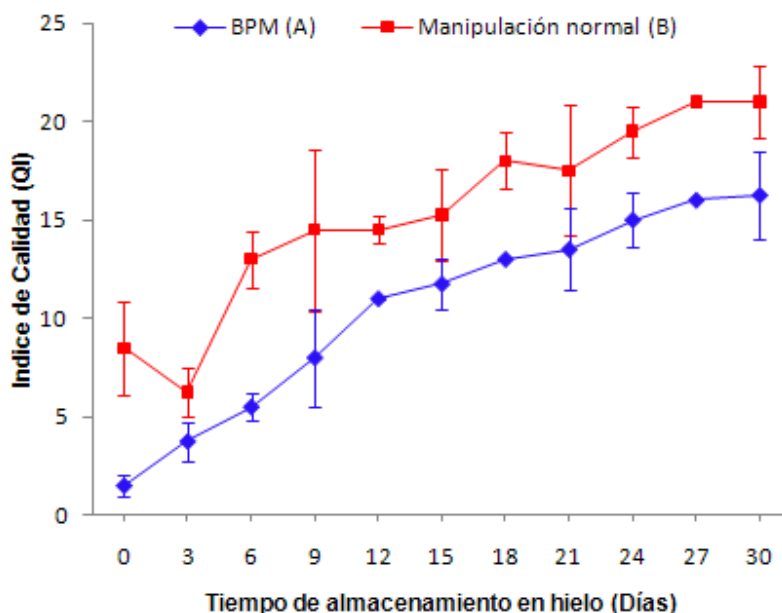


Figura 26. Cambios en el índice de calidad (QI) de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=2$).

4.1.3. Cambios en la resistencia dieléctrica

Los cambios en las propiedades dieléctricas de la piel y músculo del producto pesquero están estrechamente relacionados con las tasas de deterioro y se utilizan como indicadores de calidad. Los resultados que se obtuvieron por medio del GR Torrymeter aparecen en la Figura 27. Se determinó el grado de la pérdida de frescura para ambos tipos de manipulación a bordo; se observa la misma tendencia de las rectas para los dos tratamientos, ambas decrecen conforme transcurren los días de almacenamiento en hielo.

Para el promedio de corvinas que fueron manipulados en optimas condiciones al implementar BPM (tratamiento A), las lecturas promedio del GR Torrymeter oscilaron en un ámbito de 14.2 ± 0.9 para el pescado fresco con cero días de almacenamiento en hielo y 5.8 ± 0.6 para el pescado inaceptable, luego de 30 días de almacenamiento en hielo. Mientras que para los manipulados en condiciones

normalmente (tratamiento B), el promedio de pescados oscilaron entre 11.7 ± 0.8 y 4.2 ± 0.5 respectivamente.

Las mediciones del GR Torrymeter en la piel y músculo de *C. phoxocephalus* almacenadas en hielo y tratadas en condiciones de Buenas Práctica de Manipulación (BPM) disminuyó linealmente ajustándose al siguiente modelo de regresión: Torrymeter = $-0.88x + 14.29$, $R^2 = 0.92$, $P < 0.05$. En lo que respecta a la manipulación normal también disminuyó linealmente, Torrymeter = $-0.85x + 11.95$, $R^2 = 0.92$, $P < 0.05$ (con x = días de almacenamiento en hielo en ambas). Ambas presentaron una buena correlación negativa con el tiempo de almacenamiento (Pearson, $r = -0.96$, $P < 0.05$, en ambas), demostrando la importancia que tiene este método para establecer la pérdida de frescura en el tiempo y por lo tanto la vida útil del producto pesquero.

Una lectura de Torrymeter con valores igual o mayores a 11 son indicativos de un producto muy fresco, mientras que un valor de 6.0 es indicativo de la presencia de un marcado deterioro, con una mala calidad y considerados no aptos para el consumo (Lougovoisa *et al* 2003). Los ejemplares de *C. phoxocephalus* alcanzaron valores de 5.7 ± 0.9 y 5.9 ± 0.5 a los 21 y 15 días de almacenamiento en hielo para los tratamientos A y B respectivamente (Figura 27), estableciéndose los 21 días como límite de rechazo a los que se implementaron BPM, y los 15 días para los manipuladas en condiciones normales. Resultados similares de vida útil en el almacenamiento en hielo han sido reportados por Lougovois *et al.* (2003) y Jiménez (1981) para la dorada y la corvina aguada respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los cambios sensoriales vistos y con los obtenidos por el método QIM, presentando además, una elevada correlación negativa entre los valores del torrymeter y el índice de calidad QI para ambos tratamientos A y B (Pearson, $r_A = -0.97$; $r_B = -0.92$, $P < 0.05$).

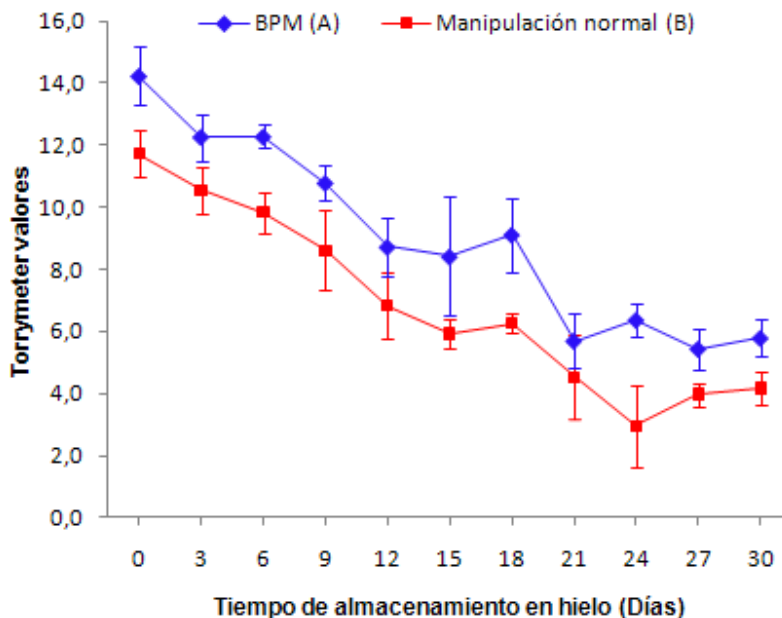


Figura 27. Cambios en los valores del Torrymeter según la resistencia dieléctrica de la piel y músculo de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=2$).

4.1.4. Cambios en el valor de pH muscular

El comportamiento del pH en el músculo de *C. phoxocephalus* se muestra en la Figura 28. Los cambios en este índice fueron mínimos, los valores permanecieron relativamente constantes a lo largo del tiempo de almacenamiento en hielo. Según Kubitzka (1999), debido a su menor tenor en glicógeno, la carne de pescado, no presenta gran reducción del pH después de la muerte de los peces, como se ha observado en las carnes bovinas y de pollo.

En el tratamiento A inicialmente el pH fue de 6.70 ± 0.22 , este valor permaneció relativamente constante hasta el sexto día de almacenamiento. Un descenso significativo fue observado al cabo del noveno día, seguido por otro gradual hasta el doceavo día de almacenamiento. El valor más bajo de pH fue registrado al día 15, con un valor de 6.50 ± 0.22 , posteriormente, este comenzó a incrementarse ligeramente hasta llegar a 6.98 ± 0.08 al día 21 de almacenamiento en hielo

(Figura 28). Tendencias similares sobre los cambios de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento han sido reportadas por Tome *et al.* (2000) para la tilapia y por Delgado *et al.* (2001) para la sardina almacenada en hielo.

Por su parte, en el tratamiento B, el pH inicial fue de 6.80 ± 0.13 , permaneciendo relativamente constante los tres primeros días de almacenamiento, posteriormente comenzó a decrecer significativamente en el sexto día y llegó hasta un mínimo valor de pH de 6.32 ± 0.03 al noveno día, seguidamente, al igual que en el tratamiento A, el pH comenzó a incrementarse leve y gradualmente, llegando a un valor de 6.99 ± 0.05 al día 15 de almacenamiento en hielo (Figura 28). En ambas variables los resultados fueron estadísticamente significantes durante el almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = 0.72$; $r_B = 0.69$, $P < 0.05$).

En la Figura 28 se observan estas tendencias para ambos tratamientos A y B, presentando una primera etapa caracterizada por la disminución del pH, siendo más acelerada para el tratamiento B que alcanzó un mínimo valor de pH al día 9 de almacenamiento en hielo, comparado con el correspondiente al tratamiento A que presentó el mínimo valor al día 15 de almacenamiento. En una segunda etapa se observa un incremento del pH, igual en ambos tratamientos, siendo más violento en B ya que a los 15 días, se obtuvieron valores cercanos a 7.00, mientras que para el tratamiento A, el valor de pH neutro se obtuvo al día 21 del almacenamiento en hielo.

Según estudios realizados por Huss (1998) las variaciones de pH del tejido muscular son indicativas de la calidad del mismo, ya que cuando un organismo muere, cesan de funcionar sus sistemas de suministro de oxígeno y producción de energía. En otras palabras, el pH está relacionado directamente con la frescura del pescado. Como ya se ha mencionado, la disminución inicial de pH en la musculatura de los peces se debe a la formación de ácido láctico. Después de la

muerte del animal, el glicógeno de la musculatura es hidrolizado en glucosa, que sirve como sustrato para la formación del ácido láctico.

La disminución de la concentración de oxígeno dentro de las células ocasiona que se originen procesos catabólicos, como la descomposición del glucógeno, con la producción de ácido láctico, el cual generalmente torna al pH más ácido. Las tendencias presentadas por ambos tratamientos a bordo A y B (Figura 28) son según las descritas en la bibliografía, al acumularse el ácido láctico en los primeros días se produjo la disminución del pH hasta los días 15 y 9 respectivamente.

En este aspecto, Kubitzka (1999) indica que esa disminución del pH, retarda el desarrollo de las bacterias, aumentando la vida útil del producto almacenado. Posterior a estos días, el pH de la carne comienza a tornarse gradualmente más próximo a la neutralidad; según Tome *et al.* (2000) esta tendencia es el resultado de la formación de compuestos volátiles como el amoníaco, la trimetilamina y ciertas aminas producidas por vía autolítica, y por la acción bacteriana sobre aminoácidos libres, acelerando la acción de las enzimas musculares (autohidrólisis), la proliferación bacteriana y en consecuencia la degradación de la carne.

En base a estos resultados, en los tratamientos A y B se puede estimar los días 15 y 9 de almacenamiento como los máximos en los cuales la corvina picuda mantiene un alto grado de frescura, antes de que se dé el desarrollo bacteriano que producen la formación de compuestos básicos que neutralizan el ácido láctico formado, aumentando los valores de pH. En cuanto al límite máximo de consumo, se determinó que a los 21 y 15 días respectivamente para los tratamientos A y B, el pH presentó valores cercanos a 7. En el Decreto Ejecutivo N° 29210-MAGMEIC-S. 28 dic. N° 249 (La Gaceta 2000) se indica que el pH no debe ser igual o superior a 7 unidades en pescado para poder ser apto para el consumo humano.

Estos resultados sobre la vida útil del pescado almacenado, son concordantes con los obtenidos por el método sensorial QIM, sin embargo, no se obtuvo una correlación significativa entre ambas (Pearson, $r_A = 0.57$; $r_B = 0.51$, $P > 0.05$) para los tratamientos A y B. Los resultados de pH también correspondieron con los obtenidos por el Torrymeter, estos sí presentaron una correlación negativa baja (Pearson, $r_A = -0.62$; $r_B = -0.64$, $P < 0.05$) en ambos tratamientos.

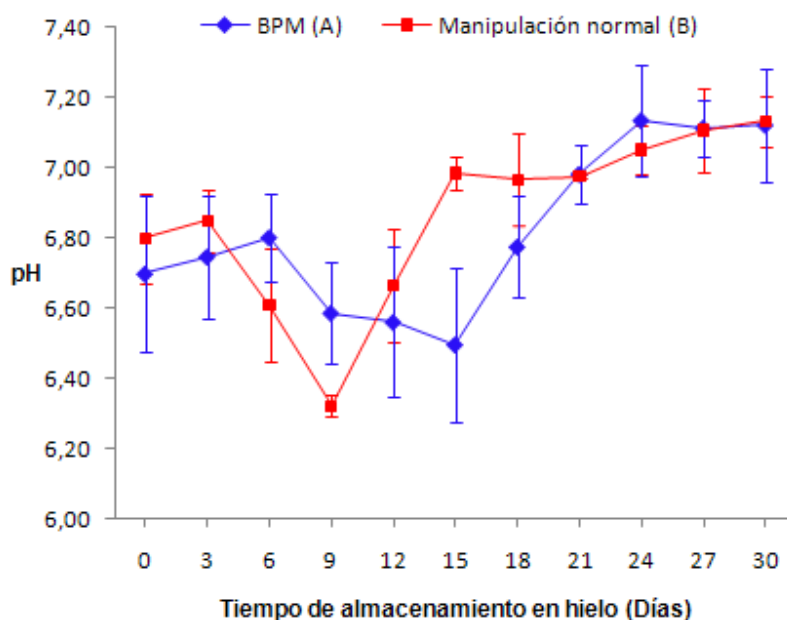


Figura 28. Cambios en el valor de pH muscular de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=2$).

4.1.5. Cambios en el índice de frescura Valor K

Durante la captura y en el periodo *post-mortem*, el ATP se descompone rápidamente, como consecuencia del agotamiento producto de las contracciones musculares intensas, lo que conduce a la formación de ADP, AMP e IMP. Producto de la degradación del IMP se forman HxR e Hx. Saito *et al.* (1959) establecieron una técnica para la determinación cuantitativa de los derivados del

ATP y definieron el valor K como un índice de calidad para los productos pesqueros. Huss (1998) apunta que el porcentaje de valor K es una relación de las concentraciones de Hx y HxR con respecto al ATP y el resto de sus compuestos de degradación. De esta proporción, se deduce que cuanto menor sea el valor K, mayor será el grado de frescura del pescado.

Como se observa en la Figura 29, el valor K mostró un incremento lineal respecto al tiempo de almacenamiento, en el tratamiento A se dió desde un valor inicial de $3.80 \pm 0.45\%$ hasta un valor de $56.82 \pm 4.95\%$ a los 30 días de almacenamiento en hielo. En el tratamiento B se presentó un valor inicial de $19.54 \pm 0.51\%$ incremento también lineal en el tiempo hasta un valor máximo de $74.75 \pm 2.87\%$ a los 30 días de almacenamiento.

El modelo de regresión lineal para el valor K en *C. phoxocephalus* bajo las condiciones del tratamiento A fue: $\% K = 5.96 x - 6.67$ $R^2 = 0.95$, $P < 0.05$ (con x= días en hielo). En cuanto al tratamiento B fue: $\% K = 6.83 x + 1.90$, $R^2 = 0.93$, $P < 0.05$ (con x= días en hielo). En el presente estudio, se observó un aumento significativo en este índice durante el tiempo de almacenamiento en hielo, presentando una alta correlación (Pearson, $r = 0.97$, $P < 0.05$, en ambas). En base a estas correlaciones el valor K ha demostrado ser uno de los indicadores de calidad más adecuados para determinar el grado de frescura en el pescado.

Según Ehira, *et al* (1986) y Okuma, *et al* (1992), un valor K menor de 20% en productos pesqueros implica un alto grado de frescura, mientras que entre 20-40% para productos moderadamente fresco y por encima de 40 %, para pescado no fresco, no apto para el consumo humano. Este índice de frescura depende de factores tales como: especie, arte de pesca y tratamiento post-captura.

De acuerdo a estos límites propuestos, se puede observar en la Figura 29, que bajo las condiciones del tratamiento A, la frescura de *C. phoxocephalus* almacenada en hielo se mantiene óptima los primeros días, considerándose como

muy fresco y de excelente calidad hasta el día 15 de almacenamiento ($21.40 \pm 2.01\%$), disminuyendo gradualmente, considerándose moderadamente fresco y posteriormente, de baja calidad para el día 21 de almacenamiento ($39.49 \pm 2.59\%$), considerándose en estado inaceptable a tal punto que no deben consumirse ni procesarse por efectos de seguridad alimentaria.

En lo que concierne al tratamiento B, el análisis de valor K demostró la más rápida pérdida de frescura con respecto al tratamiento A. Desde el inicio y durante los primeros seis días se mantuvo relativamente constante, con valores un poco altos para ser iniciales, pero aún considerados de alta calidad al estar por debajo del 20 % (Figura 29). Posteriormente, al día 9 de almacenamiento *C. phoxocephalus* es calificada con una frescura media ($21.41 \pm 4.88\%$), considerada como no aceptable para el consumo crudo (Okuma, *et al* 1992).

Por último, al día 15 de almacenamiento el valor K indicó un estado de frescura inaceptable ($43.18 \pm 7.49\%$), el producto es estimado como de rechazo al presentar un valor mayor al límite para definir el pescado en estado fresco y apto para el consumo humano. Resultados similares sobre el tiempo máximo de almacenamiento en hielo han sido reportados por Valls y Delgado (2000) para la sardina (*Sardinella aurita*) eviscerada y sin eviscerar y por Mazorra *et al.* (1998) para el barrilete negro (*Euthynnus lineatus*).

Estos resultados en el valor K son análogos a los obtenidos por los otros métodos para determinar la frescura. El valor K presentó una correlación significativa con el QI (Pearson, $r_A = 0.93$; $r_B = 0.89$, $P < 0.05$), el TM (Pearson, $r = -0.92$, $P < 0.05$, en ambas) y el pH (Pearson, $r_A = 0.81$; $r_B = 0.80$, $P < 0.05$). Según todos estos índices de frescura evaluados, el lote del tratamiento A permaneció dentro del límite de frescura por un tiempo mayor (6 días) en comparación con el lote del tratamiento B. En el Cuadro 2 se resumen los resultados para estos cuatro parámetros determinados para evaluar la calidad y frescura.

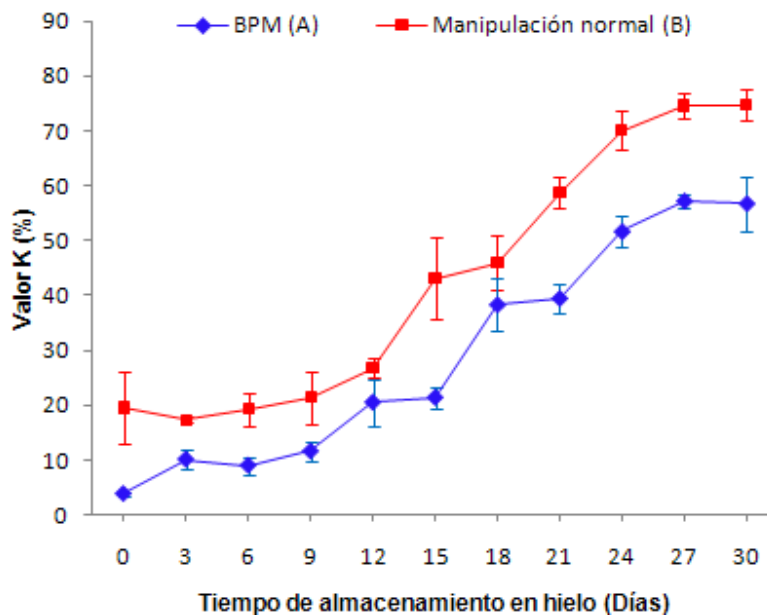


Figura 29. Cambios en el valor K del músculo de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) almacenada en hielo. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=2$).

CUADRO 2.

Cambios en los parámetros de frescura aplicados a la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos "A" y "B" implementados a bordo de la embarcación.

Día	QIM		TM		pH		K (%)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	1.5 \pm 0.6	8.5 \pm 2.4	14.2 \pm 0.9	11.7 \pm 0.8	6.70 \pm 0.22	6.80 \pm 0.13	3.80 \pm 0.45	19.54 \pm 6.57
3	3.8 \pm 0.9	6.3 \pm 1.2	12.3 \pm 0.7	10.6 \pm 0.8	6.75 \pm 0.18	6.85 \pm 0.09	10.09 \pm 1.68	17.34 \pm 0.59
6	5.5 \pm 0.17	13.0 \pm 1.4	12.3 \pm 0.4	9.8 \pm 0.7	6.80 \pm 0.12	6.61 \pm 0.16	8.98 \pm 1.51	19.33 \pm 3.07
9	8.0 \pm .2.4	14.5 \pm 4.1	10.8 \pm 0.6	8.6 \pm 1.3	6.59 \pm 0.14	6.32 \pm 0.03	11.58 \pm 1.68	21.41 \pm 4.88
12	11.0 \pm 0.1	14.5 \pm 0.7	8.7 \pm 1.0	6.8 \pm 1.1	6.56 \pm 0.22	6.67 \pm 0.16	20.50 \pm 4.37	26.82 \pm 1.90
15	11.8 \pm 1.2	15.3 \pm 2.4	8.4 \pm 1.9	5.9 \pm 0.5	6.50 \pm 0.22	6.99 \pm 0.05	21.40 \pm 2.01	43.18 \pm 7.49
18	13.0 \pm 0.1	18.0 \pm 1.4	9.1 \pm 1.2	6.3 \pm 0.3	6.78 \pm 0.15	6.97 \pm 0.13	38.31 \pm 4.80	45.96 \pm 5.06
21	13.5 \pm 2.0	17.5 \pm 3.3	5.7 \pm 0.9	4.5 \pm 1.4	6.98 \pm 0.08	6.98 \pm 0.01	39.49 \pm 2.59	58.78 \pm 2.82
24	15.0 \pm 1.4	19.5 \pm 1.3	6.4 \pm 0.5	3.0 \pm 1.3	7.14 \pm 0.16	7.05 \pm 0.07	51.72 \pm 2.93	70.12 \pm 3.54
27	16.0 \pm 0.1	21.0 \pm 0.1	5.4 \pm 0.7	4.0 \pm 0.4	7.12 \pm 0.08	7.11 \pm 0.12	57.28 \pm 1.24	74.66 \pm 2.39
30	16.3 \pm 2.2	21.0 \pm 1.8	5.8 \pm 0.6	4.2 \pm 0.5	7.12 \pm 0.16	7.13 \pm 0.07	56.82 \pm 4.95	74.75 \pm 2.87

Datos son expresados como promedio \pm desviación estándar de dos repeticiones

4.1.6. Variación de la composición química

En el análisis de la composición química del tejido muscular de la corvina picuda para ambos tratamientos, Cuadro 3, se puede observar que ninguno de los componentes mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), manteniéndose sin mayores diferencias desde un punto de vista práctico al comparar los resultados de los tratamientos A y B muestreados durante los 30 días de almacenamiento en hielo.

La humedad fue el componente con mayor rango de fluctuación entre los días de almacenamiento, además de ser el más abundante con porcentajes para el tratamiento A entre $78,4 \pm 0.18$ en el día 6 a $84.5 \pm 0.45\%$ para el día 24; y para el tratamiento B entre $78,5 \pm 0.96$ en el día 6 a $85.1 \pm 0.28\%$ para el día 27 (Cuadro 3); este elevado contenido de humedad podría favorecer el crecimiento microbiano y las reacciones enzimáticas que conllevan al rápido deterioro del alimento si no se almacena en condiciones adecuadas (Arvelo 1999).

A pesar que en la composición química inciden factores intrínsecos (sexo, tamaño, edad, estado de nutrición) y extrínsecos (zona de captura, época del año, arte de pesca, entre otras) (Valls y Paredes 2010), en la corvina picuda se pudieron determinar tendencias con respecto al día de almacenamiento en hielo para cada uno de los parámetros a excepción de los lípidos. En ambos tratamientos la humedad tuvo una correlación positiva con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = 0.80$; $r_B = 0.88$, $P < 0.05$).

Conforme transcurre el tiempo de almacenamiento se da un aumento de la humedad (Figura 30 a), esto puede deberse a la hidratación del músculo por parte del agua de fusión, ayudado por el rompimiento de la estructura celular conforme transcurren los días de almacenamiento. Por su parte, la humedad presentó una correlación positiva ($P < 0.05$) con los índices evaluados para determinar la frescura QIM, pH y valor K, así como negativa con el TM. Confirmándose el efecto en este

componente porcentual de aumentar al transcurrir el tiempo de almacenamiento y producirse el deterioro.

El contenido de cenizas fue de 1.1 ± 0.1 a 0.2 ± 0.1 % en ambos tratamientos (Cuadro 3), este componente presentó una correlación negativa significativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r = -0.95$, $P < 0.05$, en ambas). Al transcurrir el tiempo de almacenamiento se da una disminución del contenido de materia inorgánica como minerales que son los que integran el contenido porcentual de la ceniza (Figura 30 b).

Esta tendencia puede deberse al constante aumento del agua en el músculo como parte de la fusión del hielo en el almacenamiento, generándose un lavado de estos compuestos inorgánicos y por lo tanto una pérdida de los mismos, lo cual se confirma con la correlación negativa que tuvo el contenido de ceniza con la humedad (Pearson, $r_A = -0.88$; $r_B = -0.84$, $P < 0.05$), conforme aumenta la humedad disminuye el contenido de cenizas.

Este efecto también puede estar influenciado por el rompimiento de la estructura celular al transcurrir el tiempo de almacenamiento en el hielo (Ólafsdóttir *et al* 2004). La cantidad de ceniza y los índices de frescura QIM, pH y valor K tuvieron una correlación negativa y positiva con el TM ($P < 0.05$), lo cual confirma el efecto de este componente de disminuir conforme se degrada el pescado durante el almacenamiento.

En lo que respecta a los lípidos, *C. phoxocephalus* presentó para el tratamiento A un contenido de 2.3 ± 0.3 en el día 6 a 0.5 ± 0.1 % para el día 18; y para el tratamiento B entre 2.2 ± 0.3 en el día 6 a 0.7 ± 0.2 % para el día 24 (Cuadro 3). El músculo de esta especie se caracterizó por ser un tejido magro ($< 2\%$ de grasa cruda). A pesar de que los lípidos influyen en la calidad del pescado debido a su constante degradación y auto oxidación con el tiempo de almacenamiento, originando olores y sabores rancios desagradables (Arvelo 1999), no se obtuvo

una correlación significativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.48$; $r_B = -0.50$, $P > 0.05$).

Este resultado se puede deber a que el contenido de grasa depende de numerosos factores intrínsecos y extrínsecos que se indicaron anteriormente, los cuales influyen directamente sobre su cantidad porcentual. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, sí se puede apreciar su tendencia a disminuir gradualmente conforme transcurre el tiempo de almacenamiento (Figura 30 c). Por otra parte, los lípidos tampoco presentaron correlaciones significativa con los índices evaluados para determinar la calidad y frescura en esta especie ($P > 0.05$).

En cuanto al porcentaje de proteínas, en el tratamiento A este varió entre $18,1 \pm 1.4$ en el día 3 a 14.4 ± 0.6 % para el día 30 y para el tratamiento B entre 18.2 ± 1.2 en el día 6 a 13.9 ± 0.7 % para el día 27 (Cuadro 3). Este componente fue el segundo después de la humedad con mayor presencia porcentual en *C. phoxocephalus*. Como se ha mencionado anteriormente las proteínas tiene gran importancia respecto a la calidad del pescado, según Arvelo (1999) gobiernan la química *post-mortem* contribuyendo con el sabor, olor, procesos autolíticos, desarrollo microbiano, así como factores tan importantes como textura, resquebrajamiento, viscosidad propiedades emulsificantes y la capacidad de retención de agua.

Este componente presentó una correlación negativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.69$; $r_B = -0.89$, $P < 0.05$). Al transcurrir el tiempo de almacenamiento se da una disminución del contenido de proteína (Figura 30 d), esto puede deberse a los rompimientos de los enlaces peptídicos resultando en la desnaturalización de las proteínas, volviéndose más susceptibles a la pérdida de aminoácidos (Aubourg 2001).

El contenido porcentual de proteína presentó una elevada correlación negativa con la humedad (Pearson, $r_A = -0.91$; $r_B = -0.99$, $P < 0.05$) y una correlación positiva con

el contenido de cenizas (Pearson, $r_A = 0.71$; $r_B = 0.84$, $P < 0.05$), estos resultados indican que conforme aumenta la humedad y disminuyen las cenizas, el contenido proteico disminuye en el almacenamiento.

En lo que respecta a la correlación con los índices QIM, pH y valor K, la proteína mostró una correlación negativa, y positiva con el TM ($P < 0.05$), lo cual confirma el efecto que se da en este componente de ser inversamente proporcional conforme se degrada el pescado durante el tiempo de almacenamiento en hielo.

Los resultados correspondientes al valor calórico se muestran en el Cuadro 3, este índice presentó una variación con respecto al tiempo de almacenamiento. Para el tratamiento A, varió entre 93.44 ± 0.48 en el día 6 a 65.24 ± 0.30 Kcal/100g para el día 24. En cuanto al tratamiento B, fue de 93.60 ± 0.75 en el día 6 a 62.23 ± 0.87 Kcal/100g para el día 24 (Cuadro 3). En ambos tratamientos el valor calórico presentó una correlación negativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.74$; $r_B = -0.78$, $P < 0.05$). Conforme transcurre el tiempo de almacenamiento se va dando una disminución en el valor calórico (Figura 30 e).

Esta disminución se debe a que el valor calórico de un alimento está directamente relacionado y depende de la cantidad de proteínas y lípidos, los cuales se vieron relativamente disminuidos en el músculo durante el tiempo de almacenamiento en hielo. Es debido a esto que en el valor calórico influyeron los porcentaje de lípidos y proteínas, además se observó que es inversamente proporcional al contenido acuoso, a más contenido de humedad menor valor calórico (Figura 30).

Lo anterior se ratifica con la alta correlación negativa que presentó el valor calórico con la humedad (Pearson, $r_A = -0.97$; $r_B = -0.98$, $P < 0.05$), y la correlación positiva con el contenido de cenizas (Pearson, $r_A = 0.85$; $r_B = 0.74$, $P < 0.05$) y proteínas (Pearson, $r_A = 0.82$; $r_B = 0.96$, $P < 0.05$), lo cual indica que conforme aumenta la humedad y disminuyen las cenizas y proteínas, el valor calórico tiende a disminuir durante el almacenamiento en hielo. Por su parte, el valor calórico presentó una

correlación negativa ($P < 0.05$) con los índices de frescura QIM, pH y valor K, así como positiva con el TM ($P < 0.05$), confirmándose así, el efecto de disminuir al transcurrir el tiempo de almacenamiento y producirse el deterioro del pescado.

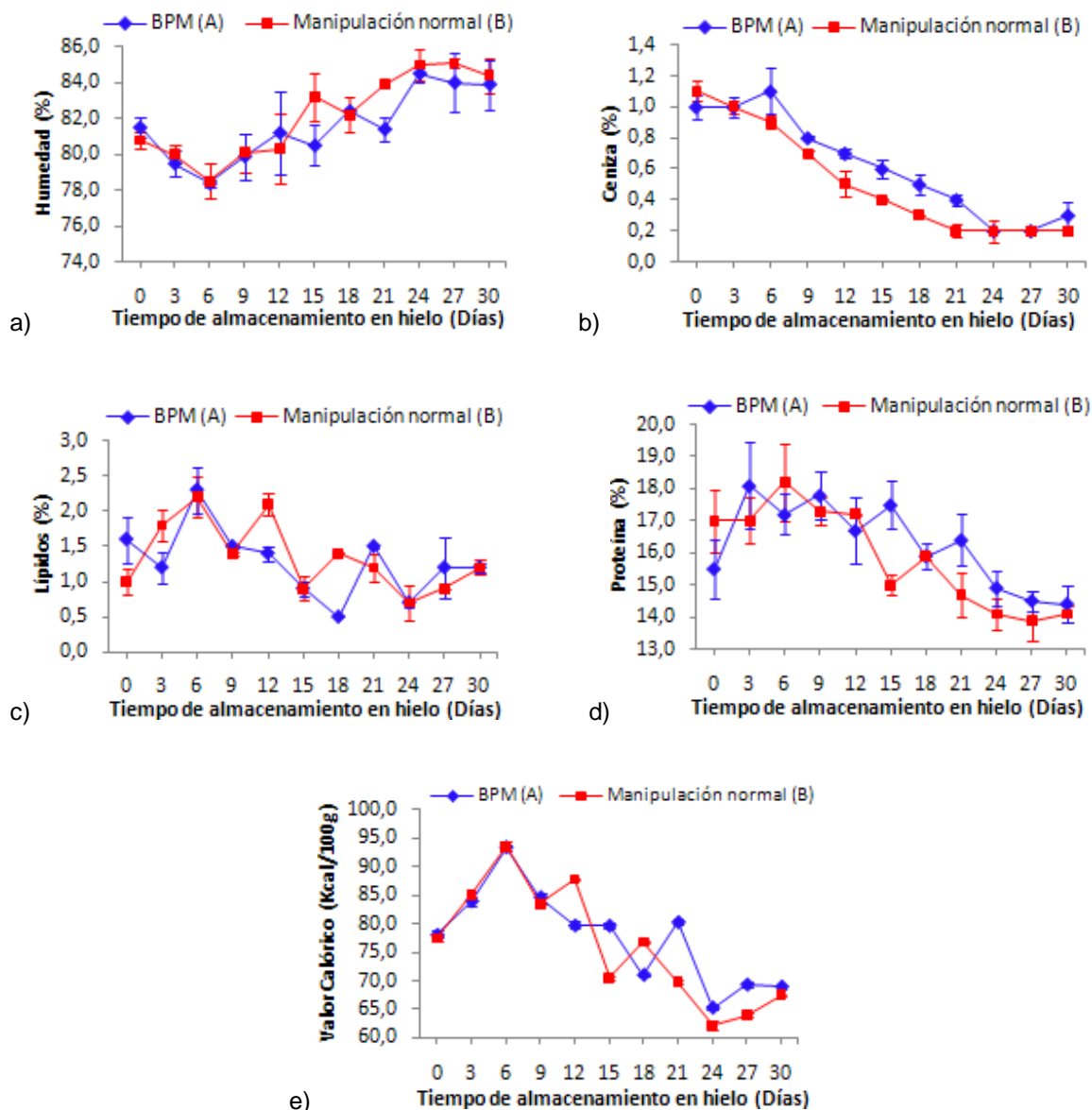


Figura 30. Cambios en la composición química de la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) almacenada en hielo y según los tratamientos "A" y "B" implementados a bordo de la embarcación. a) Humedad, b) Ceniza, c) Lípidos, d) Proteína, e) Valor calórico. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=2$)

CUADRO 3.

Cambios en la composición química de la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos "A" y "B" implementados a bordo de la embarcación. (Base húmeda)

Día	Tratamiento	Humedad (%)	Ceniza (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Valor calórico (Kcal/100g)
0	BPM (A)	81.5±0.5	1.0±0.1	1.6±0.3	15.5±0.9	78.16±0.62
	Manip. normal (B)	80.8±0.5	1.1±0.1	1.0±0.2	17.0±1.0	77.45±0.57
3	BPM (A)	79.5±0.7	1.0±0.1	1.2±0.2	18.1±1.3	83.96±0.79
	Manip. normal (B)	80.0±0.5	1.0±0.0	1.8±0.2	17.0±0.7	85.16±0.48
6	BPM (A)	78.4±0.1	1.1±0.2	2.3±0.3	17.2±0.6	93.44±0.48
	Manip. normal (B)	78.5±1.0	0.9±0.0	2.2±0.3	18.2±1.2	93.60±0.75
9	BPM (A)	79.9±1.3	0.8±0.0	1.5±0.8	17.8±0.8	84.63±0.78
	Manip. normal (B)	80.1±1.1	0.7±0.0	1.4±0.0	17.3±0.4	83.54±0.22
12	BPM (A)	81.2±2.3	0.7±0.0	1.4±0.1	16.7±1.0	79.83±0.56
	Manip. normal (B)	80.3±1.9	0.5±0.1	2.1±0.0	17.2±0.0	87.80±0.03
15	BPM (A)	80.5±1.1	0.6±0.1	0.9±0.1	17.5±0.7	79.79±0.42
	Manip. normal (B)	83.2±1.4	0.4±0.0	0.9±0.2	15.0±0.3	70.56±0.25
18	BPM (A)	82.4±0.1	0.5±0.1	0.5±0.0	15.9±0.4	71.07±0.20
	Manip. normal (B)	82.2±1.0	0.3±0.0	1.4±0.0	15.9±0.1	76.79±0.08
21	BPM (A)	81.4±0.7	0.4±0.0	1.5±0.0	16.4±0.8	80.41±0.41
	Manip. normal (B)	83.9±0.2	0.2±0.0	1.2±0.2	14.7±0.7	69.82±0.44
24	BPM (A)	84.5±0.4	0.2±0.0	0.7±0.1	14.8±0.5	65.24±0.30
	Manip. normal (B)	85.0±0.9	0.2±0.5	0.7±0.2	14.1±1.5	62.23±0.87
27	BPM (A)	84.0±1.7	0.2±0.0	1.2±0.4	14.5±0.3	69.33±0.37
	Manip. normal (B)	85.1±0.3	0.2±0.0	0.9±0.2	13.9±0.6	64.00±0.44
30	BPM (A)	83.9±1.4	0.3±0.1	1.2±0.1	14.4±0.6	68.99±0.32
	Manip. normal (B)	84.4±1.0	0.2±0.0	1.2±0.1	14.1±0.2	67.47±0.17

Datos son expresados como promedio ± desviación estándar de dos repeticiones

4.1.7. Propuesta de recomendaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero a bordo de las embarcaciones.

Con base a los resultados obtenidos durante el estudio se plantean las siguientes recomendaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero a bordo de las embarcaciones, tratando de describir los procedimientos y principios generales para implantar unas buenas prácticas de manipulación en el sector:

- El pescador debe mantener un alto nivel de la higiene personal mientras manipula el producto pesquero. Para ello debe estar bien capacitado en la manipulación de alimentos.
- Utilizar todos los implementos adecuados para una correcta manipulación: delantal, botas, guantes de hule y cubre cabello.
- Todos los implementos usados para manipular y almacenar el producto pesquero se debe mantener limpio y en buen estado de conservación.
- No se debe fumar, beber, ni comer, en la embarcación mientras se manipula el producto.
- Todas las superficies que estén en contacto con la captura deben mantenerse en buenas condiciones higiénicas y de mantenimiento.
- Proteger la captura del efecto del sol
- Prevenir daños físicos en el pescado: magulladuras, cortes en la piel, etc.
- Proteger el producto de los contaminantes químicos como el aceite y combustibles.
- Eviscerar y lavar con agua limpia los ejemplares lo antes posible eliminando la presencia de suciedad, sangre, escamas, etc.

- Cuando el barco esté en el puerto, no se debe utilizar agua de mar para lavar o sumergir el pescado.
- Disminuir rápidamente la temperatura y controlar la temperatura de almacenamiento, conservándolo a temperaturas cercanas a los 0°C y no mayor a los 4 ° C.
- Utilizar hielo a bordo de las embarcaciones para reducir la temperatura y preservarlo al reducir el crecimiento bacteriano, la velocidad de reacciones enzimáticas (prolonga el *rigor mortis*) y la velocidad de deterioro. El hielo mantiene la humedad de las piezas y evita que se deshidraten.
- El agua de fusión debe ser eliminada con drenajes. Hacer recambios o reponer hielo en los casos que sean necesarios.
- En la práctica, lo recomendable es mantener las capturas cubiertas de hielo asegurando una distribución homogénea sobre las piezas.
- El hielo se debe fabricar con agua potable y se debe guardar en contenedores limpios e isoterms como neveras o hieleras.

4.1.8. Taller de Buenas Prácticas de Manipulación a bordo de las embarcaciones de pesca artesanal

Como parte de las actividades del proyecto final de graduación se realizó un taller el 12 de marzo del presente año con la participación de los pescadores miembros de la Asociación de Pescadores de la comunidad de Puerto Nispero, Cañas, Costa Rica. Dicha actividad consistió en una presentación sobre los resultados obtenido en todo el estudio, la importancia de una buena manipulación del pescado desde el momento que es capturado y sus beneficio e importancia para mantener la frescura de los productos pesqueros y el aumento en la vida útil de los

mismos, así como las recomendaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero mediante una buena manipulación a bordo de las embarcaciones. (Figura 31).



Figura 31. Taller Buenas Prácticas de Manipulación a bordo de las embarcaciones de pesca artesanal, realizado en la comunidad pesquera de Puerto Níspero.

5. CONCLUSIONES

Muchos de los pescadores artesanales del Golfo de Nicoya utilizan los implementos para una adecuada manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones, a excepción de las botas cuya utilización se encuentra promediada.

Los guantes que utilizan la gran mayoría de los pescadores artesanales del Golfo de Nicoya son usados con propósitos de protección de sus manos contra el arte de pesca, y no con propósitos de implementar una adecuada manipulación del producto, el tipo de material de tela no es el más adecuado para estar en contacto con el pescado al momento de su manipulación.

La mayoría de pescadores artesanales del Golfo de Nicoya tardan más de 6 horas en sus labores de pesca, lo cual es motivo para almacenar el producto pesquero en condiciones óptimas para asegurar su preservación mientras llega a puerto.

En cuanto al estibado, aunque sí se utiliza hielo a bordo de las embarcaciones, no se utiliza en las cantidades adecuadas para disminuir lo suficiente la temperatura del producto pesquero y asegurar su preservación, según lo observado la cantidad de hielo en las neveras no es suficiente para la cantidad de producto que es obtenido en una faena.

La gran mayoría de pescadores artesanales almacenan el producto pesquero lejos del combustible, pero en cuanto al eviscerado, no se pudo determinar si se realiza correctamente, en tiempos cortos después de la captura, debido a que el eviscerado depende del tiempo que dure el pescador en pescar y recoger el arte de pesca, según lo observado en las embarcaciones inspeccionadas.

El pescador artesanal del Golfo de Nicoya tiene ciertos conocimientos sobre la adecuada manipulación del producto pesquero y los tratan de aplicar, sin embargo, hay muchos aspectos que se deben mejorar como el aseo de las embarcaciones, el tipo de guante, el pronto eviscerado y la correcta utilización de hielo a bordo.

El esquema QIM desarrollado para la evaluación de *C. phoxocephalus* resultó adecuado para valorar su frescura, mostrando una buena correlación ($P < 0.05$) con los parámetros de valor K y Torrymeter determinados.

En base a las correlaciones con el tiempo de almacenamiento el valor K, Torrymeter y QIM han demostrado ser los indicadores de calidad más adecuados para determinar el grado de frescura en el pescado.

Para el tratamiento A la corvina picuda almacenada en hielo fue declarada no apta para el consumo luego de 21 días, con un valor QI de 13.5, un pH alrededor de 7, un valor K de 39.49% y lectura de 5.7 para el Torrymeter. Para el tratamiento B la corvina picuda almacenada en hielo fue declarada inaceptable luego de 15 días, con un valor QI de 15.3, un pH de 7, un valor K de 43.18% y lectura de 5.9 para el Torrymeter.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se garantiza una vida útil en la corvina picuda de 21 días de almacenamiento en hielo, en comparación con la manipulación normal y poco enhielado que aplican los pescadores artesanales, en la cual la vida útil comercial de los ejemplares se estipuló al día 15. Se observó un alargamiento de la vida útil de la corvina picuda de 6 días para los ejemplares almacenados en hielo y que se les aplicó el tratamiento de BPM.

De los parámetros evaluados para determinar la calidad y frescura en el producto pesquero, se puede concluir que la corvina picuda puede comercializarse por más tiempo luego de su captura, si el manejo poscaptura en la especie son adecuadas

mediante la implementación de buenas prácticas de manipulación, así como el buen enhielado a bordo de la embarcación.

Se determinó que el enhielado no detiene los cambios sensoriales, autolíticos y oxidativos sino que los atenúa en el tiempo.

Las acciones que se realizan en la primera fase de la captura del pescado antes de ser desembarcado, como el tipo de manipulación y estiba, son determinantes para conseguir un producto de mejor calidad, que se mantenga lo más fresco en el transcurso de su comercialización y por lo tanto más seguro. El pescador artesanal al implementar estas prácticas permitirá llevar el pescado a su destino final (mercados o plantas de procesamiento), en buenas condiciones de calidad e inocuidad y mantener la vida útil del producto por más tiempo.

A pesar que, en la composición química inciden muchos factores como sexo, tamaño, edad, estado de nutrición, zona y época del año; a excepción de los lípidos, se obtuvieron correlaciones significativas ($P < 0.05$) entre los componentes porcentuales y el tiempo de almacenamiento en hielo, se observó que solo la humedad aumenta, mientras que los demás componentes (cenizas, lípidos, proteínas y valor calórico) tienden a disminuir con el tiempo de almacenamiento, presentando correlaciones negativas.

En la composición química se obtuvieron correlaciones con los índices de calidad evaluados ($P < 0.05$). Estos resultados demuestran como se ve afectada la calidad mediante la pérdida nutricional conforme se disminuye la frescura y se incrementa la degradación del pescado durante el almacenamiento, sin embargo no se obtuvo diferencia apreciable entre ambos tratamientos.

6. RECOMENDACIONES

Para posteriores estudios, a nivel de campo se recomienda que en las inspecciones a embarcaciones se controle y chequee la temperatura de las neveras o cámaras de estivado del pescado fresco. Esto con el fin de monitorear si la temperatura es la óptima para el mantenimiento de la frescura y calidad del producto, la cual según la teoría es no mayor a los 4 °C. Por su parte, a nivel de laboratorio es recomendable aplicar pruebas microbiológicas de recuento total, esto con fines prácticos así como estadísticos.

Es recomendable ampliar el estudio utilizando más especies pesqueras y mayor número de ejemplares, ya que por motivos de tiempo no fue posible realizar un tipo de investigación de esta índole, con esto se pretende conocer la relación e influencia de la manipulación en la captura y la vida útil en varias especies.

Se evidenció que el músculo sufre cambios importantes en las características sensoriales y en los valores de pH entre la fase de fresco a no fresco, por lo que se recomienda la aplicación de buenas prácticas de manipulación a bordo de la embarcación para evitar o retardar estos cambios.

Dentro de las medidas recomendables para implementar una buena manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones es; inculcar en el pescador la importancia del aseo de las embarcaciones, así como el correcto eviscerado en poco tiempo después de la captura, limpiando y lavándolo en condiciones lo más higiénicas posibles.

También se recomienda utilizar siempre en las faenas de pesca; todos los implementos considerados como adecuados para implementar las buenas prácticas de manipulación a bordo de las embarcaciones, entre estos el delantal,

botas, cubre cabello y por último, muy importante el uso de guantes que sean lo mejor posible inocuos para manipular el producto, así como también sirvan de protección de las manos al artes de pesca.

Otra medida recomendable es la de estibar el producto pesquero en las condiciones lo más adecuadas posibles para mantenerlo lo más inocuo al no almacenarlo cerca del combustible, así como conservarlo lo más fresco posible en el tiempo que tarde la faena, esto es, mediante el correcto enhielado del producto, tratando de cubrirlo completamente para bajarle la temperatura lo más rápido posible, conservando siempre temperaturas cercanas a cero.

Como se determinó, la frescura del pescado está muy relacionada con la manipulación y estibado durante la captura, que pueden afectar, en mayor o menor medida, a la calidad y conservación. El control del tiempo, el uso de implementos diseñados para minimizar los efectos negativos, aplicar aseo a la cubierta, cajones plásticos, operadores, almacenes, y la utilización de un adecuado sistema de enhielado en las capturas que baje la temperatura de almacenamiento, son medidas recomendadas que el pescador puede poner en práctica para evitar o disminuir el deterioro del alimento.

La frescura es un factor fundamental en la aptitud para consumo humano pero no es el único, la inocuidad y sanidad de los productos pesqueros debe estar garantizada del “agua a la mesa”, en base a esto es recomendable apuntar que la responsabilidad no es sólo del pescador, sino de todos los involucrados en la cadena de comercialización hasta el consumidor final.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agüeria, D. 2008. De la laguna a la mesa: ¿Cómo evaluar la calidad del producto pesquero y cómo conseguirla? (en línea). Nuestras lagunas de la Región Pampeana: Cap. VIII. Argentina. p 111-118. Consultado el 10 de dic. de 2011. Disponible en:

http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/GTRA/File/Capitulo_8.pdf

AOAC (Association of Official Analytical Chemists, EU). 1990. Official methods of analysis. 15^{va} Ed. Washington D.C. 1298 p.

Araya, H. A. 1984. Los sciaénidos (corvinas) del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop.; 30: p. 179-196.

Arvelo, F. 1999. Situación actual de la aplicación del frío en las pesquerías canarias (en línea). Tesis Doctoral para optar al título Ingeniería Marítima. Universidad de la Laguna, I. Canarias, España. 386 p. Consultado el 11 de nov. de 2011. Disponible en: <ftp://tesis.bbtk.ull.es/ccppytec/cp65.pdf>

Ashie, I.N.A., Smith, J.P. Simpsop, B.K. 1996. Spoilage and shelf-life Extensión of Fresh Fish and Shellfish. Critical Reviews in Food Sci. Nut. 36 (1,2): p 87-121.

Aubourg, S. P. 2001. Review: Loss of Quality during the Manufacture of Canned Fish Products. (en línea) Food Sci Tech Int;7(3): p.199–215. Consultado el 3 de mar. de 2012. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/26309/1/199.pdf>

Begoña, P, V. 2005. Evaluación sensorial de la frescura del pescado. Procesos y empaques (en línea). Alimentaria, Mex. 2p. Consultado el 2 de ene. de 2012. Disponible en: <http://www.seafood-today.com/ediciones/SF%202-3/12-13.pdf>

Botta, J. R. 1995. Evaluation of Seafood Freshness Quality. VSH Publishers, United States of America. 180 p.

Connell, J. J. 1978. Control de la calidad del pescado. Zaragoza, Acribia. 236 p.

Crips, D.J. 1971. Energy flow measurements, p. 197-278. In N.A. Holme and A.D. McIntyre (eds). Methods for the study of marine benthos. Ibp Handbook N° 16, Blackwell, Oxford. 249 p.

Delgado, A., Valls, J., González, A. 2001. Evaluación física y química de la sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento en hielo (en línea). Rev. Cient.

FCV-LUZ Vol. XI, N°1, p. 22-29. Consultado el 4 de mar. de 2012. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27439/2/articulo3.pdf>

Ehira, S., Uchiyama H. 1986. Determination of fish freshness using the K value and comments on some other biochemical change in relation to freshness. 185 p.

Eslava, P. 2009. Estimación del rendimiento y valor nutricional del besote *Joturus pichardi* Poey, 1860 (Pisces: Mugilidae) (en línea). Revista MVZ Córdoba, Vol. 14, Núm. 1, p. 1576-1586. Consultado el 4 de ene. 2012. Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-141/v14n1a5.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2010. El Estado Mundial de la pesca y la acuicultura (en línea). Roma, Italia. 242 p. Consultado el 2 de ene. de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2009. Directrices para la inspección del pescado basada en los riesgos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición (en línea). Doc. mixtos y publ. 99 p. Consultado el 27 de dic. de 2011. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0468s/i0468s00.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable (en línea). Doc. mixtos y publ. 53 p. Consultado el 5 de dic. de 2011. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/v9878s/v9878s00.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1993. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FOA/OMS de expertos, Roma: Estudio FAO Alimentación y Nutrición.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). & OMS (Organización Mundial de la Salud, IT). 1984. *Codex alimentarius*, Vol. B. Código internacional recomendado de prácticas para el Pescado Fresco CAC/RCP 9-1976, segunda edición.

Galán, L. J, Luna H. A, García J. A. s.f. Control de Calidad de Productos Pesqueros (en línea). Dep. de microbiología. Facultad Cien. Biol., U.A.N.L., México. p. 52-66. Consultado el 9 de nov. de 2011. Disponible en: <http://www.enip.com.mx/ap1-4.pdf>

Gasteiz, V. 2009. Guía de manipulación y conservación del pescado fresco (en línea). Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Dep. de Agricultura, Pesca y Alimentación. 52 p. Consultado el 8 de nov. de 2011. Disponible en:

https://www6.euskadi.net/r50-3812/es/contenidos/informacion/coleccion_itsaso/es_dapa/adjuntos/guia_pescado.pdf

Gill, T. A. 1992. Chemical and bioquímica indices of seafood quality. Quality assurance in the fish industry. Development in food science, Amsterdam: Elsevier. Vol. 30, p. 377-387

González, F., Cornejo A. Peteán, N. 2006. Manipulación, Higiene y Calidad para Nuevos Productos de Pescado (en línea). Programa Agua, Humedales y Pesca, Fundación PROTEGER, Comité Argentino de la UICN Santa Fe – Argentina, 12 p. Consultado el 7 de dic. de 2011. Disponible en: www.proteger.org.ar/archivos/BoletinManipulacionWeb.pdf

Graham, J.; Johnston, W.A.; Nicholson, F.J. 1993. *El hielo en las pesquerías*. FAO Documento Técnico de Pesca Nº 331. Roma, FAO.95 p.

Gram, L. Huss, H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. International J. Food Microbiology 33: p 121- 137.

Haard, NF. 1995. Foods as cellular systems: Impact on quality and preservation. A review. J. Food Biochem. 19: p 191-238

Huss, H.H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO. Fisheries Technical Paper. 348. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy. 195 p.

Huss, H.H. 1997. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros (en línea). FAO, Documento técnico de pesca. No 334. Roma: 174 p. Consultado el 3 de ene. de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/T1768S/T1768S00.htm#TOC>

Huss, H.H. 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO, Documento Técnico de Pesca. No. 348. Roma: 202 p. Consultado el 3 de ene. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/V7180S00.HTM>

INCOPECA (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura CR). 2006. Memoria Institucional 2002 – 2006. 92 p.

INCOPECA (Instituto Costarricense de pesca y Acuicultura, CR); UNA (Universidad Nacional, CR); JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JP). 2007. Estadísticas Pesqueras del Golfo de Nicoya, Costa Rica 1994-2005. Proyecto Manejo Sostenible de la Pesquería para el Golfo de Nicoya. 300 p.

Ishihara, H. s.f. Los Métodos para Definir la Frescura de los Pescados. Pruebas Químicas para Determinar la Frescura (Valor K). Proyecto Manejo Sostenible de las Pesquerías en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Doc. No:15: 34 p.

Iwamoto, M., Yamanaka H., Abe I., Ushio H., Watabe S. y Hashimoto K. 1988. ATP and creatine phosphate breakdown in spiked plaice muscle during storage, and activities of some enzymes involved. J. Food Sci. 53:1662-1665.

Jiménez, H. M. 1981. Correlación de métodos Para determinar frescura en Corvina Aguada (*Cynoscion squamipinnis*) (en línea). Tesis presentada para optar al grado de Licenciada en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. 123 p.

Kawashima, K. & H. Yamanaka. 1992. Effects of storage temperature on the post-mortem biochemical change in scallop adductor muscle. Nippon suisanGakkaishi. 58(11):2175-2180.

Kinsella, J. 1988. Fish and Seafoods: Nutritional implications and quality issues. Food Technol. 42: 146-150.

Kubitza, F.1999. Calidad de pescado (en línea). Panorama da Aqüicultura, Brasil. 7 p. Consultado el 28 de ene. de 2012. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/43-Calidad_Pescado.pdf

La Gaceta. 2000. Límites máximos permitidos para residuos tóxicos y recuento microbiológico para los productos y subproductos de la pesca, para el consumo humano. Decreto Ejecutivo N° 29210-MAGMEIC-S. 28 dic. N° 249

La Gaceta. 2003. Reglamento para el programa nacional de certificación de cumplimiento de buenas prácticas de manejo de productos pesqueros para la exportación y mercado interno. Aprobado y ratificado por junta directiva del INCOPECA. AJDIP/114.

Lougovois, V.P., Kyranas, E.R., Kyrana, V.R. 2003. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Food Res. Int., 36: p 551-560.

Madrigal, E. 1979. Algunos peses de importancia comercial del litoral Pacífico costarricense. Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre. Serie Public. Biol. Marina Pesq. N°3. 27 p.

Márquez, E. 2006. Caracterización de la Ruta Metabólica de Degradación de Adenosina Monofosfato en Manto de Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*) del Golfo de California (en línea). Tesis para optar al grado de Doctorado en Ciencias.

Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo, México. 126 p. Consultado el 4 de dic. de 2011. Disponible en:
<http://www.ciad.mx/dtaoa/Archivos/tesismarquezd.pdf>

Massa, E 2006. Cambios bioquímicos *post-mortem* en músculo de diferentes especies pesqueras. Determinación de la vida útil de las mismas en frío (en línea). Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias, área Biología. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. 236 p. Consul. el 11 de nov. 2011. Disp. en:
http://www.oceandocs.net/bitstream/1834/2602/1/Massa_2006.PDF

Mazorra, M.A. Pacheco, R. Díaz, E.I. Lugo, M.E. 1998. Comportamiento Poscaptura de Músculo de Barrilete Negro (*Euthynnus Lineatus*), Bajo Condiciones optimas de Conservación (en línea). Rev. Ciencia y Mar II(4):39-43 p. Mexico. Consultado el 11 de nov. de 2011. Disponible en:
<http://www.umar.mx/revistas/4/notas.pdf>

Méndez, Ma F. Sammartino, R. 2007. Verificación de la Inocuidad y Calidad de los Productos Pesqueros (en línea). El Boletín del Inspector Bromatológico. Administración Nacional de Alimentos, Medicamentos Instituto Nacional de Alimentos. 9 p. Consultado el 10 de dic. de 2011. Disponible en:
http://www.anmat.gov.ar/webanmat/BoletinesBromatologicos/boletin_inal_7.pdf

Newman, V. 1997. Redefining knowledge management to deliver competitive advantage. Journal of Knowledge Management, Volumen 1, Número 2.

Okuma, H. Takahashi, H. Yazawa, S. Sekimukai, S. 1992. Development of a system with double enzyme reactors for the determination of fish freshness. Analytica Chimica Acta. 260: p.93-98.

Ólafsdóttir, G., Nesvadba, P., Di Natale, C., Careche, M., Oehlenschläger, J., Tryggvadóttir, S., Schubring, R., Kroeger, M., Heia, K., Esaiassen, M., Macagnano, A., Jorgensen, Bo M. 2004. Multisensor for fish quality determination. Trends Food Sci. Tech., 15: 86.

Pérez, L. A. 1985. Higiene y control de los productos de la pesca. 1 Ed. Editorial Continental S.A. de C.V. México, D.F. p. 192-195.

Pérez, F. 2006. Estudio experimental sobre la conservación del pescado mediante hielo líquido (en línea). Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícolas de Madrid, España. 155 p. Consultado el 10 de nov. de 2011. Disponible en:
<http://www.catedramercamadrid.es/downloads/hieloliquidoparaconservarpescado.pdf>

Periago, M^a J. s.f. Higiene, Inspección y Control Alimentario. Tema 4: Inspección del Pescado en Lonja y Control de Calidad de los Productos de la Pesca (en línea). Universidad de Murcia HICA. 25 p. Consultado el 2 de ene. de 2012. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practic-as-1/tema-4.pdf>

Pescados y Mariscos: composición nutricional s.f. 5 p. Consultado el 28 de dic. de 2011. Disponible en: http://www.gastronomiavasca.net/files/PescadosMariscos_1.pdf

Pons Sánchez-Cascado S. 2005. Estudio de alternativas para la evaluación de la frescura y la calidad del boquerón (*engraulis encrasicolus*) y sus derivados (en línea). Memoria presentada por Para optar al grado de Doctor en Farmacia. Universidad de Barcelona, España. 287 p. Consultado el 6 de dic. de 2011. Disponible en: http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/2427/TESIS_SOFIA_PONS.pdf?sequence=1

Ramírez, R., Ishihara, H. 2006. Buenas prácticas de manejo y aseguramiento de la calidad de pescado y mariscos. (en línea). Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura- INCOPECA. San José, Costa Rica. 39 p. Consultado el 15 de dic. de 2011. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/incopesca/Varios/Microsoft%20Word%20-%20MANUAL%20DE%20BPM%20de%20pescado%20y%20mariscos.pdf>

Saito, T., Arai K. y Matsuyoshi M. 1959. A New Method for stimating the freshness of fish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 24, 749.

SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal C.R.). 2011a. Requisitos para centros de recibo y muelles (en línea). Dirección de inocuidad de productos de origen animal. Equi. Téc. DIPOA. 9 p. Consultado el 5 de dic. de 2011. Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/senasaweb/Documentos/DIPOA/Calidad/Calidad-05-09/DIPOA-PG-016/DIPOA-PG-016-IN-05.pdf>

SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal C.R.) 2011b. Requisitos para las embarcaciones de pesca (en línea). Dirección de inocuidad de productos de origen animal. Equi. Téc. DIPOA. 9 p. Consultado el 5 de dic. de 2011. Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/senasaweb/Documentos/DIPOA/Calidad/Calidad-05-09/DIPOA-PG-016/DIPOA-PG-016-IN-04.pdf>

SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal C.R.) 2011c. Reglamento de inspección veterinaria de productos pesqueros (en línea). Ver. N° 01. 38 p. Consultado el 5 de dic. de 2011. Disponible en:
<http://www.senasa.go.cr/senasa/sitio/files/051211050457.pdf>

Stratten, J.E. and S.L.Taylor 1991. Scombroid poisoning. In *Microbiology of Marine Food Products*. Eds: D.R. Ward and C.R. Hackney. Van Nostrand Reinhold, p. 331-351.

Tome, E., Iglesias, M. Kodaira, M. González, A. 2000. Efecto de la Temperatura de Almacenamiento en el Rigor Mortis y en la Estabilidad de la tilapia (*oreochromis spp.*) cultivada (en línea). Rev. Cient. FCV-LUZ / Vol. X, N°4, p. 339-345. Consultado el 10 de dic. De 2011 Disponible en:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27393/2/articulo7.pdf>

UNA (Universidad Nacional, CR); JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón), JP); INCOPECA (Instituto Costarricense de pesca y Acuicultura, CR). 2007. Presentación de conclusiones y recomendaciones. Proyecto Manejo Sostenible de la Pesquería para el Golfo de Nicoya 154p.

Valls, J., Paredes A. 2010. Caracterización física y química de la sardina (*Sardinella aurita*) (en línea). Rev. Cient. FCV-LUZ / Vol. XX, N° 5, p. 546 – 554. Consultado el 4 de mar. de 2012. Disponible en:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31789/1/articulo13.pdf>

Valls, J., Delgado A. 2000. Evaluación de los productos de degradación del ATP en Sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento en hielo (en línea). Rev. Cient. FCV-LUZ Vol. X, N°5, p. 383-290. Consultado el 4 de mar. de 2012. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27387/2/articulo4.pdf>

Yeannes, Ma. I. 2001. La evaluación sensorial y los productos pesqueros. (en línea). Infopesca Internacional. Argentina. 10 p. Consultado el 6 de dic. de 2011. Disponible en: <http://www.infopesca.org/Downloads/articulos/art05.pdf>

8. ANEXOS

Anexo 1:

8.1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 5 de octubre del 2011	Nombre del proyecto: Efecto de la manipulación a bordo de las embarcaciones en la conservación de la frescura y la composición química de la corvina picuda (<i>Cynoscion phoxocephalus</i>), capturada artesanalmente en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.
Fecha de inicio del proyecto: 7 de noviembre del 2011	Fecha tentativa de finalización: 23 de febrero del 2012
Tipo de PFG: (tesina / artículo) Tesina	
Objetivos del proyecto:	
<p>Objetivo General</p> <p>Determinar el efecto de la manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones artesanales sobre la conservación de la frescura y la composición química, logrando aumentar su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización.</p>	
<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el manejo y la manipulación que se le da al producto pesquero en términos de calidad e inocuidad al momento de su captura por parte del pescador artesanal del Golfo de Nicoya. • Comparar la vida útil en cuanto a la conservación de la frescura, y el comportamiento de la composición química nutricional en un lote de corvina picuda tratado a bordo con buenas prácticas de manipulación con otro lote manipulado en forma normalmente implementada por el pescador artesanal. • Definir una propuesta de recomendaciones de buenas prácticas de manipulación a bordo de las embarcaciones para la conservación de la calidad e inocuidad en el producto pesquero. 	
Descripción del producto:	
Una adecuada manipulación en el producto pesquero, obtenido por el sector pesquero artesanal. Con lo cual se pretende mejorar la calidad del producto, al conservar su	

frescura y componentes nutricionales por más tiempo, mejorando así su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización. Se tendrá como objeto de estudio la Corvina picuda *Cynoscion phoxocephalus*, uno de los productos pesqueros de mayor comercialización, capturado por el sector pesquero artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Necesidad del proyecto:

La seguridad de los alimentos se ha convertido en un tema prioritario para la cadena de abastecimiento de los productos pesqueros. Sin embargo, existe muy poca información sobre las condiciones más adecuadas para su manipulación durante la captura, pos-captura y vida de anaquel de las especies pesqueras de mayor comercialización. Con respecto a la captura, la mayor parte de la información que conoce el pescador y dueños de recipientes es de uso común y sin soporte científico. Debido a esta falta de conocimiento científico el productor primario (el sector pesquero artesanal) no le da al producto pesquero una adecuada manipulación a bordo, aspecto de gran importancia para aumentar su vida útil, evitando su pronto deterioro al no estar contaminado con posibles microorganismos que aceleren su descomposición y por el contrario se mantenga una mayor frescura a lo largo de la cadena de comercialización.

Justificación de impacto del proyecto:

Poder mantener la calidad de los productos pesqueros obtenidos de la pesca artesanal, mediante una adecuada manipulación desde el inicio de su etapa de comercialización, permitiendo incrementar su vida útil a lo largo de la cadena al conservar por más tiempo su frescura y composición nutricional, obteniéndose un producto diferenciado comercialmente y con lo cual se pueda ver beneficiado el consumidor, así como también económicamente el sector pesquero artesanal.

Restricciones:

- No se arrancará el proyecto sin contar con el respectivo aval de la UCI.
- Poder contar con la muestra de ejemplares (pescados) a la fecha propuesta para el arranque del proyecto
- Se procurará cumplir con los lapsos establecidos para inicio y final del proyecto.
- Debido a lo extenso del mismo existe la posibilidad de pedir un mes más de prórroga.

Entregables:

Tesina

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): Pescador

Cliente(s) indirecto(s): Recibidor y demás cadena de comercialización de producto pesquero

Aprobado por (Tutor):

Javier Berterreche

Firma:

Tarragona, España, 11 de octubre de 2011

Estudiante:

Fabián Chavarría Solera

Firma:

Anexo 3:

8.3. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PESCADORES ARTESANALES DEL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

Lugar: _____

Fecha: _____

Introducción:

Buenos (as) días/tardes. La siguiente encuesta está dirigida al sector pesquero artesanal para hacer una evaluación y análisis del manejo y manipulación que se le da al producto pesquero al momento de su captura en términos de calidad e inocuidad. Toda la información que suministre será meramente confidencial.

1. Nombre del pescador _____ Teléfono _____

2. ¿Pertenece a alguna cooperativa o asociación pesquera?

Sí ¿Cuál? _____

No

3. Numero de pescadores que pertenecen a esa cooperativa o asociación _____

4. ¿Tipo (s) de arte (s) de pesca que utiliza?

A la cuerda

Línea

Trasmallo

Arrastre

Otros ¿Cuáles? _____

5. ¿Cuánto dura usted por lo general en una faena de pesca?

Menos de 2 horas 2 a 3 horas 3 a 4 horas 4 a 5 horas 5 a 6 horas

Más de 6 horas ¿Cuántas? _____

6. Cantidad de producto en Kg obtenido por usted la mayoría de veces en una faena de pesca

Menos de 10 Kg De 10 a 20 De 20 a 30 De 30 a 40 Más de 30 Kg
 ¿Cuántos? _____

7. Cantidad de Corvina picuda en Kg obtenido por usted la mayoría de veces en una faena de pesca

Menos de 10 Kg De 10 a 20 De 20 a 30 De 30 a 40 Más de 40 Kg
 No obtiene ¿si obtiene, cuántos Kg aproximados? _____ ¿Precio por kilo? ¢ _____

8. ¿A dónde vende o distribuye el producto?

Recibidor ¿Cuál? _____
 Transportista ¿Cuál? _____
 Pescadería ¿Cuál? _____
 Mercado ¿Cuál? _____
 Otros ¿Cuál? _____

9. Implementos que son utilizados por usted durante la pesca

Agua limpia Para tomar Pera lavar el pescado
 Delantal
 Botas
 Guantes Tela Hule
 Cubre cabello

Otros ¿Cuáles? _____

10. ¿Donde almacena el producto una vez capturado durante la pesca?

Hielera
 Vivero
 Canasta de plástico
 Cajón de madera
 Piso de la embarcación

Otros ¿Cuáles? _____

11. ¿Usted utiliza hielo abordo para conservar el producto pesquero después de su captura?

Sí

No ¿Por qué? _____

12. ¿Donde eviscera usted el producto?

Lancha

Recibidor

Otro ¿Dónde? _____

13. ¿Cada cuanto tiempo lo eviscera?

Inmediatamente después que lo captura

De 30 min a 1 hora después de capturarlo

De 1 a 2 horas después de capturarlo

2 a 3 horas después de capturarlo

De 3 a 4 horas después de capturarlo

Terminada la faena de la pesca

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 4:

8.4. LISTA DE CHEQUEO “Manipulación del producto pesquero en la pesca artesanal”

Lugar _____

Fecha _____

Arte de pesca _____

Tiempo que lleva pescando _____

Producto pesquero capturado _____

IMPLEMENTOS/MANEJO	SÍ	NO
Embarcación limpia y sin agua dentro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador porta agua limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador usa delantal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador usa botas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador usa guantes de tela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador usa guantes de látex (hule)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescador usa cubre cabello	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero esta eviscerado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en hielera sin hielo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en hielera con poco hielo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en hielera con abundante hielo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en hielera con agua con hielo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en vivero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en cajón plástico limpio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en cajón plástico sucio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en cajón de madera limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado en cajón de madera sucio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado sobre el piso de la lancha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto pesquero almacenado lejos del combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 5:

8.5. HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL QIM

PARAMETROS		CARACTERÍSTICAS	PUNTUACIÓN	COMENTARIO
APARIENCIA GENERAL	Aspecto externo	Muy brillante, iridiscente, color propio, escamas firmemente adheridas	0	
		Brillante con pérdida de iridiscencia, color propio, escamas firmemente adheridas	1	
		Color apagado, no brillante, escamas adheridas	2	
		Sin brillo, decoloración marcada, escamas salen fácilmente	3	
	Moco	Transparente acuoso	0	
		Ligeramente turbio, abundante	1	
		Opaco o coloración alterada	2	
	Piel	Entera, intacta	0	
		Ligeramente pelada o fácil de pelar	1	
Rasgada y dañada		2		
OJOS	Color	Córnea transparente, pupila negra brillante	0	
		Córnea ligeramente turbia u opaca, pupila negra opaca	1	
		Córnea y pupila opaca no tan circular	2	
		Córnea lechosa, pupila gris	3	
	Forma	Convexos (prominentes)	0	
		Poco convexos o planos	1	
		Cóncavo	2	
		Muy hundido	3	
CONSISTENCIA	Rigidez	Rígido (solo para pescados en rigor)	0	
		Firme y elástico al tacto	1	
		Ligeramente blando al tacto, menos elástico	2	
		Blando, flácido	3	
	Pared abdominal	Firme y elástico al tacto	0	
		Blando	1	
		Reventado	2	
OLOR	General	Muy fresco, típico de la especie, olor marino	0	
		Neutro, leve a pescado	1	
		A pescado fuerte, olores ligeramente extraños, algo desagradable	2	
		Muy desagradable, pútridos, amoniacal o rancios	3	
CAVIDAD ABDOMINAL	Apariencia y color	Firme, no perforado, rosado intenso	0	
		Blando, poco perforado, rosado pálido	1	
		Muy blando y muy perforado, amarillo pálido	2	
	Peritoneo	Blanco, lustroso y brillante, bien adherido	0	
		Ligeramente opaco, intacto, adherente	1	
		Opaco, desgarrado, se despega fácilmente	2	
TOTAL 0-25				

Anexo 6:

8.6. CRONOGRAMA MUESTREO DE CORVINAS EN EL LABORATORIO

Fecha	Día	Corvinas tratamiento A	Corvinas tratamiento B	Total
L 7/11/2011 (gira)	0	2	2	4
M				
M				
J 10/11/2011	3	2	2	4
V				
S				
D 13/11/2011	6	2	2	4
L				
M				
M 16/11/2011	9	2	2	4
J				
V				
S 19/11/2011	12	2	2	4
D				
L				
M 22/11/2011	15	2	2	4
M				
J				
V 25/11/2011	18	2	2	4
S				
D				
L 28/11/2011	21	2	2	4
M				
M				
J 1/12/2011	24	2	2	4
V				
S				
D 4/12/2011	27	2	2	4
L				
M				
M 7/12/2011	30	2	2	4
Total				44

Anexo 7:**8.7. INSTRUMENTO GR TORRYMETER UTILIZADO EN EL ESTUDIO**

Figura 32. GR Torrymeter