

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

EFECTO DE LA DENSIDAD Y EL TIEMPO DE
TRANSPORTE EN LA SOBREVIVENCIA
DE JUVENILES DE SARGO
(*Anisotremus scapularis*)

TESIS

PRESENTADA POR:

M.Sc. LUIS ANTONIO ESPINOZA RAMOS

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ

2019


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

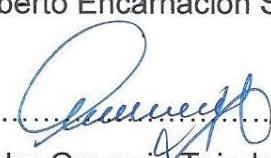
Escuela de Posgrado

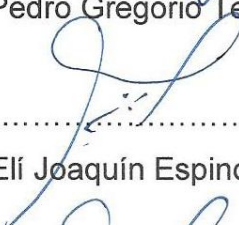
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

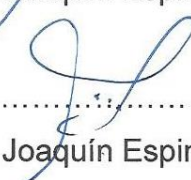
EFFECTO DE LA DENSIDAD Y EL TIEMPO DE TRANSPORTE EN LA SOBREVIVENCIA DE JUVENILES DE SARGO (*Anisotremus scapularis*)

Tesis sustentada y aprobada el 17 de octubre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : 
Dr. Roberto Encarnación Supo Hallasi

SECRETARIO : 
Dr. Pedro Gregorio Tejada Monroy

MIEMBRO : 
Dr. Elí Joaquín Espinoza Atencia

ASESOR : 
Dr. Elí Joaquín Espinoza Atencia

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y por permitirme seguir creciendo.

A mis padres Roberto y Guillermina, quienes desde el cielo brindan el apoyo, que hicieron grandes sacrificios y a quienes les estoy infinitamente agradecido.

A mi esposa Nancy, por su paciencia, apoyo y amor; por soportar los viajes y las ausencias y por darme los mayores tesoros de la vida, Luis Miguel y Marco

Antonio.

A mi familia entera

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna, por otorgarme las facilidades para realizar mis estudios de doctorado.

Un profundo agradecimiento, con mucha admiración y cariño a mis directores de tesis: Dr. Eli Espinoza Atencia y Dr. Pelayo Delgado Tello por su apoyo total en la realización de este trabajo, por sus valiosos consejos académicos y extraacadémicos y, sobre todo, por su calidez humana.

A los integrantes del comité de tesis: Dr. Pedro Tejada Monroy, Dr. Roberto Supo Hallasi y Dr. Eli Espinoza Atencia, por sus observaciones y aportaciones en la realización de este trabajo.

A mis colegas Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera, al Ing. Rodolfo Quispe Ticona y al Blgo. Mblgo Jordan Ismael Huanacuni Pilco, por sus aportes y colaboración.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ABSTRATO.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.1. Descripción del problema	3
1.1.1.1. Identificación del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema general.....	6
1.2.2. Problemas específicos	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Limitaciones de la investigación	8
1.5. Objetivos	8
1.5.1. Objetivo General	8
1.5.2. Objetivos específicos	8
1.6. Hipótesis	9
1.6.1. Hipótesis General.....	9
1.6.2. Hipótesis específicas.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes del estudio	10
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1. Generalidades de <i>Anisotremus scapularis</i> “sargo”	13
2.2.2. Acuicultura del <i>Anisotremus scapularis</i> en el Perú	17
2.2.3. Transporte de peces	18
2.2.4. Edad y tamaño de los peces	21
2.2.5. El control de la temperatura del agua de transporte	22

2.2.6. El aislamiento térmico de las cajas	23
2.2.7. Cargas de peces en bolsas plásticas.....	25
2.2.8. Aclimatación de alevines.....	30
2.2.9. Calidad del agua	31
2.2.10. Parámetros físico – químicos del agua.....	31
2.2.10.1. Oxígeno.....	31
2.2.10.2. Temperatura.....	33
2.2.10.3. Potencial de Hidrogeno (pH)	34
2.2.10.4. Concentración de Amonio.....	35
2.2.10.5. Supervivencia.....	35
2.3. Definición de términos.....	37
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo y diseño de la investigación	40
3.2. Población y muestra.....	40
3.3. Operacionalización de variables	41
3.4. Metodología para realizar el transporte.....	41
3.5. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	42
CAPÍTULO IV: MARCO FILOSÓFICO	
Marco filosófico ,.....	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	46
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	55
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables	41
Tabla 2. Mortalidad de juveniles de <i>A. scapularis</i>	47
Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia de juveniles de <i>A. scapularis</i>	48
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos al final de transporte de alevinos de <i>A. scapularis</i>	49
Tabla 5. Análisis de compuestos químicos de nitrógeno al final de transporte de alevinos de <i>A. scapularis</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de distribución de <i>A. scapularis</i>	13
Figura 2. Sargo <i>Anisotremus scapularis</i>	15
Figura 3. Desembarques anuales en toneladas métricas en el Perú	17
Figura 4. Mortalidad de juveniles de <i>A. scapularis</i> al final del experimento (media \pm SE, n=3, p<0,05) Mortalidad de alevinos de <i>Anisotremus</i> <i>scapularis</i>	46
Figura 5. Temperatura promedio del agua de <i>A. scapularis</i> al final del experimento (media \pm SE, n=3; p<0,05).....	50
Figura 6. Concentración de oxígeno disuelto (mg/l) del agua de <i>A.scapularis</i> al final del experimento (media \pm SE, n=3; p<0,05)	51
Figura 7. pH del agua al final del experimento de <i>A. scapularis</i> al final del experimento (media \pm SE, n=3; p<0,05).....	52
Figura 8. Coordinaciones para el inicio del trabajo experimental de transporte de peces.....	74
Figura 9. Rotulado de cajas de poliuretano para realizar las pruebas experimentales de transporte de peces.	74
Figura 10. Conteo de peces y dosificación de oxígeno en las bolsas de prueba de transporte de peces, ubicadas en las cajas de poliuretano.....	75
Figura 11. Control de oxígeno disuelto (mg/l) y pH del agua de transporte antes y después de las pruebas experimentales.....	75
Figura 12. Reanimación de peces pos prueba de transporte.....	76
Figura 13. Tanques de fibra de vidrio donde se ubican los peces con los que se realizó el trabajo experimental.....	76
Figura 14. Oxímetro digital YSI 550a, mide concentración de oxígeno disuelto en el agua (mg/l) y temperatura (°C).....	77
Figura 15. Equipo medidor de pH, YSI.....	77
Figura 16. Aclimatación de peces para la reanimación pos prueba experimental de transporte.....	78
Figura 17. Material biológico (juveniles de <i>Anisotremus scapularis</i> , sargo).	78

RESUMEN

Juveniles de sargo *Anisotremus scapularis* (longitud total $6,48 \pm 0,43$ cm y peso $3,53 \pm 0,73$ g) fueron acondicionados y colocados en bolsas de polietileno de alta densidad con 8 litros de agua esterilizada UV a densidades de 6; 9 y 12 peces/l. Las bolsas fueron infladas con oxígeno hasta completar los 2/3 de 24 litros de capacidad total de cada bolsa, y fue colocada en cajas de tecnopor. Cada densidad fue evaluada por triplicado en 3 tiempos: 8; 10 y 12 horas de transporte, el experimento se realizó 3 veces. Fue registrada la temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, nitrógeno amoniacal (N-NH₃), amoniaco (NH₃) y amonio (NH₄) al finalizar el experimento. Se obtuvo un mayor porcentaje de sobrevivencia a menores densidades y tiempos de transporte, la temperatura del agua se incrementó de $15,96 \pm 0,25$ °C a temperaturas superiores a 17 °C, el oxígeno no fue consumido en su totalidad, registrando valores entre 9,80 a 16,40 mg/l en los tratamientos. Las concentraciones más altas de N-NH₃, NH₃ y NH₄ corresponden a los tratamientos de 12 horas de transporte, que coinciden con la reducción del pH, indicando la acidificación del agua por el incremento de los compuestos químicos de nitrógeno, asimismo se encuentra directamente relacionado con las mortalidades de los tratamientos. Los parámetros de transporte (densidad y tiempo), guardan una relación inversamente proporcional a la sobrevivencia de juveniles de sargo *A. scapularis*.

Palabras clave: sargo, chita, *Anisotremus scapularis*, transporte.

ABSTRACT

Juveniles of sargo *Anisotremus scapularis* (total length $6,48 \pm 0,43$ cm and weight $3,53 \pm 0,73$ g) were conditioned and packed in high density polyethylene bags with 8 liters of sterilized UV water at densities of 6; 9 and 12 fish/l. The bags were inflated with oxygen to complete the 2/3 of 24 liters of total capacity of each bag, and was placed in telgopor boxes of. Each density was evaluated in triplicate in 3 times: 8; 10 and 12 hours of transport, the experiment was performed 3 times. The water temperature, dissolved oxygen, pH, ammoniacal nitrogen (N-NH₃), ammonia (NH₃) and ammonium (NH₄) were recorded at the end of the experiment. A higher percentage of survival was obtained at lower densities and transport times, the water temperature increased from $15,96 \pm 0,25$ °C to temperatures above 17 °C, the oxygen was not consumed in its entirety, registering values between 9,80 to 16,40 mg/l in the treatments. The highest concentrations of N-NH₃, NH₃ and NH₄ corresponding to the treatments of 12 hours of transport that coincide with the reduction of pH indicating the acidification of water by the increase of chemical nitrogen compounds, is also directly related to the mortalities of the treatments. The transport parameters (density and time), are inversely proportional to the survival of juvenile *A. scapularis*.

Key words: sargo, cheetah, *Anisotremus scapularis*, transport.

ABSTRATO

Juvenis de sargo *Anisotremus scapularis* (comprimento total $6,48 \pm 0,43$ cm e peso $3,53 \pm 0,73$ g) foram acondicionados e acondicionados em sacos de polietileno de alta densidade com 8 litros de água UV esterilizada nas densidades de 6, 9 e 12 peixes/l. Os sacos foram inflados com oxigênio para completar os 2/3 de 24 litros de capacidade total de cada saco, e foram colocados em caixas telgopor de. Cada densidade foi avaliada em triplicata em 3 vezes: 8, 10 e 12 horas de transporte, o experimento foi realizado 3 vezes. A temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), amônia (NH₃) e amônio (NH₄) foram registrados no final do experimento. Maior porcentagem de sobrevivência foi obtida em menores densidades e tempos de transporte, a temperatura da água aumentou de $15,96 \pm 0,25$ °C para temperaturas acima de 17 °C, o oxigênio não foi consumido em sua totalidade, registrando valores entre 9,80 a 16,40 mg/l nos tratamentos . As maiores concentrações de N-NH₃, NH₃ e NH₄ correspondentes aos tratamentos de 12 horas de transporte que coincidem com a redução do pH indicando a acidificação da água pelo aumento de compostos químicos nitrogenados, também estão diretamente relacionadas à mortalidade dos tratamentos. . Os parâmetros de transporte (densidade e tempo), são inversamente proporcionais à sobrevivência de juvenis de *A. scapularis*.

Palavras-chave: sargo, chita, *Anisotremus scapularis*, transporte.

INTRODUCCIÓN

El pescado vivo es apreciado especialmente en Asia Sudoriental y el lejano oriente, en concreto por la población de China y en los mercados especializados de otros países, sobre todo en las comunidades asiáticas de inmigrantes. China y otros países llevan manipulando pescado vivo para su comercio o utilización, hace más de 3 000 años. La comercialización de pescado vivo se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de los avances tecnológicos, la mejora de la logística y el aumento de la demanda. El transporte de peces vivos, puede ir desde simples sistemas artesanales de transporte en bolsas de plástico con una atmósfera supersaturada de oxígeno hasta sistemas muy sofisticados instalados en camiones y otros vehículos que regulan la temperatura, filtran y reciclan el agua, y añaden oxígeno, pasando por tanques y contenedores diseñados para tal fin FAO (2016).

El crecimiento de la acuicultura, requiere de una serie de aspectos para su desarrollo, uno de ellos es el transporte de peces en sus primeros estadios, como semilla, más aun de especies que recién se está estudiando el cultivo; asimismo las especies ya conocidas y de talla comercial, están ingresando vivas a los mercados, por ello es importante conocer la forma de transporte, considerando los factores que pueden influir en forma directa o indirecta en la fisiología del pez, entre otros factores se tiene la temperatura del agua, el tiempo de transporte, el pH, amonio, tamaño del pez, biomasa etc.

El motivo que llevó a desarrollar el presente trabajo de investigación, es que se cuenta con el proyecto: “Investigación y desarrollo de las tecnologías de cultivo de peces marinos de importancia económica: corvina (*Cilus gilberti*) y sargo (*Anisotremus scapularis*) en la región de Tacna”, y que viene obteniendo una cantidad de alevinos del recurso sargo o chita *Anisotremus scapularis*, alevinos que pueden ser transportados a otros lugares de nuestra costa y que pueden ser utilizados en el cultivo, para ello se debe conocer datos de transporte, supervivencia; esto permitirá una disminución de los costos y permitirá, además, estimar la producción necesaria para la distribución correspondiente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del problema

1.1.1.1. Identificación del problema

La acuicultura, sigue creciendo en forma más rápida que cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal y su tasa de crecimiento en el mundo fue del 8,8 % al año 1970, mientras que la pesca de captura ha crecido solamente a razón del 1,2 % y los sistemas de producción de carne de cría en tierra, un 2,8 %. (FAO, 2008). De esta manera, la producción de peces marinos, mediante un cultivo, ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en Europa como en Asia (FAO, 2009).

Según, International Center for Aquaculture and aquatic environments, citado por Díaz (2015), una de las actividades más importantes en el cultivo de peces es su transporte. Las larvas y los alevines, deben ser transportados del laboratorio de producción al estanque para su siembra. En algunas ocasiones, los reproductores deben ser trasladados al laboratorio de producción para su desove. Puede ser necesario transportar, hasta el mercado, peces vivos para su venta. Varios métodos de transporte de peces han sido desarrollados.

La acuicultura, viene a ser el cultivo y/o la siembra, aunque primitiva, de organismos acuáticos; algunos otros términos tales como siembra marina y maricultura se consideraron menos apropiados, dado que ambos denotan sólo a producción en agua saladas (Wheaton, 1982).

El Perú tiene un sector acuícola competitivo y diversificado, económica y socialmente viable, y ambientalmente sostenible en el tiempo, que contribuye con la seguridad alimentaria de la población, desarrolla tecnologías de cultivo de nuevas especies y genera aportes importantes en divisas, contando con un sector público y privado dinámico que colabora estrechamente entre sí (Ministerio de la Producción, 2010).

En la actualidad en el Perú, no existen patrones estandarizados sobre los factores que influyen en el manejo adecuado en el transporte vivo de especies marinas juveniles, más aún si se trata de una especie recién en estudio, como es el sargo (*Anisotremus scapularis*).

Según Compagnucci (2014), en la mayoría de los casos, el traslado de peces vivos tiene como objetivo:

- Transportar larvas y alevines desde el laboratorio de producción hasta los estanques para su engorde.
- Movilizar matrices reproductivas al laboratorio de producción para su desove.

- Trasladar peces adultos desde las granjas hasta los cotos de pesca deportiva.
- Trasladar organismos vivos para su venta expuestos en grandes peceras.

Uno de los problemas que se presenta, en el caso de sargo, (*Anisotremus scapularis*), es que recién se ha alcanzado obtener larvas, luego alevinos y actualmente juveniles, los cuales deben ser trasladados a centros de cultivo, ubicados en zonas alejadas de la Región Tacna, como es el caso de la ciudad de Lima; por tal motivo, no hay experiencias al respecto y demanda una investigación que permita conocer la resistencia de la especie, el número de juveniles por volumen de agua.

Todo lo indicado redundará en la disminución de costos de transporte y el éxito del arribo de los juveniles a los centros de cultivo.

Frente a esta problemática, es importante determinar a nivel experimental el efecto que tendrían los niveles de densidad (juveniles/l) que se trasladarán, el tiempo de transporte y sobretodo la sobrevivencia y adicionalmente los costos de transporte.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del nivel de densidad (juveniles/l) y el tiempo de transporte, en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*)?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del nivel densidad en la sobrevivencia en el transporte de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*)?
- ¿Cuál es el efecto del tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*)?
- ¿Cuál es el efecto de la interacción de la densidad y el tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*)?

1.3. Justificación

a. Técnico científico

El sargo (*Anisotremus scapularis*), es una especie que recientemente está en estudio, para su utilización en la acuicultura. Asimismo, es una especie de gran demanda en el mercado regional y nacional, por esta razón que son escasos los estudios en el área de la biología, del desarrollo de la especie y menos en lo que a transporte se

refiere, definiéndose transporte como el traslado de la especie del lugar de obtención de la semilla y luego juveniles, hasta las zonas de cultivo.

b. Económico

De acuerdo a lo anteriormente manifestado, las zonas de cultivo se encuentran principalmente lejos de nuestra región de dónde actualmente se obtiene, luego de un trabajo los juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*). Es en este entender que, en esta demanda de juveniles, hay grandes desembolsos de dinero para cubrir el costo que demanda el transporte, por ello, con la finalidad de disminuir costos en este aspecto, se requieren estudios de niveles de densidad, tiempo de transporte, y otros que permitan la facilidad técnica y económica de realizar este tipo de actividades.

c. Social

Al existir una elevada demanda del recurso, por algunos motivos, entre ellos el boom gastronómico de que se presenta en nuestro país, se ha producido una sobrepesca y por lo tanto, una sobreexplotación de la especie en estudio, esto trae como consecuencia una serie de problemas en el sector pesquero artesanal, principalmente una disminución de los ingresos y que va en desmedro de la calidad de vida del pescador y su familia.

1.4. Limitaciones de la investigación

El presente trabajo de investigación tuvo como limitante las condiciones oceanográficas, las cuales no permitieron captar agua de buena calidad y con mínimo de sólidos en suspensión, a fin de que puedan ser inicialmente filtradas y posteriormente tratadas a través de ultra violeta.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar el efecto del nivel de densidad (juveniles/l) y el tiempo de transporte, en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del nivel de densidad en la sobrevivencia en transporte de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*)
- Determinar el efecto del tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).
- Determinar el efecto de la interacción de la densidad y el tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Existe efecto del nivel de densidad y el tiempo de transporte, en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*) durante el transporte.

1.6.2. Hipótesis específicas.

- Existe efecto del nivel densidad en la sobrevivencia en transporte de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).
- Existe efecto del tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).
- Existe efecto de la interacción de la densidad y el tiempo de transporte en la sobrevivencia de juveniles de sargo (*Anisotremus scapularis*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

La mayoría de los estudios de la chita, se han orientado a la descripción de su parasitofauna (Castro and Baeza, 1985a, 1985b, 1989; Chero *et al.*, 2014; Lannacone y Alvariño, 2009, 2012; Oliva and Carvajal, 1984; Oliva *et al.*, 2009; Oliva and Luque, 1989; Oliva, 1987; Paschoal *et al.*, 2015). La utilización de la chita, como recurso pesquero, se remonta a los antiguos pobladores del Perú y Chile; es por ello que también se han realizado investigaciones que muestran su importancia, como bioindicador en la arqueología de culturas preincaicas que habitaron la región costera (Llagostera *et al.*, 1999) y en la etnobiología en el sur del Perú (Béarez *et al.*, 2003).

Estudios filogenéticos describen a la familia Haemulidae, estrechamente relacionada con las familias Lutjanidae (pargos) y Sparidae (sargos y doradas) (Orrell *et al.*, 2002; Tavera *et al.*, 2012). En relación a su género, *Anisotremus* comprende 10 especies neotropicales y su estudio provee una oportunidad para la investigación de aspectos únicos de la especiación simpátrica y alopátrica (Bernardi *et al.*, 2008).

Adicionalmente, en *A. scapularis* se han realizado estudios tróficos y

bioecológicos (Ángel and Ojeda, 2001; Berrios y Vargas, 2004; Medina *et al.*, 2004; Vargas *et al.*, 1999). Se ha catalogado como una especie que resiste grandes cambios ambientales, particularmente de temperatura, ya que se ha encontrado en abundancia durante y después del fenómeno El Niño de 1997-98 (Gárate y Pacheco, 2004).

En la parte de acuicultura, existen trabajos relacionados a la ontogenia digestiva de *Anisotremus scapularis* (Cota, 2016), ciclo de vida (IMARPE, 2016), dietas comerciales en sargo (Dionicio-Acedo *et al.*, 2017), solo se registra un antecedente de transporte de *Anisotremus scapularis*, realizado por Rosado *et al.* (2016), donde se evaluó diferentes concentraciones de la triclaína (MS-222) como agente sedante en un transporte simulado de juveniles de sargo *Anisotremus scapularis*.

Sin embargo, entre los trabajos citados anteriormente se puede observar que son escasos los relacionados con la biología de esta especie, en sus diferentes etapas de vida y solo cuatro trabajos de *Anisotremus scapularis* se orientaron a su cultivo. Las técnicas de transporte son de vital importancia en el cultivo de las especies, se realizan con el fin de incrementar la supervivencia, reducir el estrés de los animales, y mejorar la calidad del agua. Efectos benéficos de la inclusión del cloruro de sodio (NaCl), han sido reportados en varias especies de peces, presentándose variaciones en las concentraciones efectivas, de acuerdo con la especie y el tiempo de transporte. Johnson (1979) recomendó una concentración de 2 g/l como guía para el transporte de peces

vivos, mientras que Carneiro y Urbinati (2001) demostraron que 6 g/l minimiza el estrés del matrinxã, *Brycon amazonicus*, durante del transporte. Weirich y Tomasso (1991) recomendaron 11 g/l en juveniles de “red drum”. De modo semejante, una concentración de sal de 10 g/l fue efectiva en el transporte del “striped bass”, *Morone saxatilis* (Walbaum) (Mazik *et al.*, 1991) y de 8 g/l en el tambaquí (*Colossoma macropomum*) durante transportes de hasta 3 h (Gomes *et al.*, 2003). Sin embargo, en otras especies, como *Ancistrus triradiatus*, se han evidenciado efectos benéficos con 2 g/l de NaCl durante el transporte por 12 y 24 h y 1 g/l para transporte de 48 h con (Ramírez-Duarte *et al.*, 2010a, 2010b).

La adición de NaCl, incrementa la supervivencia de *A. triradiatus* durante el transporte, cuando son sometidos a temperaturas superiores a su rango de confort (Ramírez-Duarte *et al.* 2010b). El uso del eugenol o aceite de clavo, ha sido reportado por Cooke *et al.*, (2004), quienes determinaron que concentraciones entre 5 y 8.5 mg/l son efectivas para inducir sedación profunda en largemouth bass (*Micropterus salmoides*) durante 1 h. En matrinxã, *Brycon cephalus*, una concentración de 5 mg/l se redujo el estrés durante 4 h y mejoró la calidad del agua (Kioshi *et al.*, 2005). Del mismo modo, las sales de calcio han demostrado un efecto benéfico, aunque moderado, en la reducción del estrés del striped bass (Weirich y Tomaso, 1992) y *Brycon amazonicus* (Bendhack and Urbinati, 2009) durante el transporte.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Generalidades de *Anisotremus scapularis* “sargo”

El sargo o chita *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846), es un pez marino que habita en las regiones templadas del Pacífico oriental en el hemisferio sur (Reitz, 2001), y que se distribuye desde Manta, Ecuador hasta Antofagasta, Chile, incluyendo las Islas Galápagos (Chirichigno y Vélez, 1998). *Anisotremus scapularis* es una de las seis especies del género registrada para el Perú (Chirichigno & Cornejo, 2001). En la figura 1, se puede observar el mapa de distribución del sargo o chita (*Anisotremus scapularis*).

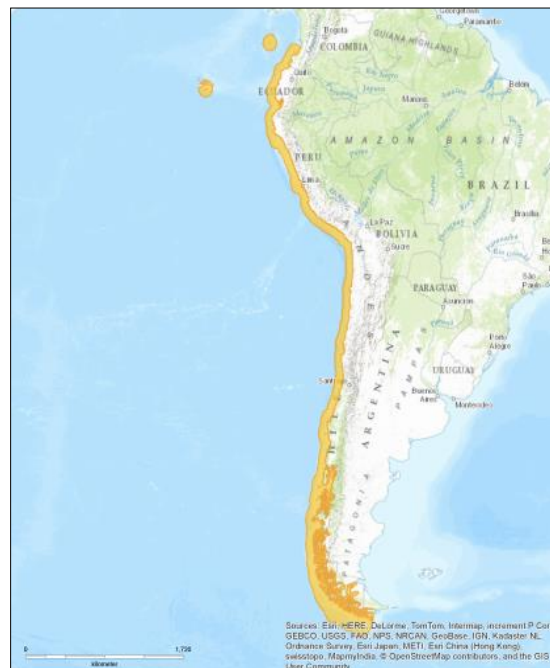


Figura 1. Mapa de distribución de *A. scapularis*.

Fuente: Allen et al., (2010).

Pertenece a la superclase Actinopterygii, orden Perciformes y familia Haemulidae.

Taxonomía del sargo *Anisotremus scapularis* (ITIS, 2017).

Reino	Animalia
Subreino	Bilateria
Infrareino	Deuterostomia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Infraphylum	Gnathostomata
Superclase	Actinopterygii
Clase	Teleostei
Superorden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Haemulidae
Género	<i>Anisotremus</i> Gill, 1861
Especie	<i>Anisotremus scapularis</i> (Tschudi, 1846)

Los adultos se caracterizan por poseer un cuerpo alto y robusto, perfil de la cabeza fuertemente convexa y boca pequeña, baja y terminal. Las escamas son grandes, con manchas oscuras en sus márgenes anteriores, las que le dan una apariencia de bandas oblicuas. El color de la región dorsal y lateral del cuerpo es plateado; la región ventral es de color blanco o plomo claro. Las espinas anteriores de las aletas dorsal y anal, son más largas que las espinas

posteriores, lo que da a estas aletas una forma triangular. La aleta anal posee espinas gruesas, la segunda espina es más larga y fuerte que la tercera. Las aletas pélvicas se encuentran un poco posterior a la base de las aletas pectorales, que son puntiagudas. La aleta caudal posee el lóbulo superior ligeramente más grande que el inferior (Figura 2) (Kong-Urbina y Castro-Fuentes, 2002).



Figura 2. Sargo *Anisotremus scapularis*.

Fuente: Toma propia.

Es un organismo costero, que habita en zonas rocosas y arenosas, desde los 3 hasta 30 m (Humann and Deloach, 1993) formando cardúmenes. Sus hábitos corresponden a los de un depredador nocturno y su alimento consiste de invertebrados del fondo, que busca entre la rompiente de las olas. Es una especie eurifágica, consume preferentemente moluscos poliplacóforos como *Chiton cumingsi*, bivalvos como *Semimytilus algosus*, anfípodos, echiuridos, peces y algas verdes y rojas. Los hábitos alimenticios cambian de omnívoros

en juveniles (macroalgas e invertebrados menores, destacando los copépodos) a mayormente carnívoros en adultos (Angel and Ojeda, 2001; Berrios y Vargas, 2004; Medina *et al.*, 2004; Vargas *et al.*, 1999).

El sargo, es una de las principales especies que sustentan la pesquería costera artesanal del Perú, se captura con redes de cerco y de enmalle (Jaime and Wosnitza-Mendo, 2014). Allen *et al.* (2010) indica que no hay grandes amenazas conocidas para esta especie y por ello, está clasificada como de menor preocupación (Least concern) en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Sin embargo, su gran demanda para el consumo humano directo y la escasa regulación de su pesquería, han ocasionado que en los últimos años se observe una disminución de sus capturas, de 271 t en el 2004 a 96 t en el 2013 (Ministerio de la Producción, 2015).

En este sentido, en el mes de abril del 2016, se estableció la talla mínima de captura en 24 cm de longitud total, con una tolerancia máxima de 25 % del número de ejemplares capturados por debajo de la talla mínima; de esta manera, se prohibió la extracción, recepción, transporte, almacenamiento, procesamiento y comercialización de chitas de tallas inferiores (Resolución Ministerial N° 156-2016-PRODUCE). La figura 3, presenta los desembarques anuales, en toneladas, en el Perú del recurso sargo.

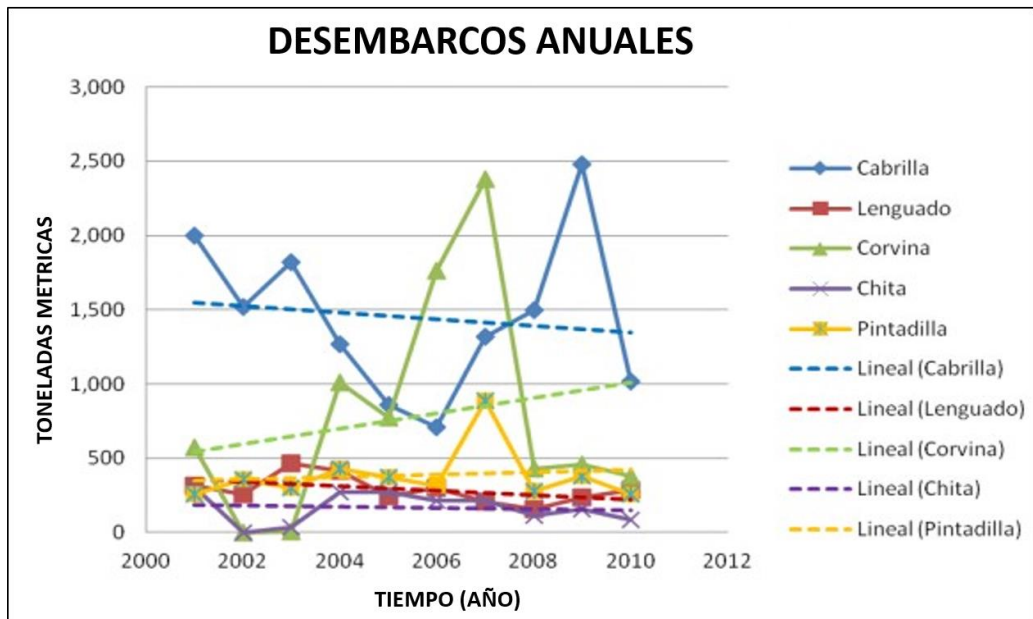


Figura 3. Desembarques Anuales en Toneladas métricas en el Perú (2000-2010).

Fuente: Suazo, (2010).

2.2.2. Acuicultura del *Anisotremus scapularis* en el Perú

Actualmente, la acuicultura peruana está orientada al cultivo de unas pocas especies, siendo las más desarrolladas la concha de abanico, langostino, trucha y tilapia (FAO, 2010). El gobierno peruano, viene promoviendo la investigación e innovación de técnicas para el cultivo de chita, con el fin de brindar nuevas alternativas productivas y diversificar la maricultura (Rosado *et al.*, 2016).

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) sede Callao-Lima, se encuentra trabajando con *Anisotremus scapularis* dentro del presupuesto por resultados: “Ordenamiento y Desarrollo de la Acuicultura”, desde el 2013 hasta la actualidad (MisPeces, 2014).

La Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, a través del proyecto: “Investigación y desarrollo de las tecnologías de cultivo de peces marinos de importancia económica: corvina *Cilus gilberti* y sargo *Anisotremus scapularis* en la región Tacna”, desde el 2016 hasta la actualidad (The World Aquaculture Society, 2016).

2.2.3. Transporte de peces

El transporte es una práctica rutinaria en los sistemas de cría de peces (Piper *et al.*, 1982), viene aumentando considerablemente y los principales propósitos son el comercio de pescado vivo en ferias para consumo, suministro para granjas, y sitios de pesca y formación de plantones de reproductores.

Durante el transporte, los peces son afectados por una serie de agentes estresantes: captura, confinamiento, manipulación y transporte. La cuantificación del estrés, al cual el pescado es sometido durante el transporte, es fundamental para que se establezcan prácticas de manejo adecuadas (Wedemeyer, 1997).

Según Grottum *et al.* (1997) y Wedemeyer (1997), el principal factor de éxito del transporte es contener la mayor densidad de peces en el menor volumen de agua posible, sin que haya mortalidad, deterioro de la calidad del agua y estrés.

University (2014), manifiesta que diferentes recipientes pueden ser utilizados para el transporte de peces, tales como, canecas de diferentes tamaños, vasijas de cerámica o metal, baldes de metal o madera, barriles, tinas, bolsas plásticas, cajas de icopor (poliestireno), botellas, jarras, pieles de animales o pedazos de bambú. De hecho, cualquier recipiente limpio y a prueba de agua, puede ser utilizado para este fin. Algunos recipientes proveen buen aislamiento térmico, como, por ejemplo, la madera y el icopor (tipo de tecnopor). Sin embargo, otros como el metal y el plástico, presentan un bajo aislamiento y en algunas ocasiones deben ser envueltos en toallas húmedas o empacados con hielo para mantener la temperatura. Los peces deben ser trasladados a su destino final de la manera más rápida y directa posible, después de colocarlos en el recipiente escogido para su transporte. En los métodos de transporte utilizados, se incluye a pie, en carreta tirada por animales, en bicicleta, bote, automóvil o camión, tren o en avión.

Urcelay *et. al* (2012), indica que el transporte y la siembra pueden realizarse utilizando de plástico con oxígeno o bien transportadores diseñados especialmente. Los aspectos más importantes, a considerar durante el transporte y la siembra, son:

- **Ayuno previo**

Las crías deben someterse a un periodo de ayuno de por lo menos 24 horas, previo al momento del embarque. Esto reduce su demanda respiratoria durante el traslado y mantiene condiciones más limpias en el agua.

- **Embarque y/o envasado**

El agua utilizada para el llenado de bolsas o del transportador debe ser agua limpia.

- **Oxigenación**

Mantener excelentes condiciones de oxigenación en el agua.

- **Evitar hacinamientos** o maltrato de las crías.

Según Díaz, Vázquez, Mari, (1989), para el transporte se emplean tres sistemas fundamentales:

- Bolsas de polietileno
- Cajas de transporte
- Camiones cisterna

Bolsas de polietileno

Es el sistema menos utilizado actualmente debido a su mayor costo. Solo se emplea en las ocasiones en que el número de alevines es pequeño y su traslado es por vía aérea. La norma de transporte se resume así: en cada bolsa se añaden 8 litros de agua, 1 kg de hielo y 2 kg de peces, cerrando la misma herméticamente en un ambiente de oxígeno a presión. Las bolsas son colocadas en cajas de cartón y cerradas totalmente con soga y cinta adhesiva.

Transporte en cajas

Son recipientes de fibra de vidrio, de 2 300 litros de capacidad y construidas para que puedan llevar a cabo los procesos de llenado, introducción de peces, vaciado y aireación del agua. Las dimensiones de estos recipientes se calcularon de forma tal que un camión puede trasladar hasta 4 unidades. El sistema de aireación del agua hace uso del compresor del mecanismo de frenado del camión, al cual se le coloca un filtro de aceite, y por un sistema de tuberías de caucho lleva el aire comprimido hace los difusores situados en cada caja. El suministro de aire se regula a través de manómetros, también acoplados en ocasiones a balones de oxígeno; la cantidad de aire que genera un sistema de frenos de un camión de carga es suficiente para lograr mortalidades menores de 5 %.

2.2.4. Edad y tamaño de los peces

Un menor peso de peces pequeños, puede ser transportado por unidad de volumen de agua que de peces grandes. Los peces recién eclosionados se conocen como larvas, estas se mueven lentamente y poseen un saco vitelino, que les provee de alimento suficiente durante las 24 horas siguientes a la eclosión. Las postlarvas se caracterizan por no presentar saco vitelino y pesar menos de un gramo.

Por otro lado, los alevines son pececillos con un peso mayor a un gramo. Finalmente, a los peces sexualmente maduros se los conoce como

reproductores. En la tabla 2, se provee de una guía general para determinar el número de peces de cierta edad, que pueden ser transportados dentro de bolsas plásticas selladas, conteniendo oxígeno puro y 8 litros de agua con una temperatura de 18 °C. Esta información, da una idea general y puede que no sea útil bajo todas las condiciones o para todas las especies de peces. En aquellos lugares donde la disponibilidad de bolsas plásticas es limitada, se debe utilizar tanques u otros contenedores para transportar los peces. La cantidad de peces de diferentes tamaños, pueden ser transportado en bolsas plásticas selladas (46 cm x 81 cm), inyectadas con oxígeno puro, y conteniendo aproximadamente 7,6 litros de agua. La unidad de medida es gramos de peces/litro de agua 18°C de temperatura. (Kubitza, 2009).

Cantidad de peces transportado en bolsas plásticas (Kubitza, 2009).

Tamaño de los Peces	Tiempo en hora			
	1 hora	12	24	48
Larvas recién eclosionadas (g/l)	120	80	40	10
Larvas de ¼ pulgada (0,64cm)	60	50	40	20
Alevín de 1 pulgada (2,54cm)	120	100	75	40
Alevín de 2 pulgadas (5,08cm)	120	105	90	40
Alevín de 3 pulgadas (7,62cm)	120	105	90	40
Peces de mayor Tamaño	480	180	120	60

2.2.5. El control de la temperatura del agua de transporte

La reducción de la temperatura del agua usada en el transporte, es fundamental para la seguridad, la eficiencia y el éxito del transporte. La baja temperatura reduce el metabolismo de los peces, disminuyendo el consumo

de oxígeno y la excreción de gas carbónico y de amoníaco. Además de esto, retarda el desarrollo de bacterias en el agua, lo que permite transportar cargas mayores de peces a distancias más largas (Kubitza, 2009).

2.2.6. El aislamiento térmico de las cajas

Idealmente, las cajas de transporte deben poseer un aislamiento térmico, para evitar el aumento de la temperatura durante el transporte. Durante éste, cuando se lo realiza en bolsas plásticas, donde se emplean pequeños volúmenes de agua, es recomendable el uso de cajas de tecnopor o cajas de cartón con revestimiento interno de tecnopor. No disponiendo de este tipo de cajas, una alternativa es la de usar cajas de cartón, forradas internamente con una camada espesa de cartón para reducir la conducción del calor hasta el embalaje de los peces. Siempre que sea posible, debe procurarse evitar la exposición de las cajas al sol. Las cajas de transporte de peces a granel, deben poseer aislamiento térmico, permitiendo el transporte de peces bajo cualquier tiempo, sin que exista una gran elevación o reducción de la temperatura del agua en el interior de las cajas (Kubitza 2009).

Cuando el transporte es en bolsas de plástico selladas, debe protegerlas bien, utilizando, por ejemplo:

- una caja de cartón para transporte aéreo;
- una caja de madera para transporte por carretera, en un camión, carro o en la rejilla de una motocicleta;

- una cesta bien tejida, sin bordes afilados internos, para transporte ligero por carretera;
- una bolsa de lona, cuando utilice bestias de carga.

Esto impide que las bolsas de plástico se perforen accidentalmente, procura mayor tranquilidad a los peces manteniéndolos en la oscuridad y reduce el consumo de oxígeno (FAO, 2014, a).

El ajuste adecuado de carga de peces a ser transportados: La carga de peces posible a ser transportada (en bolsas plásticas o a granel en cajas de transporte), dependerá de varios factores, entre otros:

- a) De la previsión de las temperaturas del agua en que se realizará el transporte;
- b) De la previsión del tiempo necesario para el cargamento (o embalaje), para el viaje (transporte) y para su suelta en destino;
- c) Del tamaño y el peso medio de los peces;
- d) De la especie de peces a transportar.

Cuanto más baja fuera mantenida la temperatura del agua, cuanto mayor fuera el tamaño de los peces y cuanto más rápido fuera el transporte, mayor podrá ser la carga de peces en el transporte (en kilos/m³ o en gramos/litro) (Kubitza, 2009).

2.2.7. Cargas de peces en bolsas plásticas

Para pequeñas post-larvas, las cargas deberán mantener una densidad de 20 a 30 gramos de post-larvas, por litro de agua. En el caso de alevinos, las cargas podrán variar entre 80 a 200 gramos/litro, dependiendo del tiempo del viaje, del tamaño de los peces, de la temperatura del agua, entre otros factores. Cuando el transporte se realiza en bolsas plásticas, el oxígeno estará limitado y los niveles de gas carbónico quedarán más elevados. El consumo de oxígeno, expresado en gramos de oxígeno por kilo de peces/hora, variará en función del tamaño de los peces, la temperatura del agua, de la condición de ayuno de los peces, entre otros factores. Los alevinos en ayuno, generalmente consumen cerca de 1 a 1,5 g O₂/kg/hora (Kubitza 2009).

Adicionalmente, durante el transporte, se produce una elevación de los niveles de gas carbónico, dificultando la respiración de los peces. Así, será necesario mantener una concentración más elevada de oxígeno en el agua de embalaje. Por todo esto, es recomendable considerar la necesidad de proveer cerca de 2 litros de oxígeno para cada kilo de alevinos por hora (Kubitza 2009).

Kubitza (2009), manifiesta que los peces que son mantenidos en ayuno, consumen menos oxígeno, excretan menos amoníaco y gas carbónico, toleran mejor el manejo durante las cosechas, clasificaciones, transferencias y transporte. Los peces en ayuno defecan menos en el agua de transporte. Por lo tanto, los peces deben mantenerse en ayuno por 24 a 48 horas, antes del

transporte. En general, cuanto mayor es el pez más prolongado deberá ser el ayuno. El tiempo de ayuno debe ser más prolongado para peces adultos (48 a 72 horas).

Los peces carnívoros, precisan de un ayuno más prolongado que los peces omnívoros o herbívoros, para un completo vaciamiento del tracto digestivo. Aplicar un buen ayuno es relativamente fácil, cuando se trata de peces carnívoros. Basta suspender el ofrecimiento de ración en los estanques de cultivo, cerca de 48 horas antes de la cosecha y la carga para el transporte. Por otro lado, para peces como las tilapias y las carpas (carpa común, cabezona, por ejemplo), que aprovechan los alimentos naturales disponibles en los estanques de cultivo, con sólo suspender la oferta de ración no se garantiza un adecuado ayuno. Estos peces, generalmente comen sus propias heces durante la depuración, imposibilitando un adecuado ayuno en tanques convencionales para la depuración (Kubitza 2009).

Actualmente, se utilizan a menudo bolsas grandes de plástico para transportar peces vivos, especialmente alevines y jaramugos, si la duración del viaje es relativamente larga. Los peces se transportan dentro de un pequeño volumen de agua situado en la porción inferior de la bolsa, con el volumen restante ocupado con aire comprimido u oxígeno puro. El gas a presión, permite la difusión lenta del oxígeno en el agua. El transporte puede durar hasta 48 horas y, una vez haya transcurrido este período de tiempo, es preferible cambiar el agua y volver a llenar la bolsa con gas (FAO, 2014, a).

Para transportar las semillas (alevines), es necesario contar con herramientas apropiadas, tales como bolsas plásticas resistentes, tinas, o cajas de tecnopor. La proporción de llenado en estos recipientes es de 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno, esto con la finalidad de garantizar un porcentaje máximo de supervivencia durante el transporte (FONDEPES, 2004).

CENDEPESCA (2008), recomienda que cuando los alevines son trasladados en bolsas plásticas, se debe suministrar el 25 % de agua y 50 % de oxígeno y el otro 25% para amarre con banda de hule. Como se colocan 12 litros de agua en la bolsa plástica (60 cm x 90 cm x 0,8 mm), estas pueden soportar hasta 800 gramos de biomasa de alevines. Con alevines de 1 gramo, se puede trasladar 800 peces por bolsa. Con alevines de 2 gramos, se puede trasladar hasta 400 peces por bolsa.

International Center For Aquaculture And Aquatic Environments Auburn (2014), expresa que cuando se usan bolsas plásticas, el oxígeno es burbujeado inmediatamente después de agregar el agua y los peces. Por lo general, un cuarto del volumen total de la bolsa contiene el agua, y los peces y los tres cuartos restantes, son ocupados por el oxígeno. Después de añadir el oxígeno, la bolsa es sellada con bandas de caucho, cuerda u otro material. Como una precaución contra la fuga o goteo de agua y siempre que sea posible, la primera bolsa plástica debe ser colocada dentro una segunda bolsa. Luego, para mayor protección, ambas bolsas selladas son colocadas dentro de una caja, en un saco tejido (como un costal de fique u otra fibra natural) u otro

envase. Por último, se carga a un vehículo para su transporte. Si se empacan apropiadamente y se aíslan del calor, estos envases pueden transportar peces por 24 a 48 horas, sin recambios de agua.

Kubitza (2009), manifiesta que existen diversos productos utilizados para el acondicionamiento del agua. La sal estimula la producción de mucus y reduce las pérdidas de sales, desde la sangre hacia el agua, facilitando el ajuste de la osmoregulación. Además de estos beneficios, reduce el desarrollo de infecciones fúngicas o bacterianas después del transporte. Cuando el agua utilizada en el transporte es muy ácida ($\text{pH} < 6,5$) se debe adicionar bicarbonato de sodio en el agua. Esto evitará que el pH del agua al finalizar el transporte, quede muy bajo, a punto de comprometer la sobrevivencia de los peces.

Villacís (2004), afirma que cada bolsa se llena con 40 a 50 litros de agua y es inflada con oxígeno (100 %) para asegurar la supervivencia de los alevines. En el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, se colocan aproximadamente 1500 g de biomasa, que equivale de 1000 a 2000 alevines, en cada bolsa preparada.

Para Villacís (2004), trabajar con bolsas con este volumen de agua dificulta su manejo y transporte. El 60 % de las ventas en Zamorano son de cantidades menores a 1000 alevines, los cuales podrían ser transportados en una bolsa de menor tamaño con menor contenido de agua. Esta opción

presenta mayor eficiencia en el momento de llenado, manejo y transporte. A pesar de que el proceso de empaque se realice apropiadamente, la calidad del agua se deteriora causando la mortalidad de alevines, más aún cuando estos son empacados con su intestino lleno. El propósito de tener un sistema de transporte favorable para la vida de los peces, es minimizar el estrés y asegurar un alto nivel de supervivencia.

Según FAO (2014, a), se debe calcular el peso medio (PM) de sus peces y luego calcular la tasa de carga (TC) de una bolsa, en términos de g/litro de agua en la bolsa.

- I. La tasa de carga con oxígeno puro es el doble de su equivalente con aire comprimido (hasta 48 horas de transporte).
- II. Llenar un colador de jaramugos cinco o seis veces y contar el número de pececillos;
- III. Dividir el número total de jaramugos así obtenido por el número de coladores cuyo contenido se ha contado, para obtener el promedio de jaramugos contenido en un colador;
- IV. Contar el número total de coladores que se han utilizado para sembrar un estanque o llenar una bolsa de plástico;
- V. Multiplicar II) \times III) para obtener el número estimado de jaramugos utilizados.

2.2.8. Aclimatación de alevines

La aclimatación, es la operación que necesita el mayor cuidado, ya que se deben igualar las condiciones del agua en que vienen las post-larvas a las condiciones del estanque. Los cambios osmóticos y parámetros tales como la temperatura, salinidad, estadio de post-larva y pH, influyen directamente en la supervivencia que se alcanzará al efectuar la siembra (Higuera, et al. 1999) nombrado por García (2014).

La aclimatación es vital, porque así se asegura la supervivencia de los alevines. Por lo tanto, es fundamental que las temperaturas tanto del agua en el que se trasladaron los alevines así como el del estanque donde serán sembrados, sean iguales. Si no son iguales, se procede a desarrollar el proceso de aclimatación, donde se trata de igualar las temperaturas de las aguas sumergiendo en el estanque la bolsita con oxígeno, en el cual se transportan los peces, sosteniéndola dentro del agua del estanque por unos minutos. Luego se abre la bolsita y se libera a los pececitos (ABC, 2003).

Kubitza (2009), expresa que al final del transporte, es necesario realizar la aclimatación de los peces al agua donde estos serán colocados. En general, el agua de transporte difiere del agua del destino en cuanto a temperatura, concentración de oxígeno, pH, salinidad, entre otros parámetros. En el caso que el transporte haya sido hecho en bolsas plásticas, estas deben abrirse y gradualmente se debe introducir el agua del estanque de destino, dentro del embalaje. Esto se hace hasta que el volumen de agua, en el interior del

embalaje, se haya por lo menos triplicado, siempre que las diferencias entre el agua del embalaje y las del estanque, fueran lo suficientemente minimizadas y ya fuera posible soltar a los peces.

2.2.9. Calidad del agua

Kubitza (2009), señala que en el transporte de peces vivos, una determinada carga de peces es confinada en un volumen fijo de agua (sea en bolsas de plástico o en cajas de transporte). En el agua de transporte, los peces respiran (consumen oxígeno y excretan gas carbónico), eliminan amoníaco que pasa desde la sangre al agua a través de las branquias, excretan sus heces (material orgánico) y liberan parte de su mucus. Así, a lo largo del transporte se producen los siguientes cambios, en algunos de los parámetros de la calidad del agua:

- a) Aumento en la concentración de gas carbónico;
- b) Reducción del pH del agua (debido al gas carbónico en el agua);
- c) Aumento de la concentración de amoníaco total;
- d) Aumento en la concentración de sólidos en suspensión (heces);
- e) Aumento de la población microbiana (bacterias en general).

2.2.10. Parámetros físico – químicos del agua

2.2.10.1. Oxígeno

Saavedra (2006), indica que la tilapia soporta bajas concentraciones de

oxígeno disuelto, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos, valores menores. A menor concentración de oxígeno, el consumo de alimento se reduce, por consiguiente, el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

La concentración normal de este gas para la producción puede variar de 5,0 a 6,0 ppm (5 a 6 mg/l), ya que, a concentraciones menores, el metabolismo y el crecimiento disminuyen (CONAPESCA, 2011).

Una ventaja del cultivo de tilapia es su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, pues aunque su presión parcial sea baja, su sangre es capaz de saturarse de oxígeno y aun de reducir su consumo, si la concentración es inferior a 3mg/l; para tal efecto, se usa un metabolismo semi-anaerobico que le permite soporta niveles de 1mg/l e incluso, por periodos cortos. No obstante, lo recomendable es mantener concentraciones que varían entre 4 y 6 mg/l (Cabañas, 1995) nombrado por Camacho *et. al* (2000).

Kubitza (2009), recomienda mantener el oxígeno disuelto en valores un poco por encima de la saturación, entre 9 y 11 mg/l de tal forma que al compensar el elevado gas carbónico se y evitar que los peces tengan dificultades en su respiración. A la llegada a su destino final, durante la aclimatación, el oxígeno puede ser nuevamente mantenido entre los 7 y 8 mg/l, valores adecuados para realizar la suelta de los peces.

2.2.10.2. Temperatura

Saavedra (2006), establece que los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20 a 30 °C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26 a 29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37 a 42 °C.

NICOVITA (2011), hace referencia que los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura). Los cambios de temperatura, afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno. El efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado, que pudiera originar las variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche, podría subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30 %; 32 %, etc.).

CONAPESCA (2011), manifiesta que la temperatura óptima para el desarrollo de la tilapia es entre 28 °C y 32 °C. Si la temperatura disminuye a 20 °C, el pez deja de comer y a temperaturas menores de 12 °C, existe peligro de muerte. Es importante mantener la estabilidad de la temperatura, ya que ante cambios repentinos de 5° C, el pez se estresa y puede morir. Aunque es un pez de agua caliente, la temperatura no debe exceder los 30 °C, ya que consume más oxígeno. Las temperaturas letales se ubican entre 10 a 11.

Kubitza (2009), refiere que durante el transporte, la temperatura del agua deberá ser mantenida entre los 19 y 22 °C para los peces tropicales. Al cargar los peces, el agua del transporte debe encontrarse preparada, cerca de 4 a 5 grados más fría que el agua en donde están los peces. Si fuera necesario, la temperatura del agua puede ser disminuida con el uso de hielo.

2.2.10.3. Potencial de Hidrogeno (pH)

El rango óptimo está entre 6,5 a 9,0 y valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letárgia, inapetencia, retardan el crecimiento y retrasan la reproducción. Valores de pH cercanos a 5 producen mortalidad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias; además, causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus de la piel. Cuando se presentan niveles de pH ácidos, el ion Fe ++ se vuelve soluble afectando las células de los arcos branquiales y por ende, disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno) NICOVITA (2011).

CONAPESCA (2011), expresa que el pH determina si el agua es dura o blanda, evalúa los carbonatos presentes. La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro, para medirlo se utilizan potenciómetros o tiras indicadoras.

Según Saavedra (2006), los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

2.2.10.4. Concentración de Amonio

Según NICOVITA (2011), los valores de amonio deben fluctuar entre 0,01ppm a 0,1ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, y se hace más tóxico cuando el pH y la temperatura del agua están elevados, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentran en el rango de [0,6; 2,0] ppm.

Las tilapias, a diferencia de otros peces, son tolerantes a diversas sustancias tóxicas, entre estas se encuentran los desechos metabólicos excretados por los mismos peces o los excedentes de alimento no consumido, por ciertos procesos bioquímicos se convierten en amonio, sin embargo, la concentración de este compuesto nunca deberá ser superior a 0,1 ppm, (Cabañas, 1995) nombrado por Camacho *et. al* (2000).

Urcelay *et. al* (2012), afirman que el amonio no ionizado es tóxico para los peces, pero el ion amonio no es peligroso, excepto en muy altas concentraciones. Los niveles tóxicos de amonio no ionizados por exposición corta, usualmente se encuentran entre 0,6 y 0,2 mg/l. Los efectos subletales han sido observado en rangos entre 0,1 a 0,3 mg/l.

2.2.10.5. Supervivencia

García (2014), indica que para el tratamiento 1 con una densidad de 30 g/l se obtuvo una supervivencia promedio de 97,02 +/- 1,40%; mientras

que para el tratamiento 2 con una densidad de 40 g/l se obtuvo una supervivencia de 96,24 +/- 0,97% y para el tratamiento 3 con una densidad de 50 g/l se obtuvo una supervivencia de 97,84 +/- 0,45%. Cuando se realizó el ANOVA para la supervivencia de los alevines de tilapia, los resultados estadísticos mostraron que no existen diferencias significativas ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$.) entre los tratamientos con respecto a la supervivencia, siendo el tratamiento 3, con una densidad de 50 g/l el de mejor resultado 97,84 +/- 0,45%.

Villacis (2004), manifiesta que a densidades de 20 g/l se puede transportar alevines de tilapia ayunados y no ayunados, ya que habrá una baja acumulación de TAN en el agua y altos niveles de supervivencia. Igualmente, es posible transportar alevines ayunados a 40 g/l de agua, debido a su alta supervivencia; pero, a esta densidad con alevines no ayunados, la alta concentración de TAN en el agua, hace que el transporte sea riesgoso por el daño que pueden sufrir las branquias y el aumento de susceptibilidad a enfermedades. Transportar altas densidades, como 60 g/l, no disminuye considerablemente la supervivencia a las ocho horas y dos días después del transporte, pero puede causar resultados desfavorables en el bienestar y desempeño de los alevines al ser colocados en el estanque de producción, debido a la alta concentración de TAN en el agua durante el transporte.

2.3. Definición de términos

1. Acciones correctivas

El o los procedimientos a seguir cuando existe una disconformidad entre el resultado esperado de una actividad de limpieza y/o desinfección y lo efectivamente constatado (Kubitza, 2009).

2. Agitación

El proceso de aumentar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a través de su movimiento. Esto puede hacerse batiendo el agua, vaciándola desde una altura determinada, revolviéndola o utilizando otro medio mecánico (Kubitza, 2009).

3. Aireación

El proceso de agregar oxígeno puro o aire al agua, con el propósito de aumentar su contenido de oxígeno disuelto (Kubitza, 2009).

4. Biomasa

Peso total de los organismos vivos de los que se trate, tanto en un sistema, una población o una parte de una población. El peso total de un recurso, una población o un componente de dicha población (FAO 2015).

5. Choque iónico

La condición que resulta cuando al sembrar peces, recién transportados,

no se les aclimata adecuadamente al agua que los recibe. El agua nueva puede tener propiedades químicas que difieren significativamente del agua de transporte (Kubitza, 2009).

6. Embolia

Durante el transporte se puede producir sobresaturación de gases en el agua (tanto oxígeno como gas carbónico). Esta supersaturación puede provocar la embolia gaseosa de los peces. Una condición particular que favorece la producción de embolia, es la suelta de los peces directamente desde los tanques de traslado o de los embalajes de transporte hacia un agua más caliente, sin una adecuada aclimatación de los peces a las nuevas condiciones del agua (Kubitza, 2009).

7. Medio de transporte de peces vivos

Cualquier medio acuático, aéreo o terrestre que transporta peces vivos en cualquier estado de desarrollo. Estos se clasifican en tres tipos:

- Los que transportan los peces y el agua, incluyen todos aquellos medios que transportan los peces sin hacer circulación o recambio de agua durante el viaje.

- Los que transportan solo peces incluyen todos aquellos medios que transportan los peces sin hacer un transporte neto de agua desde el punto de origen al lugar de destino, con un recambio mínimo de dos cambios por hora del 100 % del volumen del estanque de traslado.

- Los que pueden operar de manera mixta, cumpliendo las características descritas en las letras a y b precedentes, según las circunstancias (Universidad de Chile, 2002)

8. Mortalidad

El número de muertes en un periodo determinado. En una pesquería, estas se dividen en aquellas que resultan directamente de la pesca y las ocasionadas por otras causas “naturales” (FAO, 2015).

9. Oxígeno puro embotellado

Oxígeno de elevada calidad utilizada en hospitales y para soldadura, el cual es contenido en un tanque, cilíndrica o botella y que también puede ser usado para el transporte de peces (FAO, 2015).

10. Oxígeno difundido

El oxígeno que es introducido al agua como pequeñas burbujas difundidas desde un tanque de oxígeno puro (FAO, 2015).

11. Recirculación de agua

Acción de hacer ingresar y salir el agua de los estanques, sin incorporar agua desde un medio natural y sin eliminar el agua al medio (FAO, 2015).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es experimental.

Diseño en bloque completamente al azar

Son tres tratamientos, con tres repeticiones, dos variables independientes.

3.2. Población y muestra

Juveniles de sargo *Anisotremus scapularis* obtenidos en cautiverio del lote 04 (Población: 8 000 juveniles).

Juveniles de *A. scapularis* fueron obtenidos en el Centro de Acuicultura Morro Sama, los ejemplares se acondicionaron en tres tanques australianos de 10 m³ de capacidad con sistema abierto de flujo de agua. Se realizó una previa selección biométrica y se trabajó con juveniles (longitud total $6,48 \pm 0,43$ cm y peso $3,53 \pm 0,73$ g). Fueron alimentados cinco veces al día con alimento artesanal, elaborado con 50 % de proteína.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Medición
Independiente 1 Densidad	Peces por litro	Número
	6 peces por litro	
	9 peces por litro	
	12 peces por litro	
Independiente 2 Tiempo	Horas	Número
	8	
	10	
	12	
Dependiente Mortalidad	Unidades	porcentaje

Fuente: Elaboración propia

3.4. Metodología para realizar el transporte

Los juveniles de *A. scapularis* estuvieron en ayuna 24 h, para garantizar el vaciado intestinal. Los peces, se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad de 50 litros con 8 litros de agua y densidades de 6; 9 y 12 peces /litro. Las bolsas fueron infladas con oxígeno, hasta completar los 2/3 de 24 litros de capacidad total de cada bolsa. Cada bolsa fue colocada en cajas de tecnopor de 40 x 40 x 40 cm. Cada densidad fue evaluada por triplicado en tres tiempos: 8; 10 y 12 horas de transporte. El experimento se realizó tres veces, utilizándose un tanque australiano por corrido experimental.

Al inicio y final de cada experimento, se registró la temperatura del agua y

oxígeno disuelto con el Oxímetro YSI-550A y pH con el medidor de pH Ecosense pH100A; además, se realizó el análisis del nitrógeno amoniacal (N-NH₃), amoniaco (NH₃) y amonio (NH₄) mediante el análisis Neesler (0,000 a 2,500 mg/l). Las muestras fueron evaluadas a 425 nm con el equipo espectrofotómetro DR-400 HACH mediante el método de análisis 8038.

La mortalidad fue evaluada al final de cada experimento. Los juveniles de *A. scapularis* sobrevivientes fueron devueltos a los tanques australianos que provenían. Posterior al simulacro de transporte, se evaluó la mortalidad de los sobrevivientes durante 10 días.

3.5. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Los datos fueron colectados en registros y analizados con el paquete estadístico STATISTICA 10,0. Los datos fueron comparados por (One-way) ANOVA y (post-hoc) Tukey para identificar las diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Modelo de diseño de experimento de dos factores (Tratamientos y bloques), con interacción (repeticiones).

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + B_i + (TB)_{ij} + E_{ij}$$

H ₀	B=0	i=1,2,3	B	T	Rep		
H _i	B≠0	i=1,2,3	3	3	3	=	27

CAPÍTULO IV

MARCO FILOSÓFICO

Según Ramírez (2009), el camino recorrido por el hombre en busca del conocimiento es vasto y va desde las primigenias ideas platónicas -abstractas, lejanas de objetos concretos, de carácter mágico realista y donde el conocimiento es simplemente la imagen de objetos externos y sus relaciones- hasta el constructivismo y el evolucionismo, concepciones epistemológicas en las que el individuo o los grupos sociales fabrican-a-pulso el conocimiento, cuyo *súmmum* es la memética, sistema teórico que concibe al conocimiento, en la sociedad y en el individuo, como subproducto resultante de la evolución de fragmentos independientes del conocer, compitiendo por el dominio de la mente. En este largo camino, el hombre siempre trata de aprehender de lo que está en su circunstancia, y empírica e intuitivamente comprende que si quiere sobrevivir en el hostil y cambiante medio, que no podía explicárselo, debe encontrar una respuesta satisfactoria para cada cosa o hecho nuevo que se le presente.

Asimismo, indica que el proceso de desarrollo del conocimiento, siempre va paralelo a la concepción humana del mundo, por lo que sus modalidades no aparecen brusca ni inopinadamente y menos en abstracto, sino al contrario, cada una se nutre en la anterior y ésta, a su vez, es propuesta para la que le sucede. Esta progresión, propiciada por la necesidad humana de explicarse

hechos o acontecimientos que acaecen en su existencia o por el afán natural de comprender su circunstancia, se inicia muy temprano, en los albores de la especie, con explicaciones míticas que luego son cuestionadas, lo que condiciona varias fases de cambio, generalmente ascendentes.

Según Hessen, J. citado por Gaos, J (2004), en la historia de la teoría del conocimiento, no se puede hablar de una teoría del conocimiento, en el sentido de una disciplina filosófica independiente, ni en la antigüedad ni en la Edad Media. En la filosofía antigua encontramos múltiples reflexiones epistemológicas, especialmente en Platón y Aristóteles. Pero las investigaciones epistemológicas, están ensartadas aún en los textos metafísicos y psicológicos.

La teoría del conocimiento como disciplina autónoma aparece por primera vez en la Edad Moderna. Como su fundador debe considerarse al filósofo inglés John Locke. Su obra maestra, *An Essay Concerning Human Understanding* (Ensayo sobre el entendimiento humano), aparecida en 1690, trata de un modo sistemático las cuestiones del origen, la esencia y la certeza del conocimiento humano. Leibniz intentó, en su obra *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano), editada como póstuma en 1765, una refutación del punto de vista epistemológico defendido por Locke. Sobre los resultados obtenidos por éste, edificaron nuevas construcciones en Inglaterra. George Berkeley, en su obra *A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge* (Tratado de los principios del conocimiento humano, 1710), y David Hume, en su obra maestra

Treatise on Human Nature (Tratado de la naturaleza humana, 1739-1740), y en la obra más breve Enquiry Concerning Human Understanding (Investigación sobre el entendimiento humano, 1748). Como el verdadero fundador de la teoría del conocimiento, dentro de la filosofía continental, se presenta Emmanuel Kant. En su obra maestra epistemológica, la Crítica de la razón pura (1781), trata, ante todo, de dar una fundamentación crítica del conocimiento científico de la naturaleza.

Él mismo llama al método de que se sirve en ella "método trascendental". Este método no investiga el origen psicológico, sino la validez lógica del conocimiento. No pregunta -como el método psicológico- cómo surge el conocimiento, sino cómo es posible el conocimiento, sobre qué bases, sobre qué supuestos supremos descansa. A causa de este método, la filosofía de Kant se llama también brevemente, trascendentalismo o criticismo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

La mortalidad registrada en los tratamientos realizados con juveniles de sargo *A. scapularis* (Figura 4 y Tabla 2) a 8 horas (0,67; 0,56 y 2,67) fue inferior a lo reportado en los tratamientos a 12 horas (17,33; 23,44 y 28,44). La mortalidad, presenta una relación directamente proporcional a la densidad y tiempo de transporte de peces. La mayor mortalidad se evidenció en el tratamiento 12 peces/l a 12 horas de transporte ($28,44 \pm 0,51$).

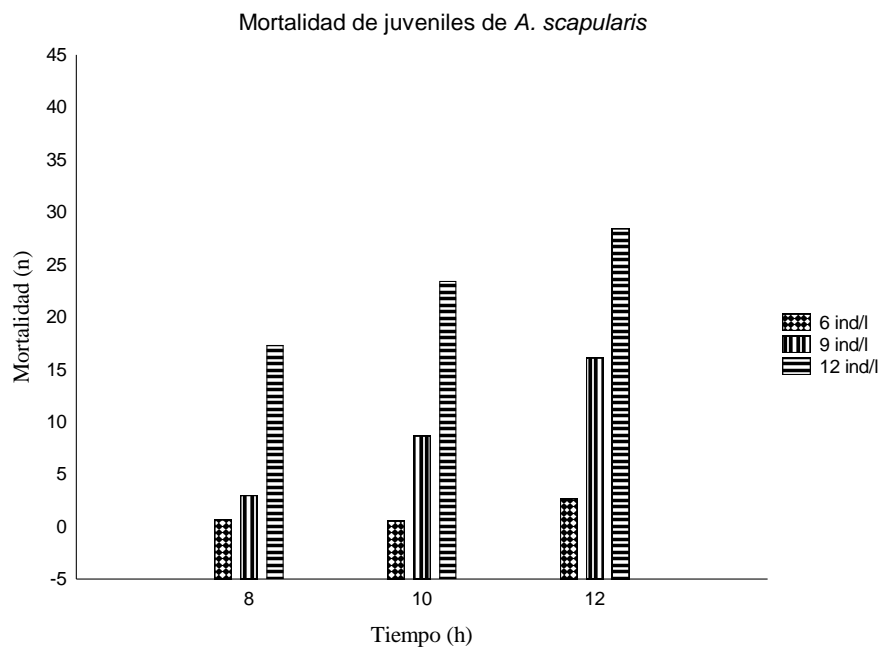


Figura 4. Mortalidad de juveniles de *A. scapularis* al final del experimento (media \pm SE, n=3, p<0.05) Mortalidad de alevinos de *Anisotremus scapularis*.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.
Mortalidad de juveniles de *A. scapularis*.

Densidad	Tiempo de transporte		
	8 horas	10 horas	12 horas
6 peces /l	0,67 ± 1,15 b	3,00 ± 0,33 b	17,33 ± 1,15 a
9 peces /l	0,56 ± 0,51 c	8,67 ± 0,33 b	23,44 ± 0,19 a
12 peces /l	2,67 ± 0,15 c	16,11 ± 0,38 b	28,44 ± 0,51 a

Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas (n=3; p>0,05; c<b<a)

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo la mayor sobrevivencia en los tratamientos realizados a 8 horas y una menor sobrevivencia en el tratamiento 12 peces en 12 horas (70,37 ± 0,53 %) del total de peces transportados. El porcentaje de supervivencia, es inversamente proporcional a la relación densidad / horas de transporte de juveniles de *A. scapularis* (Tabla 3).

Tabla 3.**Porcentaje de sobrevivencia de juveniles de *A. scapularis*.**

Tratamientos		Sobrevivencia
Tiempo	Densidad	(%)
8 horas	6 peces/l	98,96 ± 1,80 a
	9 peces/l	99,13 ± 0,80 a
	12 peces/l	95,83 ± 1,80 ab
10 horas	6 peces/l	96,25 ± 0,42 ab
	9 peces/l	89,17 ± 0,42 abc
	12 peces/l	79,86 ± 0,48 abcd
12 horas	6 peces/l	81,94 ± 1,20 bcd
	9 peces/l	75,58 ± 0,20 cd
	12 peces/l	70,37 ± 0,53 d

*Letras diferentes indican diferencias significativas (n=3; p>0,05; d<c<b<a)

Fuente: Elaboración propia

Se evidenció un incremento de la temperatura del agua al final de todos los tratamientos de experimentación (16,87 – 17,67 °C) frente a la temperatura inicial (15,96 ± 0,25 °C), sin embargo, existe diferencia significativa entre ellos, registrándose la menor temperatura en el tratamiento (6 peces/l en 12 h). El oxígeno disuelto en el agua, al final de los tratamientos (9,80 a 16,40 mg/l), dista enormemente del registro inicial (5,95 ± 0,85 mg/l) y se evidencia diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 4).

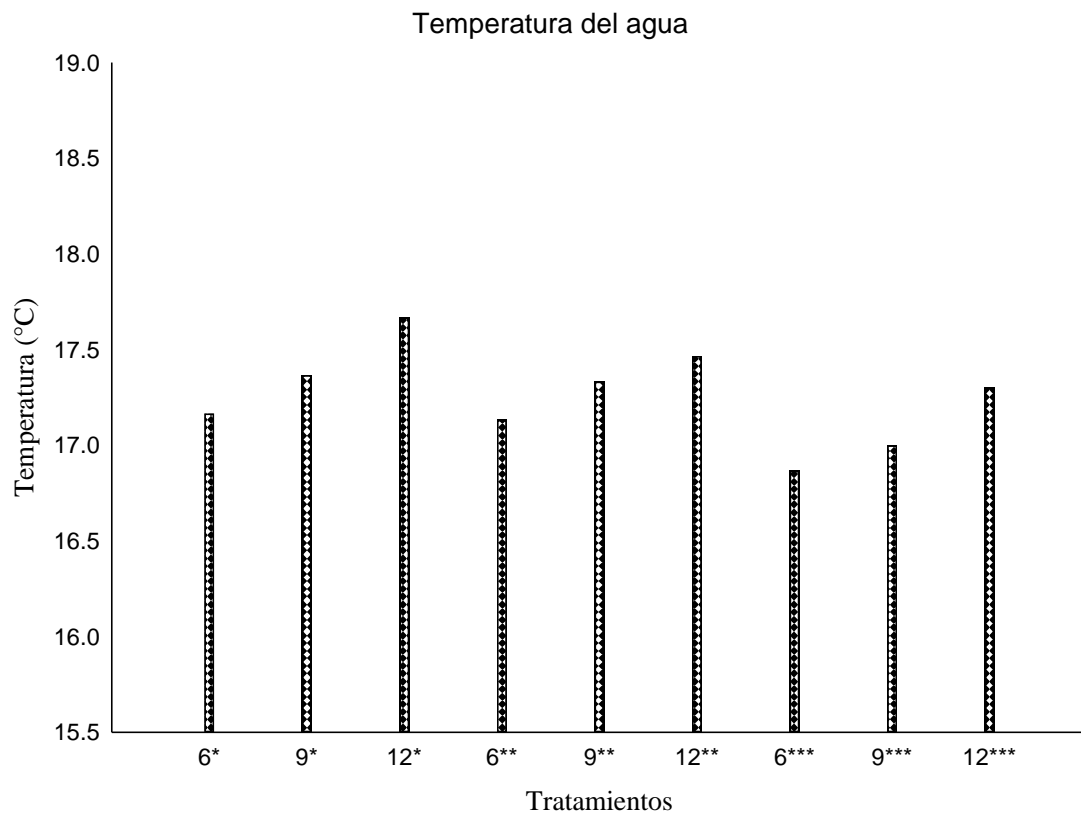
Tabla 4.**Parámetros fisicoquímicos al final de transporte de alevinos de *A. scapularis*.**

Tratamientos	Temperatura final (° C)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	pH
Inicio	15,96 ± 0,25	5,95 ± 0,85	7,65 ± 0,10
8 horas	6 peces/l	17,17 ± 0,06 abc	6,43 ± 0,07 a
	9 peces/l	17,37 ± 0,12 abc	6,36 ± 0,03 a
	12 peces/l	17,67 ± 0,12 a	6,21 ± 0,08 b
10 horas	6 peces/l	17,13 ± 0,06 abc	6,37 ± 0,06 a
	9 peces/l	17,33 ± 0,12 abc	6,22 ± 0,04 b
	12 peces/l	17,47 ± 0,06 ab	6,12 ± 0,03 b
12 horas	6 peces/l	16,87 ± 0,12 c	6,22 ± 0,04 b
	9 peces/l	17,00 ± 0,17 bc	6,21 ± 0,04 b
	12 peces/l	17,30 ± 0,53 abc	6,15 ± 0,01 b

*Diferentes letras a través de la misma columna indican diferencias significativas (n=3; p>0,05; c<b<a)

Fuente: Elaboración propia

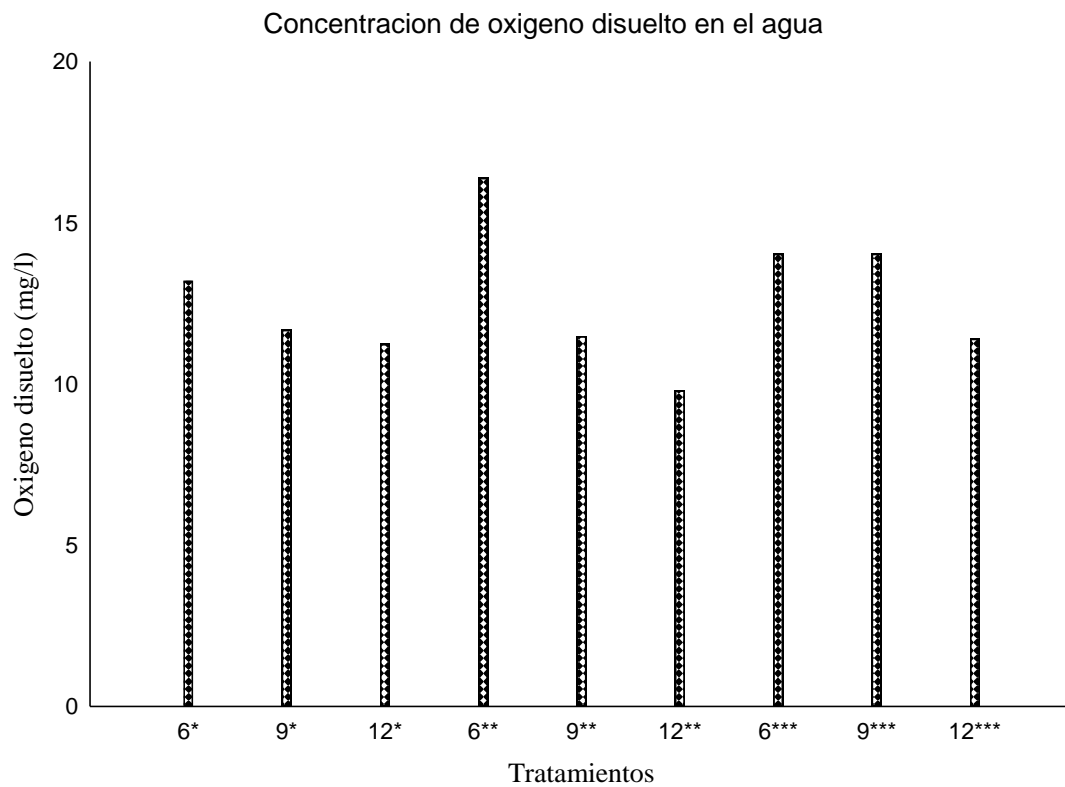
El pH del agua, registrado antes del experimento (7,65 ± 0,10), sufre una ligera acidificación (6,12 a 6,37), especialmente en los tratamientos de mayor duración y mayores densidades de transporte, registrando mortalidades (tabla 2), en la figura 5; 6 y 7 se observa los parámetros fisicoquímicos del agua al final del experimento de *A. scapularis*.



Donde * 8 hora, ** 10 horas y *** 12 horas

Figura 5. Temperatura promedio del agua de *A. scapularis* al final del experimento (media \pm SE, n=3; p<0,05)

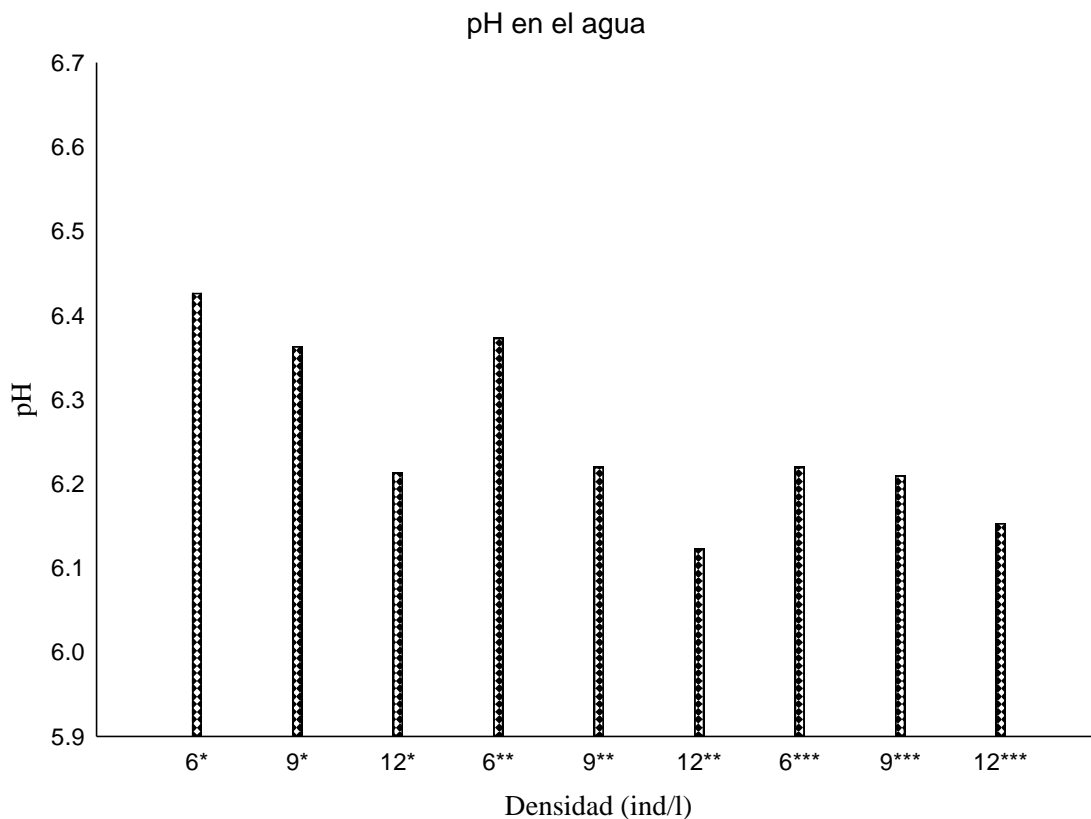
Fuente: Elaboración propia.



Donde * 8 hora, ** 10 horas y *** 12 horas

Figura 6. Concentración de oxígeno disuelto (mg/l) del agua de *A. scapularis* al final del experimento (media \pm SE, n=3; p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.



Donde * 8 hora, ** 10 horas y *** 12 horas

Figura 7. pH del agua al final del experimento de *A. scapularis* al final del experimento (media ± SE, n=3; p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Las concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), se incrementaron en los tratamientos de mayor densidad y mayor tiempo de transporte, ello refiere que existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de N-NH₃, y la duración y tiempo de transporte; asimismo se reporta las mayores concentraciones de N-NH₃ en los tratamientos con 12 peces/l a 10 y 12 horas; y 9 peces/l a 12 horas de transporte, y la menor

concentración en el tratamiento 6 peces/l a 8 horas de transporte ($2,35 \pm 0,13$ mg/l).

Las concentraciones de amoniaco (NH_3), se incrementaron en los tratamientos de mayor densidad y mayor tiempo de transporte, ello refiere que existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de NH_3 , duración y tiempo de transporte, se reporta las mayores concentraciones de NH_3 en los tratamientos con 12 peces/l a 10 y 12 horas, como también en 9 peces/l a 12 horas de transporte, y la menor concentración en el tratamiento 6 peces/l a 8 horas de transporte ($2,84 \pm 0,10$ mg/l).

Las concentraciones de amonio (NH_4), se incrementaron en los tratamientos de mayor densidad y mayor tiempo de transporte, ello refiere que existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de NH_4 , duración y tiempo de transporte; además se reporta las mayores concentraciones de NH_4 en los tratamientos con 12 peces/l a 10 y 12 horas de transporte y la menor concentración en el tratamiento 6 peces/l a 8 horas de transporte (3,03 mg/l).

Tabla 5.
Análisis de compuestos químicos de nitrógeno al final de transporte de alevinos de *A. scapularis*.

Tratamientos	Concentraciones (mg/l)			
	Nitrógeno amoniacal	Amoniaco	Amonio	
8 horas	6 peces/l	2,35 ± 0,13 d	2,84 ± 0,10 e	3,03 ± 0,00 g
	9 peces/l	5,00 ± 0,03 bc	6,05 ± 0,05 bc	6,45 ± 0,05 d
	12 peces/l	4,70 ± 0,10 bc	5,69 ± 0,01 c	6,06 ± 0,01 d
10 horas	6 peces/l	4,25 ± 0,06 bc	5,14 ± 0,00 d	5,48 ± 0,00 f
	9 peces/l	5,00 ± 0,23 bc	6,05 ± 0,05 bc	6,45 ± 0,02 d
	12 peces/l	8,20 ± 0,20 a	9,92 ± 0,02 a	10,58 ± 0,08 a
12 horas	6 peces/l	5,31 ± 0,07 b	6,43 ± 0,30 b	6,85 ± 0,20 c
	9 peces/l	7,95 ± 0,70 a	9,62 ± 0,50 a	10,26 ± 0,10 b
	12 peces/l	8,35 ± 0,17 a	10,10 ± 0,10 a	10,77 ± 0,07 a

*Diferentes letras a través de la misma columna indican diferencias significativas (n=3; p>0,05; g<f<e<d<c<b<a)

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones más altas de N-NH₃, NH₃ y NH₄ (tabla 5) correspondiente a los tratamientos de 12 horas de transporte coinciden con la reducción del pH (tabla 4) que nos indica la acidificación del agua por el incremento de los compuestos nitrogenados, asimismo se encuentra directamente relacionado con las mortalidades de los tratamientos.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

El oxígeno disuelto (OD), es el factor individual más importante en el transporte de peces vivos y debe ser suministrado en concentraciones adecuadas. Los niveles de oxígeno disuelto en el agua de mar dependen de la temperatura. Mayor demanda de oxígeno disuelto es el resultado del aumento de la temperatura y el peso de los peces (Berka, 1986., Pippet *et al.*, 1982).

El incremento de temperatura en 5 °C, resulta el incremento del metabolismo, por lo tanto, aumento de la demanda de oxígeno disuelto, resultando en una acumulación de amoníaco y dióxido de carbono; y una disminución de los 5 °C implica un metabolismo reducido, una reducción de la demanda de oxígeno disuelto y, por tanto, bajo amoníaco y Acumulación de dióxido de carbono (Lim *et al.*, 2003, Swann, 1993).

Aunque hubo un cambio marginal de temperatura entre las densidades de carga de alevines a las 12 h de transporte con una subida media de 1 °C entre duración del transporte en todos los pesos y densidades de carga, las mortalidades registradas pueden haber resultado de la competencia de oxígeno por alevines vivos y muertos. Proceso de descomposición dando, como resultado metabolitos más tóxicos (Golombieski *et al.*, 2003, Durborow *et al.*, 1997).

Los resultados del estudio indicaron que la supervivencia de juveniles de *A. scapularis* fue mayor significativamente a bajas densidades (6 peces) y duración (8 horas) del transporte en bolsas de polietileno. Las mortalidades fueron registradas al final de la duración del transporte, según el tratamiento, una ocurrencia asociada con la acumulación de compuestos químicos de nitrógeno y un ligero aumento de temperatura seguido de una disminución de oxígeno disuelto y pH. Observaciones casi similares han sido reportadas en el transporte de otras especies de peces (Golombieski *et al.*, 2003, Gomes *et al.*, 2000, Pipper *et al.*, 1982).

Aparte de la calidad de los parámetros del agua, al final del período de transporte, los tratamientos con mortalidades tuvieron acumulación de espuma observable sin ensuciamiento ni olor registrado en juveniles de *A. scapularis*, con mayores densidades que registran la mayor acumulación de compuestos químicos de nitrógeno.

Los compuestos químicos de nitrógeno más altos registrados para los juveniles de *A. scapularis*, probablemente es poco tolerante por la mayoría de los juveniles, por la alta mortalidad registrada para densidad de transporte. La sobrevivencia de juveniles de *A. scapularis* transportados en bolsas de plástico, está relacionado con la densidad y la duración del transporte, mientras que el transporte seguro de los juveniles depende de la densidad y duración del transporte. Por lo tanto, es recomendado que los transportadores de juveniles de *A. scapularis* pongan en consideración la densidad y duración del transporte

para minimizar las pérdidas.

Recomendación que se hace para todos los tamaños de peces y densidades de carga. La calidad del agua se mantiene dentro de los rangos recomendados; sin embargo, las juveniles sobrevivientes se encuentran vulnerables a morir por la acidificación del agua.

CONCLUSIONES

- 1.- La densidad de transporte tiene un efecto inversamente proporcional a la sobrevivencia en el transporte de juveniles de sargo *A. scapularis*.
- 2.- El tiempo de transporte tiene un efecto inversamente proporcional a la sobrevivencia en el transporte de juveniles de sargo *A. scapularis*. A mayor tiempo de transporte, mayor es el consumo de oxígeno disuelto en el agua.
- 3.- La densidad y el tiempo de transporte tienen un efecto directamente proporcional a la mortalidad e inversamente proporcional a la sobrevivencia de juveniles de sargo *A. scapularis* y guarda una estrecha relación con reducción del pH que produce la acidificación del agua por el incremento de los compuestos químicos de nitrógeno.

RECOMENDACIONES

A la universidad

- 1.- Realizar trabajos evaluando diversos parámetros para optimizar el transporte de *A. scapularis*.
- 2.- Proponer nuevas alternativas y sistemas de transporte de *A. scapularis*.

A las entidades públicas y privadas

- 1.- Colaborar con iniciativas a soluciones innovadoras a fin de trabajar en conjunto e impulsar la acuicultura nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABC (2003), “Siembra, engorde y reproducción de tilapias”. Recuperado de: <http://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/siembra-engorde-y-reproduccion-de-tilapias-705123.html>
- Angel, A. & Ojeda, P., (2001). “Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the northern chilean coast”: The effect of habitat complexity. *Marine Ecology Progress Series*, 217, 81–91.
- Allen, G., Robertson, R., Rivera, F., Edgar, G. & Merlen, G. (2010). *Anisotremus scapularis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010.: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183256A8081555.en>. Descargado el 20 December 2017.
- Béarez, P., Goriti, M. & Eeckhout, P. (2003). “Primeras observaciones sobre el uso de invertebrados y peces marinos en Pachacamac (Perú) en el siglo XV (Periodo Intermedio Tardío)”. *Bulletin de l’Institut Français d’Études Andines*, 32(1), 51–67.
- Berka R., (1986). “The transport of live fish”. A review EIFAC Technical Paper; 48-52.

- Bernardi, G., Alva, Y., Gasparini, J. & Floeter, S., (2008). "Molecular ecology, speciation, and evolution of the reef fish genus *Anisotremus*". *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 929–935.
- Berrios, C. & Vargas, M., (2004). "Estructura trófica de la asociación de peces intermareales de la costa rocosa del norte de Chile". *Rev. Biol. Trop.*, 52(1), 201–212.
- Bendhack, F., & Urbinati E., (2009). "Mitigating stress effects during transportation of matrinxã (*Brycon amazonicus* Günther, 1869; Characidae) through the application of calcium sulfate". *Journal of Applied Ichthyology*, 2009; 25(2): 201–205
- Camacho A., (2000), "Guía para el cultivo de tilapia *Oreochromis* sp". (Gunter, 1984) Semarnap. México. 136pp. Recuperado de: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia_tilapiaVbn.pdf
- Castro R. & Baeza, H., (1985a). "*Lernanthropus antofagastensis* sp. nov. (Copepoda: Lernanthropidae) parasitic on *Anisotremus scapularis* in Chilean waters, and new records of *Lernanthropus trachure* (Brian, 1903)". *Journal of Natural History*, 19(2), 407–414.
- Castro, R. & Baeza, H., (1985b). "Two new species and one new record of *Clavella* (Copepoda: Lernaepodidae) from inshore fishes of Antofagasta,

- Chile". *Systematic Parasitology*, 7, 103–110.
- Castro, R. & Baeza, H., (1989). "Neobrachiella anisotremi, new species (Copepoda: Lernaepodidae), parasitic on an inshore fish, *Anisotremus scapularis*, off the Chilean coast". *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 102(1): 106–108.
- Chero, J., Cruces, C., Iannacone, J., Saez, G. & Alvarino, L., (2014). "Helminths parasites of *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Haemulidae) "chita" acquired in the terminal fishery of Villa María del Triunfo", Lima, Perú. *Neotrop. Helminthol.*, 8(2), 411-428.
- Carneiro, P. & Urbinatie C., (2001). "Salt as a stress response mitigator of matrinxã, *Brycon cephalus*, during transport". *Aquaculture Research*, 2001; 32: 297-304
- Chirichigno, N. & Velez, M., (1998). "Clave para identificar los peces marinos del Perú". *Publicación especial del Instituto del Mar del Perú*. Lima. 500 p.
- Chirichigno, N & Cornejo, U., (2001). "Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú". *Publicación Especial*. Abril 2001. Callao, Perú. Instituto del Mar del Perú. 314 p.
- Compagnuci, L., (2014). "Transporte de peces vivos". *International Aquafeed*.

CONAPESCA (2011). “Guía Empresarial para el Cultivo, Engorda y Comercialización de la Tilapia (Mojarra)”. México. 116pp. Recuperado de:
<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/dgof/publicaciones/GuiaEmpresarialTilapiaVBN.pdf>

Cooke S, Suski C, Ostrand K, Trufts B, & Wahl D., (2004). “Behavioral and physiological assessment of low concentrations of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass (*Micropterus salmoides*)”. *Aquaculture*; 239(1-4): 509–529.

Cota, N., (2016). “Ontogenia del sistema digestivo y caracterización de la actividad enzimática de las larvas de chita *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846)”. Tesis de maestro. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

Díaz, J., (2015). “Evaluación de supervivencia de juveniles de *Oreochromis niloticus*, tilapia, estabulados en bolsas plásticas con fines de transporte”. Piura – Perú 2013. Universidad Nacional de Piura.

Díaz, Vázquez, M., (1989), “Desarrollo de la acuicultura en Cuba: Manejo de estaciones y pesquerías en aguas interiores”. FAO. 69pp. Recuperado de:http://books.google.com.pe/books?id=KA0esfAIGEIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- Dionicio, J., Rosado, M., Flores, J., Flores, L. & Aguirre, A., (2017). "Evaluación de dietas comerciales en el crecimiento y su efecto en la composición bioquímica muscular de juveniles de chita, *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Familia: Haemulidae)". *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(2): 410-420.
- Durborow RM, Crosby DM, Brunson M., (1997). "Ammonia in fish ponds". *SRAC*; 463.
- FAO (2008). "El estado mundial de la pesca y la acuicultura". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2008.
- FAO (2009). "Transporte de peces". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2010). "Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países: la República del Perú". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/facp/PER/es>.
- FAO (2014), "Transporte de peces vivos". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: http://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s14.htm

FONDEPES, (2004), "Manual de Cultivo de Tilapia". Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesca y Acuícola del Perú – PADESPA, 115pp

Gaos, J., (2004). "Teoría del conocimiento. Instituto Latinoamericano de Ciencias y Arte". Disponible en: <http://www.cienciasyartessgooglepages.com/>

Gárate, A. & Pacheco, A., (2004). "Cambios en la distribución y abundancia de la ictiofauna de aguas someras en San Bartolo (Lima, Perú) después del ENSO 1997- 98". *Ecología Aplicada*, 3(1, 2).

García T., (2014), "Supervivencia de alevines de tilapia *Oreochromis niloticus* transportados, a tres densidades, en bolsas plásticas Piura - 2013". 68pp.

Golombieski JI, Silva LVF, Baldisserotto B, da Silva J., (2003). "Transport of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times load densities and temperatures". *Aquacult* 2003; 216:95–102.

Gomes LC, Golombieski JI, Chippari-Gomes AR, Baldisserotto B., (2000). "Biology of *Rhamdia quelen* (*Teleostei, Pimelodidae*)". *Cienc. Rural* 2000; 30(1):179– 185.

Grottum, J., Staurnes, M.; & Sigholt T., (1997). "Effect of oxygenation, aeration

and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), kept at high densities during transport". *Aquaculture Research*, Oxford, v. 28, n. 2, p. 159-164, 1997.

Humann, P. & Deloach N., (1993). "Reef fish identification: *Galápagos*". New York, New World Publications. 267 pp.

Iannacone, J. & Alvarino, L., (2009). "Aspectos cuantitativos de la parasitofauna de *Anisotremus scapularis* capturados por pesquería artesanal en Chorrillos", Lima, Perú. *Rev. Ibero-Latinoam, Parasitol.*, 1, 56–64.

Iannacone, J. & Alvarino, L. (2012). Microecología del monogeneo *Mexicana* sp. en las branquias de *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Osteichthyes, Haemulidae) de la costa marina de Lima, Perú. *Neotrop. Helmonthol.*, 6(2), 277–285.

IMARPE. (2016). "Ciclo de vida de la Chita: *Anisotremus scapularis* Instituto del mar del Perú". Serie de Divulgación Científica Año 1, vol. 1, n° 1, 2015, 20 p.

International Center For Aquaculture And Aquatic Environments Auburn University. (2014), "Manual, Acuicultura y Aprovechamiento del Agua para el Desarrollo Rural", "Transporte de peces". Estados Unidos de América (USA). 22pp.

ITIS (2017). "Información taxonómica de *Anisotremus scapularis*". Recuperado de: <http://www.itis.gov>.

Kioshi A., Afonso Lob, A., Iwama, G. & Moraes G., (2005). "Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport". *Acta Amazonica*, 2005; 35(2): 289–295.

Kong-Urbina, I. & Castro-Fuentes, H., (2002). "Guía de Biodiversidad No 3 Vol. "Macrofauna y Algas Marinas". *Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental II Región de Antofagasta-Chile, I*, 23.

Kubitza. A., (2009). "Manual de Manejo en la Producción de Peces": "Buenas Prácticas en el transporte de Peces Vivos". Brasil. 10pp.

Lim LC, Dhert P, Sorgeloos P., (2003). "Recent developments and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport". *Aquac Res* 2003; 34:923-935.

Llagostera, A., Kong, I. & Iratchet, P., (1999). "Análisis ictioarquelógico del sitio La Chimba 13 (II Región, Chile)". *Chungara*, 29(2), 163–179.

Mazik P., Simco B. & Parker N., (1991). "Influence of Water Hardness and Salts on Survival and Physiological Characteristics of Striped Bass during and after Transport". *Transactions of the American Fisheries Society* , 1991; 120: 121-126.

Medina, M., Araya, M. & Vega, C., (2004). “Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile”. *Invest. Mar.*, 32(1), 33–47.

PRODUCE (2015). “Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola”. Ministerio de la Producción. 2014. Lima. 196 pp.

Mendo, J.. & Wosnitza, C., (2014). “Reconstruction of total marine fisheries catches for Peru: 1950-2010”. *Fishery Centre The University of British Columbia*, 21.

MisPeces. (2014). “IMARPE logra por primera vez la reproducción del sargo peruano”. Recuperado de: <http://www.mispeces.com/nav/actualidad/noticias/noticia-detalle/IMARPE-logra-por-primera-vez-la-reproduccion-del-sargo-peruano/>

NICOVITA (2011), “Manual de “Crianza tilapia”. Callao – Perú. 49pp. Recuperado de: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Paschoal, F., Cezar, A. & Luque, J., (2015). “Checklist of metazoan associated with grunts (Perciformes, Haemulidae) from the Nearctic and Neotropical regions”. *Check List*, 11(1), 1501.

Piper, G., McElwain, I., Orme.L., McCraren, J., Fowler, L. & Leonard, J.,

- (1982). "Fish hatchery management". Washington: United States Department of the Interior, 1982. 517 p.
- Oliva, M. & Carvajal, J., (1984). "*Lobatostoma anisotremum* new species, (Trematoda: Aspidogastrea), parasitic in the teleost fish *Anisotremus scapularis* from Chile". *Bulletin of Marine Science*, 35(2), 195–199.
- Orrell, T., Carpenter, K., Musick, J. & Graves, J., (2002). "Phylogenetic and biogeographic analysis of the sparidae (Perciformes: Percoidae) from cytochrome b sequences". *Copeia*, 3, 618–631.
- Oliva, M., González, M., Ruz, P. & Luque, J., (2009). "Two new species of *Choricotyle* Van Beneden & Hesse (Monogenea: Diclidophoridae), parasites from *Anisotremus scapularis* and *Isacia conceptionis* (Haemulidae) from northern Chilean coast". *The Journal of Parasitology*, 95(5), 1108–1111.
- Oliva, M. & Luque, J., (1989). "The genus *Lobatostoma* (Trematoda: Aspidocotylea) in the Pacific coast of South America, with description of *Lobatostoma veranoi* new species, parasite of *Menticirrhus ophicephalus* (Teleostei: Scianidae)". *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 84(2), 167–170.
- Ramírez, W., Pineda, C., Martínez N. & Eslava, P., (2010a). "Comparación del efecto del cloruro de sodio, zeolita y eugenol en el transporte de *Ancistrus triradiatus*". In: Instituto de Acuicultura, U.d.I.L. (Ed.), XVI Jornada de

Acuicultura, Villavicencio, Meta (Colombia), pp. 107-119.

Ramírez, W., Pineda, C., Martínez N, & Eslava, P., (2010b). “Evaluación de diferentes concentraciones de sal en el transporte de loricaridos”. In: Instituto de Acuicultura, U.d.I.L. (Ed.), XVI Jornada de Acuicultura, Villavicencio, Meta (Colombia), pp. 98-106.

Ramírez, A., (2009). “La teoría del conocimiento científico en investigación científica:Una visión actual”. Anales de la facultad de medicina V.70 n.3 Lima setiembre 2009.

Reitz, E., (2001). “Fishing in Peru between 10000 and 3750 BP. *International Journal of Osteoarchaeology*, 11, 163–171.

Rosado, M., Dionicio, J., & Aguirre, A., (2016). “Evaluación de Diferentes Concentraciones de Tricaína (MS-222) en el Transporte de Chitas (*Anisotremus scapularis*) Juveniles”. *Rev Inv Vet Perú* 2016; 27(4): 687

Saavedra A. (2006), “Manual de manejo del cultivo de tilapia”. Nicaragua. 24pp. Recuperado de: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf

Suazo, R., (2011). “Situación y medidas a tomar sobre las principales especies marinas costeras en el Perú”. Disponible en: <http://www.oannes.org.pe/upload/201111031524121037293339.pdf>

Swann L., (1993). "Transportation of fish in bags". North Central Regional Aquaculture Centre 1993; 104.

WAS (2016). "The World Aquaculture Society. Investigación y desarrollo de las tecnologías de cultivo de peces marinos de importancia económica: corvina *Cilus gilberti* y sargo *Anisotremus scapularis* en la región Tacna". Disponible en: <https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=44456>

Tavera, J., Acero, A., Balart, E. & Bernardi, G., (2012). "Molecular phylogeny of grunts (Teleostei, Haemulidae), with an emphasis on the ecology, evolution, and speciation history of new world species". *BMC Evolutionary Biology*, 12, 57.

Urcelay, E., (2012). "Manual del Productor, Criterios Técnicos y Económicos para la Producción Sustentable de Tilapia en México". Comité Sistema Producto Tilapia de México. 96pp. Recuperado de: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/dgof/publicaciones/criteriosCSPTilapiaBN.pdf>

Vargas, M., Fuentes, P., Hernáez, P., Olivares, A. & Rojas, P.. (1999). "Relaciones tróficas de cinco peces costeros comunes en el área submareal del norte de Chile". *Rev. Biol. Trop*, 47(3), 601–604.

Villacís T., (2004), "Tesis para optar título, "Determinación de la densidad óptima de biomasa de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para su transporte en bolsa plástica". Honduras. 24pp.

Weirich. & Tomasso J., (1991). "Confinement- and transport-induced stress on red drum juvenile: effect of salinity". *The Progressive Fish*,; 53: 146-149.

Wedemeyer, G., (1997). "Effect of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture". In: Iwama, G. K.; Pickering, A. D.; Sumpter, J. P.; Schreck, C. B. (Ed.). *Fish stress and health in aquaculture*: Cambridge University Press, 1997. p. 35-71.

Weirich C, Tomasso J., (1991). "Confinement- and transport-induced stress on red drum juvenile: effect of salinity. *The Progressive Fish-Culturist* , 1991; 53: 146-149.

ANEXOS

Anexo 1. Galería de figuras



Figura 8. Coordinaciones para el inicio del trabajo experimental de transporte de peces.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Rotulado de cajas de poliuretano para realizar las pruebas experimentales de transporte de peces.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Conteo de peces y dosificación de oxígeno en las bolsas de prueba de transporte de peces, ubicadas en las cajas de poliuretano.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Control de oxígeno disuelto (mg/l) y pH del agua de transporte antes y después de las pruebas experimentales.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Reanimación de peces pos prueba de transporte.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Tanques de fibra de vidrio donde se ubican los peces con los que se realizó el trabajo experimental.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Oxímetro digital YSI 550a, mide concentración de oxígeno disuelto en el agua (mg/l) y temperatura (°C).



Figura 15. Equipo medidor de pH, YSI

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Aclimatación de peces para la reanimación pos prueba experimental de transporte.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Material biológico (juveniles de *Anisotremus scapularis*, sargo).

Fuente: Elaboración propia.