



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
OCEANOGRÁFICAS



Evaluación de indicadores de estrés por captura, transporte y aclimatación en *Mugil cephalus*  
(Linnaeus, 1758), y su efecto en la sobrevivencia en cautiverio

Constanza Aracely Valdebenito Victoriano

Seminario de Título presentado al  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
Para optar al Título de  
BIOLOGA MARINA

Concepción – Chile  
2021

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA

Este Seminario de Título ha sido realizado en el Departamento de Oceanografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Profesor(a) Guía      DR. ARIEL EDGARDO VALENZUELA

Director de Tesis      \_\_\_\_\_

Ha sido aprobada por la  
Siguiete Comisión  
Evaluadora

DRA. BERTA SCHULZ

DR. FERNANDO CRUZAT

Jefe de Carrera

DR. MARCELO GUTIERREZ

### ***Dedicatoria.***

Dedicado a mi difunta madre Clorinda del Carmen Victoriano Faúndez quien partió en mi segundo año de carrera dejando un gran vacío en nuestras vidas. De igual manera, dedicado a mi padre Héctor Eduardo Valdebenito Tapia que me ha acompañado estos años y se ha esforzado por sacar a nuestra familia adelante.

## ***Agradecimientos***

Quiero agradecer a la Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, al Departamento de Oceanografía, a la Decana Dr. Margarita Marchan, el Vicedecano Dr. Víctor Hernández y mi jefe de carrera Dr. Marcelo Gutiérrez por ser parte importante en el término de esta etapa y mi formación académica, a la vez, agradecer a mi profesor guía Dr. Ariel Valenzuela por su ayuda, comprensión, paciencia, confianza y preocupación, así como a mis profesores de comisión Dra. Berta Schulz y Dr. Fernando Cruzat debido a las correcciones, ayuda y participación en la finalización de mi carrera profesional. Gracias al personal del LPPA de la Universidad de Concepción junto a los pescadores artesanales de la Caleta Alto del Rey que participaron de este proyecto. Finalmente, y lo más importante es dar gracias a Dios, a todos/as los y las que estuvieron presente cuando lo necesité dándome consuelo y esperanzas para seguir adelante.

Hay algo en ti que el mundo necesita.

## ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS .....	6
INDICE DE TABLAS .....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUCCION .....	10-14
HIPÓTESIS, OBJETIVO Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
METODOLOGÍA .....	16-27
ÁREA DE ESTUDIO .....	16
TRANSPORTE DE PECES SILVESTRES .....	21
EXTRACCIÓN DE PLASMA SANGUÍNEO.....	22
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22-25
PARÁMETROS INDICADORES DE ESTRÉS .....	26
TASA DE SOBREVIVENCIA .....	27
TASA DE MORTALIDAD .....	27
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	27
RESULTADOS.....	28-46
DISCUSION .....	47-50
CONCLUSION .....	51-55
BIBLIOGRAFIA .....	56-60

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: <i>Mugil cephalus</i> .....	10
Figura N°2: Bottarga.....	12
Figura N°3: Ubicación Caleta alto del Rey.....	16
Figura N°4: Oxigenómetro con sensor.....	17
Figura N°5: Refractómetro y sus partes.....	17
Figura N°6: Mapa del lugar de embarque y desembarque, Caladero AA y Caladero BB en la desembocadura del río Biobío.....	17
Figura N°7: Red barredera o chinchorro de playa .....	19
Figura N°8: Inspección de la red y reparación.....	18
Figura N°9: Subiendo la red al bote auxiliar.....	20
Figura N°10: Copo llegando a la playa.....	20
Figura N°11: Transporte y puesta de lisas en estanques.....	21

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Procedimiento estándar y correcciones en el manejo en procedimiento 1 y correcciones en procedimiento 2 .....	24
Tabla N°2: Diseño experimental, extracción de plasma sanguíneo, mortalidad y sobrevivencia...	25
Tabla N°3: Concentración de promedios de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en grupo control al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días .....	28
Tabla N°4: Concentración de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en el procedimiento 1 al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días .....	29
Tabla N°5: Concentración de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en el procedimiento 2 al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días .....	30
Tabla N°6: Tabla de mortalidad y sobrevivencia en el grupo control .....	39
Tabla N°7: Tabla de mortalidad y sobrevivencia en el procedimiento 1 .....	40
Tabla N°8: Tabla de mortalidad y sobrevivencia en el procedimiento 2 .....	41

## RESUMEN

Con el objetivo de incrementar la sobrevivencia de las lisas en cautiverio se aplicaron medidas correctivas en el manejo, captura y traslado de *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) en función de disminuir el estrés producido en estas etapas. El estrés fue evaluado por medio de cortisol, parámetros hematológicos y químicos sanguíneos. Se comparó el procedimiento estándar de captura rutinaria de los pescadores para las lisas, el transporte y aclimatación de los peces (grupo control) con modificaciones en la etapa de captura y traslado de los individuos (procedimiento 1), y luego incorporando modificaciones en la etapa de aclimatación en los estaqués (procedimiento 2).

Los procedimientos fueron comparados por etapas (captura, transporte y aclimatación) en función de los indicadores de estrés considerando un  $n=5$  individuos. De este modo se comparó el efecto de las medidas correctivas en los distintos procedimientos sobre % mortalidad y % sobrevivencia de *M. cephalus*. Los análisis se realizaron aplicando una prueba de normalidad de Shapiro Wilk con un 95% de confianza, luego se aplicó una Anova para los datos que poseían distribución normal y una prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis para aquellos datos que no poseían una distribución normal.

Los principales resultados arrojaron que para los parámetros de química sanguínea e índices de estrés no se observaron diferencias significativas a excepción de los glóbulos blancos en la aclimatación a los 7 y 14 días entre el grupo control y el procedimiento 2 con un p-value de 0,03 en los 7 días y 0,02 en los 14 días, para el hematocrito en la captura el grupo control versus el procedimiento 1 tuvo un valor significativo de p- value 0,05 al igual que % de mortalidad y % de sobrevivencia, donde disminuyó la mortalidad y aumentó la sobrevivencia al aplicar el procedimiento 2. En conclusión, al aplicar estas correcciones en el manejo, traslado y aclimatación se obtiene una mayor sobrevivencia en cautiverio y menor mortalidad en *Mugil cephalus*. Finalmente, según los resultados obtenidos el procedimiento 2 presentó mayores diferencias significativas, por lo tanto, se debe tomar en cuenta para aumentar la sobrevivencia en cautiverio de *M. cephalus*.

## ABSTRACT

In order to increase the survival of the mullet in captivity, corrective measures were applied in the handling, capture and transfer of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) in order to reduce the stress produced in these stages. Stress was evaluated by means of cortisol, hematological parameters and blood chemicals. Where the standard procedure of the routine capture from the fishermen for the mullet was compared, the transport and acclimatization of the fish (control group) with modifications in the stage of capture and transfer of the individuals (procedure 1), and then incorporating modifications in the acclimatization stage in the ponds (procedure 2).

The procedures were compared by stages (capture, transport and acclimatization) according to the stress indicators considering  $n = 5$  individuals. In this way, the effect of the corrective measures in the different procedures on the % mortality and % survival of *M. cephalus* was compared. The analysis were carried out by applying a Shapiro Wilk normality test with 95% confidence, then an Anova was applied for the data that had a normal distribution and a non-parametric Kruskal-Wallis test for the data that did not have a normal distribution.

The main results showed that for blood chemistry parameters and stress indices, no significant differences were observed except for white blood cells in acclimatization at 7 and 14 days between the control group and procedure 2 with a p-value of 0,03 in the 7 days and 0,02 in the 14 days, and for the hematocrit in the capture the control group versus the procedure 1 had a significant p-value of 0,05 as well as the % of mortality and % of survival where mortality decreased and survival increased when applying procedure 2. Concluding that by applying these corrections in handling, transfer and acclimatization, a higher survival in captivity and lower mortality are obtained in *Mugil cephalus*. Finally, according to the results obtained, procedure 2 is the one that presented the greatest significant differences, therefore, it must be taken into account in order to increase the survival in captivity of the *M. cephalus*.

## INTRODUCCIÓN

El salmonete de cabeza plana *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) es un pez catádro (Cortéz, 2014), que pertenece al orden Mugiliformes y familia Mugilidae, (Figura 1), engloba 26 géneros y 80 especies (Eschmeyer y Fricke 2011), en Chile se conoce comúnmente como Lisa, Cachamba, Utempe, entre otros dependiendo del lugar geográfico en el que se encuentre.



**Figura 1. *Mugil cephalus* (Extraído: J. Randall, 2012)**

Su distribución es cosmopolita, ya que, se puede encontrar en casi todo el mundo (Jiménez *et al.*, 2020), ubicándose entre las latitudes 42' norte y 42' sur en la mayoría de las costas (Colin y Ziad 1980). Habita zonas tropicales, subtropicales y aguas costeras templadas, localizándose en diversos ambientes marinos y estuarios, incluyendo aguas dulces, turbias, lugares arenosos y fangosos con diversos niveles de oxígeno (Whitfield *et al.*, 2012), es resistente a cambios en el ambiente con gran capacidad adaptativa que soporta temperaturas entre los 3°C ~ 35°C (Uresti *et al.*, 2016).

Al alcanzar su adultez las lisas maduras reproductivamente migran hacia el mar o zona estuarina para su desove, la información reproductiva como el índice gonadosomático, diámetro de ovocitos, proporción de sexos (Aguirre y Gallardo, 2004), depósito de grasa hepática y el factor de condición indica que el desove ocurriría entre los meses de noviembre a febrero (Bartulovic *et al.*, 2011), es decir, en épocas de primavera y verano.

En cuanto a su alimentación la variación estacional e interanual de la dieta de lisa indican que, esta se compone por diatomeas pelágicas (Gómez *et al.*,

2021), dinoflagelados, silicoflagelados, tintínidos, copépodos, eufaúsidos, organismos ocasionales y restos orgánicos no identificados (Fernández, 2014).

Las lisas son abundantes por alcanzar una alta biomasa en sus áreas de distribución, lo cual le ha permitido ser una especie sujeta de pesca y cultivo que se realiza en sistemas extensivos y semi- intensivos, aunque también se recolecta de manera silvestre en lugares como la región del Mediterráneo, el Sureste Asiático, Japón, Hawaii e Italia (FAO, 2009). En la actualidad, se conoce en países como Grecia, Taiwán, así como en el Océano Pacífico Mexicano, por su aporte en el consumo humano (Ramos *et al.*, 2010). Por lo que se considera un buen candidato al cultivo intensivo con potencial de mejora en la acuicultura de estanques de tierra, lagunas costeras y salinas desiertas existentes en países mediterráneos que conforman la UE (Corriero, 2018). En conjunto el cultivo de lisas ayudará y aportará en la sostenibilidad del recurso obteniendo un menor impacto ambiental sobre su hábitat silvestre, puesto que, este recurso es conocido históricamente por su nivel de aporte en la dieta humana y dentro de este mismo marco es que se han realizado investigaciones en cuanto a su aporte nutricional, encontrándose ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, es decir, es una excelente fuente de ácidos grasos hipocolesterolémicos (da Silva *et al.*, 2008), alberga además 10 aminoácidos esenciales para el consumo diario del ser humano como la fenilalanina, valina, triptófano, lisina, entre otros (Kumaran *et al.*, 2019).

Aunque no es solo su gran aporte nutricional lo que ha llamado la atención de los pescadores, sino que es la demanda de huevas el “producto estrella” que le ha dado su mayor valor comercial, fomentando más la pesca para la producción de Bottarga (Figura 2) cotizada por diversos restaurantes como producto gourmet el cual debe ser bien almacenado para evitar la autooxidación de los aceites de pescado. (Uneresti *et al.*, 2016).



**Figura 2. Bottarga (Extraído: Bottarga Brothers, 2021)**

En Chile, hay poca información sobre el consumo de lisa y no existe un marco regulatorio, a la vez, no posee restricciones respecto a vedas (SERNAPESCA, 2021), razón por la cual no está dentro de las especies amenazadas, protegidas ni vulnerables a pesar de su calidad y potencial alimenticio. No obstante, recientemente se han hecho pruebas de aclimatación y de cautiverio en el Laboratorio de Piscicultura y Patología Acuática (LPPA) de la Universidad de Concepción, donde se logró una mejor aclimatación al asociarlas con otra especie. Por ende, y debido al gran desarrollo e impacto que ha tenido la acuicultura, así como el agotamiento de los recursos hidrobiológicos es que se han implementado y aumentado los sistemas de producción de cultivos y especies en cautiverio, donde los peces silvestres son llevados a procesos de domesticación y aclimatación, periodo donde se suscitan diversos problemas asociados al estrés y mortalidad ocasionados por las prácticas de manejo, por ejemplo, sufriendo desequilibrios fisiológicos que afectan su desarrollo. Debido a que el pez silvestre es llevado a condiciones de cautiverio se enfrenta a nuevas condiciones ambientales por lo que comienza a perder su equilibrio homeostático dando inicio al síndrome general de adaptación (SAG) (Barandica y Tort, 2018), y posteriormente, si no logra estabilizarse, se verá enfrentado a un estado de estrés, definido por Mancera y Martín (2014) como el equilibrio dinámico de un organismo (estado homeostático) alterado como consecuencia de la acción de un estímulo lo que induce al organismo a responder con reacciones bioquímicas, fisiológicas y comportamientos para

compensar y/o adaptarse.

El factor de estrés es percibido mediante sistemas sensoriales y por el sistema nervioso central que es el encargado de recibir, integrar y organizar la respuesta fisiológica y comportamiento para enfrentar la situación que genera el estrés (Muñoz *et al.*, 2015), este puede ser agudo con altos y rápidos niveles de secreciones de esteroides recuperándose el individuo a las pocas horas y por otro lado podemos encontrar el estrés crónico que se mantiene por mayor tiempo (Santos, 2017) provocando diversas respuestas clasificadas como primarias, secundarias y terciarias; la respuesta primaria es la liberación de catecolaminas, adrenalina y cortisol (Randall y Perry, 1992), la secundaria son cambios en el metabolismo, tasa de respiración, balance hidromineral, función inmune, respuesta celular (glucosa, lactato e iones del plasma) y las proteínas de fase aguda (APP), y finalmente, la respuesta terciaria que se relaciona con alteraciones en la reproducción, crecimiento, inhibición de la resistencia a enfermedades, la sobrevivencia e indicadores inmunes (Barandica y Tort, 2018).

Por estos motivos se emplea la hematología como una herramienta para la evaluación de problemas de salud en peces (de Pedro *et al.*, 2005), debido a que estudia elementos constitutivos de la sangre, con el fin de diagnosticar o investigar patologías (Ulloa *et al.*, 2017), por medio del estudio de los parámetros hematológicos como el hematocrito, hemoglobina, conteo de eritrocitos y leucocitos (linfocitos, monocitos, basófilos, eosinófilos y neutrófilos) (Sáez *et al.*, 2018). Al igual que la aplicación de indicadores bioquímicos como el cortisol del cual un 4% se encuentra libre en la sangre (Bayazid, 2009). En general, las causas de estrés pueden ser diversas y en cuanto a los procedimientos de aclimatación a condiciones de cautiverio los más comunes son por captura, generando un alto porcentaje de mortalidad debido al método, manipulación y arte de pesca. Así como el estrés que se puede generar por transporte y aclimatación ejerciendo un estrés social y físico (Colil, 2019; Auró y Ocampo, 1999). De este modo en el contexto de generar un stock de lisas en cautividad para iniciar las actividades de cultivo es de importancia evaluar los factores que puedan estar induciendo estrés en *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) y su efecto en la sobrevivencia, así se plantea que al identificar y establecer medidas correctivas se disminuyen los niveles de estrés en las etapas de captura, traslado y aclimatación junto con el aumento en la sobrevivencia de las lisas en cautiverio en sus etapas iniciales con la implementación de medidas complementarias ya sea la administración de tranquilizantes para reducir el estrés físico (Montané, 2002), la corrección en el manejo y condiciones del ambiente, o bien mejorando por ejemplo, la alimentación a base de vegetales (Lizárraga *et al.*, 2018).

En síntesis, existe la necesidad de incluir la lisa como un recurso alimenticio de alto contenido proteico, junto con rescatar el alto valor económico y nutricional de la bottarga, lo cual lleva a plantear la necesidad de colocar esta especie como una alternativa más de la diversificación de la acuicultura en sistemas de cultivo intensivo aprovechando su alta biomasa, lo que permitirá el manejo sustentable del recurso dado que por una parte permite la conservación en sus hábitats silvestres manteniendo la biodiversidad y protegiendo los stocks silvestres, esto considerando que tanto el cultivo extensivo y semi-intensivo se basan en la captura de alevines silvestres (aprox. 1.000.000.000) (Corriero, 2018). Y, además protegiendo la población desovante al considerar que el producto más cotizado obtenido de la lisa son sus gónadas maduras. Por lo que el determinar el efecto del estrés por captura transporte y aclimatación en estos individuos es crítico para lograr la sobrevivencia y mantención de un stock de lisas como posible stock de reproductores para el desarrollo del cultivo intensivo.

## **Hipótesis**

El manejo de estrés en los procesos de captura, transporte y aclimatación de *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) permite una mayor sobrevivencia al cautiverio al disminuir su efecto negativo sobre el sistema inmune, daño físico y gasto energético asociado a su recuperación.

## **Objetivo**

Incrementar la sobrevivencia en la captura de ejemplares de lisas silvestres *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758).

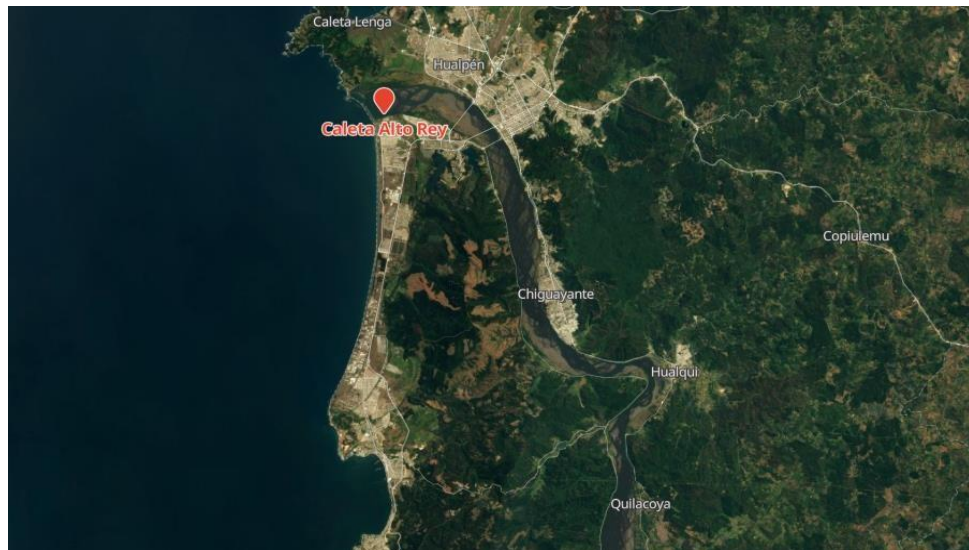
## **Objetivos específicos**

- 1) Evaluar estrés por medio de indicadores primarios (cortisol), y secundarios (hematológicos y químicos sanguíneos) e indicadores terciarios (sobrevivencia) en *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), durante la captura, transporte y aclimatación.
- 2) Proponer medidas correctivas en la captura, transporte y aclimatación de lisas.
- 3) Comparar el efecto de la aplicación de medidas correctivas por medio de los indicadores de estrés (primarios, secundarios y terciarios) sobre la sobrevivencia y mortalidad de *M. cephalus*.

## Metodología

### Área de estudio

El muestreo fue desarrollado en la desembocadura del río Bío-bío, Caleta Alto del Rey, en la región del Bío-bío, Chile  $36,743629^{\circ}$  y  $-73.282326^{\circ}$ . Aproximadamente a una hora desde la ciudad de Concepción. Se realizaron 3 campañas de 4, ya que, por malas condiciones climáticas en el estuario se suspendió una de ellas, desarrolladas los meses de agosto y octubre del 2019.



**Figura 3. Ubicación de Caleta Alto del Rey (Extraído: Google Earth, 2021)**

### Procedimiento estándar

Obtención de parámetros fisicoquímicos del agua de origen:

La temperatura y oxígeno se obtuvieron por medio de un oxigenómetro portátil con sensor de temperatura incorporado (Figura 4), y la salinidad por medio de un refractómetro (Figura 5).



**Figura 4. Oxigenómetro con sensor**  
(Extraído: PCE Ibérica, 2021)



**Figura 5. Refractómetro y sus partes**  
(Extraído: TP- Laboratorio Químico, 2021)

## Obtención de especímenes de estudio

### a) Procedimiento para la captura

Se cruzó el río en un bote de acercamiento equipado con un estanque menor para realizar el traslado a otra embarcación de mayor tamaño con estanques de traslado para los peces, los cuales fueron mantenidos con aireación constante y recambio de agua manual, equipadas con el arte de pesca con lo cual se realizaron los lances. Para esto se trabajó con un pescador artesanal de la Caleta con N° RPA 967511 el cual tiene conocimiento sobre el comportamiento de las lisas en la zona estuarina del río Bío-bío y armador de la embarcación Don Yako con Matrícula N°3237 Capitanía de Puerto de Lirquén, sus medidas de eslora 10,45 metros, manga 2,9 metros, punta 1,3 metros, TRG 12,5 m<sup>3</sup> y motor 150 Hp, utilizado para el transporte de peces vivos, ya que, constaba con estanque plástico a bordo que contenía una bomba eléctrica para la renovación permanente de agua y aireación. Cada procedimiento se realizó en días distintos que duraban cerca de 6 horas desde el lugar de desembarque en la Caleta, donde se cruzó al caladero AA para realizar la pesca hasta la zona denominada caladero BB (Figura 6).



**Figura 6. Mapa del lugar de embarque y desembarque Caladero AA y Caladero BB en la desembocadura del río Bío-bío**

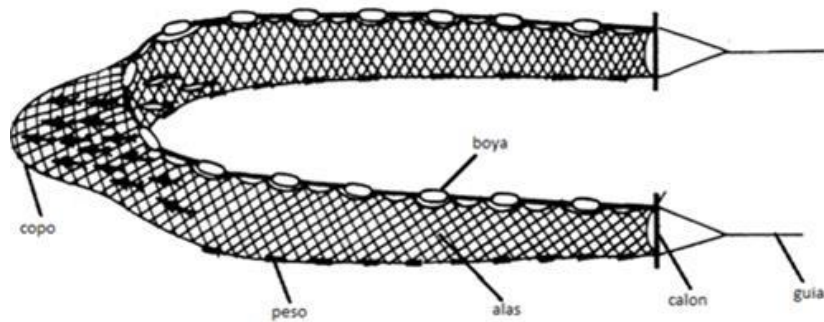
#### a) Captura de peces

Se realizó mediante una red Barredera o Chinchorro de playa (Figura 7), método activo de captura por embolsamiento, ya que, la malla posee menor perímetro que los peces por lo cual se encierran los cardúmenes, su detección y localización se realizó durante el día de manera visual y por la noche según el movimiento del agua del río (chapoteo del agua) o desde el bote u orilla de la playa.

La población en estudio estuvo conformada por ejemplares de *Mugil cephalus* procedentes de la pesca artesanal que se realiza habitualmente en la Caleta Alto del Rey. La zona de pesca en esta etapa del estudio se encuentra a dos millas del punto del desembarque, 10 minutos aproximadamente de traslado. Las operaciones de pesca comenzaron dependiendo de la hora en que se produjo el cambio de la marea en la etapa pleamaro "marea alta", tanto para el trabajo de día o de noche.

#### b) Maniobra

Se comenzó a operar desde la playa, usándola como barrera adicional en el proceso de captura. La estrategia de pesca del chinchorro se basa en encerrar cardúmenes de peces con una pared de red cuya malla es de luz tan pequeña que las especies objetivo no se enmallan. La red es en forma de embudo (cónica), en cuyos lados lleva secciones alargadas o alas y hacia el centro se sitúa un bolso donde se concentran los peces al capturarlos. La red consiste en una pared de malla aproximadamente con una profundidad de 5 m por 100 m de longitud con flotadores en la relinga superior y pesos en la relinga inferior. Ambos extremos de la red tienen cabos de arrastre o guías en ambos lados.



**Figura 7. Red barredera o Chinchorro de playa. (Extraído: LPPA, 2021)**

Preparación de la maniobra de pesca:

Antes de embarcar la red, esta fue revisada minuciosamente para observar alguna rotura (Figura 8), posteriormente se procede al embarque de la red, esta es adujada cuidadosamente en el bote auxiliar (Figura 9), el adujado consiste en disponer la red de manera ordenada desde popa a la proa de la embarcación de modo que las relingas de plomo y flotadores siempre quedan separadas por la tela evitando que el paño contenga torsiones y cualquier elemento que pueda enredarse o engancharse en las mallas al momento del calado, comenzando con el calón de estribor, luego la ala de estribor continuando con la parte del centro de la red (copo), y se sigue con la ala de babor dejando encima el calón de babor que al momento de jalar la red queda sujeto manualmente en tierra por los pescadores (dos) que tiraron la red una vez calada.



**Figura 8. Inspección de la red y reparación (Extraído LPPA, 2019)**



**Figura 9. Subiendo la red al bote auxiliar (Extraído LPPA, 2019)**

Maniobra de Calado:

En la zona de pesca una vez localizado el cardumen de las lisas se procede a botar al río la red del bote auxiliar por el lado del calón de babor, por lo que un tripulante se preocupa de remar para realizar el encierro del cardumen y el otro va largando la red al agua, terminado el calado se lanzó la punta del calón del lado de estribor a los pescadores que estaban en la playa esperando, donde comienza el virado de la red manualmente, los calones de ambos lados para recuperar la red deben ir parejos, hasta que llega el copo con la pesca un su interior (Figura 10). Luego se procede a traspasar los ejemplares capturados desde el copo de la red a un estanque, manualmente y con mucho cuidado para evitar daños en su cuerpo y puestos rápidamente en la vasija de retención. Esta maniobra se logró efectuar a lo menos tres veces por salida dependiendo de la captura.



**Figura 10. Copo llegando a la playa. (Extraído: LPPA, 2019)**

### **Transporte de peces silvestres**

El traslado terrestre de los peces desde la zona de pesca hasta los estanques de cultivo es realizado en una camioneta provista de un estanque de 1000 L acondicionado con suministro de aire. Durante el período de transporte, se observó en forma permanente la temperatura y nivel de saturación de oxígeno a fin de no exponer los peces a sobresaturación de gases y mantener una oferta permanente de oxígeno disuelto por sobre los 6,5 mg/L. Las lisas fueron puestas en estanques de cultivo provistos de sistema de recirculación de agua y control de parámetros fisicoquímicos del ambiente de cultivo, conforme a los requerimientos de la especie (Figura 11).



**Figura 11. Transporte y puesta de lisas en estanques.  
(Extraído: LPPA, 2019)**

### **Aclimatación en cautiverio**

La aclimatación de los peces al cautiverio se realizó un sistema de recirculación de agua provisto de estanques de cultivo. El diseño del circuito de distribución de agua en los estanques considera opción de mezcla de agua de mar y dulce a fin de simular diferentes condiciones de salinidad (agua dulce, estuarina y de mar). Esto incluye la opción de descargas independientes de los estanques a fin de aislar estanques o mantener algunos de ellos fuera del circuito de recirculación. El sistema de recirculación consta de filtración mecánica para remoción de sólidos, degasificación, biofiltración, desinfección e inyección de oxígeno. Conforme al tamaño de los peces capturados que sobreviven en los estanques, se vigiló la biomasa de peces, a fin de mantener una densidad máxima de 15 kg/m<sup>3</sup>.

Los peces que ingresaron a los estanques de cultivo sólo fueron evaluados en su condición de salud en forma externa (por ejemplo, presencia de

heridas) evitando toda manipulación y manejo que no fuera estrictamente necesaria. La mortalidad de peces en cautiverio fue registrada y sometida a necropsia para obtener muestras de tejidos y órganos utilizados en análisis histopatológicos y fisiológicos de los peces de forma comparativa con peces de vida silvestre que no han sido sometidos a confinamiento.

### **Extracción del plasma sanguíneo**

Se extrajo sangre por punción de la aleta caudal luego de la captura, transporte (2 horas que duraba esta etapa) y también en la aclimatación de los peces a los 7 días, a los 14 y a los 21 días. La muestra de sangre se obtuvo con jeringas heparinizadas, así el plasma sanguíneo se obtuvo por centrifugación a 3.000g en centrífuga Eppendorf, luego de la separación del plasma sanguíneo se depositó en tubos Eppendorf los cuales fueron refrigerados, hasta su análisis, posteriormente las lisas fueron devueltas a sus estanques respectivos.

### **Diseño experimental**

La evaluación del estrés por captura, transporte y aclimatación se realizó comparando el método estándar descrito con variaciones en algunas etapas considerando como variable de respuesta la mortalidad, sobrevivencia y parámetros sanguíneos como el cortisol y parámetros hematológicos.

Grupo control: grupo de peces capturado-vivos de modo rutinario por los pescadores. Con red de enmalle, tomando los peces sin cuidado de ocasionar heridas, daño en opérculos y branquias cuando quedaban enredados. Dejados en un estanque con aireación y sin control de la densidad o número de peces. Los peces muestreados para el análisis de sangre en la etapa de captura, traslado y aclimatación son distintos, no es el mismo pez muestreado y sacados al azar.

Procedimiento 1: grupo de peces capturados- vivos a través de la capacitación de pescadores con la red de enmalle y manipulación con el fin de disminuir los daños físicos causadas por el arte de pesca, y el estrés asociado, luego se agregó BZ 20 para aminobenzoato en el agua del estanque de traslado en la etapa del transporte.

Procedimiento 2: grupo de peces capturados-vivos con las correcciones del

procedimiento 1, es decir, se realizó con cautela la pesca, luego se inyectaron para el transporte y finalmente en el procedimiento 2 se igualaron en la mayor medida posible las condiciones ambientales de los estanques, en particular las concentraciones de oxígeno, salinidad y temperatura, incluyendo la óptima aireación y recirculación de agua en dichos estanques.

La tabla 1 muestra las medidas correctivas y procedimientos que se utilizaron para desarrollar el estudio, es decir el grupo control se tomaron los peces mediante el método rutinario, y luego se observa el procedimiento 1 con mayor cuidado en la captura y la inyección del tranquilizante, y el procedimiento 2 ídem del procedimiento 1, con la equiparación de las condiciones físico-químicas del agua de los estanques de traslado y la tabla 2 que contiene la información del número de peces que se utilizaron (n=5) para la obtención del plasma sanguíneo y los datos de sobrevivencia y mortalidad que se analizaron luego de cada etapa.

**TABLA 1 DISEÑO EXPERIMENTAL PROCEDIMIENTOS**

Procedimientos	Captura	Traslado	Aclimatación
Procedimiento Control	<p>Procedimiento Estándar</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Malla de trama de 4cm de dimensión</li> <li>2. Sin capacitación de pescadores en la manipulación de peces.</li> <li>3. Acopio de peces en mayor densidad que 10kg/m<sup>3</sup></li> </ol>	<p>Procedimiento Estándar</p> <p>Sin anestésico en el agua</p>	<p>Procedimiento Estándar</p> <p>Se trasladan los peces al agua del sistema sin monitoreo ni equilibrio en condiciones ambientales</p>
Procedimiento 1	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Cambio de malla de trama de menor dimensión</li> <li>5. Capacitación de pescadores en la manipulación de peces.</li> <li>6. Acopio de peces en menor densidad &lt;10kg/m<sup>3</sup></li> </ol>	<p>Se adiciona anestésico en el agua</p>	<p>Procedimiento estándar</p>
Procedimiento 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Cambió de malla de trama de menor dimensión.</li> <li>8. Capacitación de pescadores en la manipulación de peces.</li> <li>9. Acopio de peces en menor densidad &lt;10kg/m<sup>3</sup></li> </ol>	<p>Se adiciona anestésico en el agua</p>	<p>Se equilibran las condiciones fisicoquímicas del agua del estanque de aclimatación con el agua de transporte (Temperatura, Salinidad y Oxígeno).</p>

**TABLA 1. Procedimiento estándar y correcciones en el manejo en procedimiento 1 y correcciones en procedimiento 2**

**TABLA 2 DISEÑO EXPERIMENTAL EXTRACCIÓN DE PLASMA, MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA**

Procedimientos	Captura	Traslado	Aclimatación
Procedimiento Control	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes
Procedimiento 1	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes
Procedimiento 2	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes	Se selecciona N=5 peces del total Sangre Mortalidad Sobrevivientes

**TABLA 2. Diseño experimental, extracción de plasma sanguíneo, mortalidad y sobrevivencia**

## Parámetros indicadores de estrés

### Cortisol (ng/mL<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>

El cortisol del plasma sanguíneo se obtuvo mediante la prueba de inmunoensayo enzimático (ELISA) para humanos (Velasco & Cruz, 2007).

### Glucosa (mg/dL<sup>-1</sup>)

La glucosa se obtuvo mediante un kit comercial GOD –PAP (Trinder, 1969).

### Hematocrito (%)

Se determinó el hematocrito (Ht %) empleando una centrífuga de hematocrito según el método de cianometahemoglobina (Collier, 1944).

### Hemoglobina

La hemoglobina se obtuvo mediante el Reactivo de Drabkin (Alaye y Morales 2013).

### Leucocitos y Eritrocitos

En este análisis se utilizaron 10 µL de sangre diluida en una solución Rees-ecker en concentración 1:1000, posteriormente se realizó un recuento diferencial de células de eritrocitos y leucocitos en una cámara de Neubauer.

El recuento celular se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{n}^\circ \text{ de Eritrocitos/mm}^3 = \frac{(\text{n}^\circ \text{ de células})}{(\text{Superficie} * \text{Profundidad} * \text{Dilución})}$$

Donde:

Superficie contada: 0,2 mm<sup>2</sup>  
Profundidad de la cámara: 0,1 mm;  
Factor de dilución: 1:100

$$\text{n}^\circ \text{ de Leucocitos/mm}^3 = \frac{(\text{n}^\circ \text{ de células})}{(\text{Superficie} * \text{Profundidad} * \text{Dilución})}$$

Donde:

Superficie contada: 4 mm<sup>2</sup>  
Profundidad de la cámara: 0,1 mm;  
Factor de dilución: 1:100

#### Para el recuento diferencial de leucocitos

Se realizaron extensiones sanguíneas (frotis) con la sangre conservada con heparina se tomó una gota de sangre y dispuso en el portaobjeto, asegurándose de que fuese de manera extendida y uniforme a continuación, se dejó secar a temperatura ambiente, posteriormente se realizó una tinción con solución de May-Grünwald-Giemsa (conservada para su lectura).

Se realizó una lectura con 100x (inmersión) para el estudio microscópico del frotis sanguíneo, el recuento diferencial de leucocitos llevó a cabo por medio de un conteo mínimo de 300 células por cada frotis, donde se encontró valores totales de linfocitos (L) y monocitos (M), expresados en valores absolutos (células/L) de cada tipo celular.

#### **Evaluación tasa de Supervivencia**

Para el cálculo de la tasa de supervivencia se utilizó el número total de los peces, restando aquellos que murieron en las diferentes etapas y que sobrevivieron a la fase de captura, transporte (2 horas) y a la aclimatación (de 7 a 21 días).

#### **Evaluación tasa de Mortalidad**

Para la mortalidad se tomó el total de 205 peces que fueron capturados con la red de enmalle, obteniendo 1% de mortalidad en la captura, posteriormente en el transporte hubo mayor mortalidad con 4,4% y finalmente, en la aclimatación no se observó mortalidad desde los 7, 14 y hasta los 21 días.

#### **Análisis estadístico**

Los datos biométricos, parámetros sanguíneos y séricos se analizaron para determinar su normalidad mediante análisis descriptivo e inferencial, se utilizó una prueba de Shapiro-Wilk con  $p < 0.05$ , y luego una prueba paramétrica cuando los datos poseían una distribución normal, por medio de una ANOVA de un factor y una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis cuando su distribución no era normal, se consideró un valor significativo de  $p < 0.05$ , es decir, con un nivel de confianza del 95%.

## Resultados

### CONCENTRACIONES Y PORCENTAJES DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y QUÍMICOS SANGUÍNEOS

**TABLA GRUPO CONTROL**

PROMEDIOS	Captura	Transporte (2 horas)	7 días	14 días	21 días
Cortisol (ng/mL <sup>-1</sup> )	237,0	254,2	104,6	53,2	67,0
Glucosa (mg/dL <sup>-1</sup> )	153,2	128,0	77,0	66,6	46,7
Eritrocitos	3,22	3,20	2,03	2,16	1,99
Hematocrito (%)	40,2	40,2	24,8	27,2	26,8
Hemoglobina	10,3	10,4	6,3	6,7	6,6
Leucocitos	16,5	17,4	11,8	11,3	10,7

Tabla 3. Concentración de promedios de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en grupo control al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días.

La tabla 3 muestra que en el grupo control el cortisol alcanzó su máximo en la etapa de transporte a las 2 horas (tiempo que duró el proceso), seguido del procedimiento de captura donde los peces presentaron mayores concentraciones de cortisol con 237 ng/mL<sup>-1</sup>, en la aclimatación se observó un descenso desde los 7 días a 104,6 ng/mL<sup>-1</sup> y a los 14 días se redujo a la mitad con 53,2 ng/mL<sup>-1</sup>, hasta los 21 días donde hubo un aumento a 67 ng/mL<sup>-1</sup>. Las concentraciones de glucosa en el grupo control al momento de captura fueron mayores con 153,2 mg/dL<sup>-1</sup>, a continuación, se observa un decrecimiento en el transporte de 128 mg/dL<sup>-1</sup>, seguido de la aclimatación hasta los 21 días de cautiverio donde disminuye de 77 el día 7 hasta llegar a los 46,7 mg/dL<sup>-1</sup> en el día 21.

Las concentraciones de eritrocitos en el procedimiento control se mantuvieron constantes en la captura con 3,22, en el transporte hubo una disminución de 0,02 y en la aclimatación a los 7 días llegó a 2,03, luego un pequeño aumento a los 14 días de 2,16 y disminuyó a 1,99 y los 21 días.

El % de hematocrito en el grupo control se mantuvo en la captura y transporte a los 40,2%, bajando a los 7 días de aclimatación considerablemente a

24,8%, lo cual aumentó a los 14 días a los 27,2% y disminuyó en baja proporción a los 21 días a 26,8%.

La hemoglobina se mantuvo similar en la captura y transporte de 10,3 a 10,4 disminuyendo en la aclimatación a los 7 días a 6,3 y 6,7 a los 14 días finalizando con una pequeña disminución en la concentración de hemoglobina a 6,6.

Los leucocitos indica que en el transporte fue su mayor alza con 17,4 seguido de la captura con 16,5 y en la aclimatación se observó a los 7 días un valor de 11,8, a los 14 días disminuye a 11,3 y a los 21 días quedó en 10,7.

**TABLA PROCEDIMIENTO 1**

<b>PROMEDIOS</b>	<b>Captura</b>	<b>Transporte (2 horas)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>21 días</b>
Cortisol( $\text{ng/mL}^{-1}$ )	231,4	224,2	86,2	59,4	61,0
Glucosa ( $\text{mg/dL}^{-1}$ )	145,4	152,8	84,8	83,2	54,4
Eritrocitos	3,10	3,20	2,33	2,20	1,99
Hematocrito (%)	36,0	37,8	24,2	27,2	24,4
Hemoglobina	10,3	11,0	7,1	6,7	6,1
Leucocitos	16,5	17,4	9,5	8,5	8,9

Tabla 4. Concentración de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en el procedimiento 1 al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días.

La tabla 4 contiene la concentración de cortisol, glucosa, eritrocitos, etc. en el procedimiento 1, es decir, estos datos fueron tomados con correcciones en el manejo de captura y transporte.

En la captura se obtuvo un valor de cortisol de  $231,4 \text{ ng/mL}^{-1}$ , y el segundo valor más alto fue en el transporte donde se obtuvo  $224,2 \text{ ng/mL}^{-1}$ , disminuyendo considerablemente a 86,2 a los 7 días de aclimatación, y a continuación, disminuyó a 59,4 a los 14 días de aclimatadas las lisas aumentando en  $1,6 \text{ ng/mL}^{-1}$  a los 21 días.

Para la glucosa en el procedimiento 1 se observó su mayor valor en el transporte con  $152,8 \text{ mg/dL}^{-1}$  seguido de la captura donde se obtuvo 145,4 la cual fue disminuyendo en la aclimatación a los 7 a 84,8 a los 14 días a 83,2 y a los 21 días se observa un declive a  $54,4 \text{ mg/dL}^{-1}$ .

Lo que indica la concentración de eritrocitos es que tuvo su mayor valor en el transporte con 3,20, luego en la captura con 3,10 la cual fue disminuyendo en la aclimatación de los 7 días con 2,33 y a los 14 días a los 2,20 y finalmente a los 21 días con 1,99.

El porcentaje de hematocritos en la sangre indicó que en el transporte hubo 37,8%, lo cual fue el máximo valor alcanzado para este parámetro, seguido de la captura donde se registró un valor de 36%, disminuyendo a los 7 días de aclimatación a 24,2%, a los 14 días 27,2% y volvió a bajar a 24,4%.

Para el caso de la hemoglobina se produce la mayor concentración en el transporte con 11 y luego en la captura con 10,3 lo cual disminuyó en la aclimatación a los 7 que llegó a los 7,1 a los 14 días con 6,7 y a los 21 días volvió a disminuir a los 6,1.

Finalmente, se puede observar la concentración de los leucocitos en el procedimiento 1, los cuales presentaron su mayor valor en el traslado de los peces con 17,4 y luego en la captura se obtuvo 16,5 y con una notable disminución en la aclimatación a los 7 días con 9,5, luego un cambio a los 14 días con 8,5 y un aumento a los 21 días con 8,9.

**TABLA PROCEDIMIENTO 2**

<b>PROMEDIOS</b>	<b>Captura</b>	<b>Transporte (2 horas)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>21 días</b>
Cortisol (ng/mL <sup>-1</sup> )	236,6	225,0	94,8	66,2	66,8
Glucosa (mg/dL <sup>-1</sup> )	148,0	128,0	79,3	66,4	51,8
Eritrocitos	3,06	2,96	2,06	1,81	1,88
Hematocrito (%)	39,0	39,6	27,0	28,2	26,4
Hemoglobina	10,6	10,5	6,7	7,3	6,4
Leucocitos	15,9	14,7	7,7	8,2	7,8

Tabla 5. Concentración de cortisol, glucosa, eritrocitos, hematocritos, hemoglobina y leucocitos en el procedimiento 2 al momento de la captura, transporte y aclimatación a los 7, 14 y 21 días.

La concentración del cortisol en el procedimiento 2 fue mayor en la captura con 236,6 ng/mL<sup>-1</sup>, luego registró su segundo mayor valor en el transporte con 225 ng/mL<sup>-1</sup>, seguido de una disminución en la aclimatación a los 7 días con 94,8 ng/mL<sup>-1</sup>, lo cual siguió disminuyendo a los 14 días a 66,2 y finalmente a los 21 días hubo un pequeño incremento a los 66,8 ng/mL<sup>-1</sup>.

La concentración de glucosa fue disminuyendo desde la captura con 148 mg/dL<sup>-1</sup>, en el transporte 128 mg/dL<sup>-1</sup>, en la aclimatación con un cambio a los 7 días a 79,3 mg/dL<sup>-1</sup> y una disminución a los 14 días a 66,4 mg/dL<sup>-1</sup> hasta los 21 días donde se registró su último valor con 51,8 mg/dL<sup>-1</sup>.

Los eritrocitos tuvieron su mayor concentración en la captura con 3,06 seguido del transporte que obtuvo 2,96, disminuyendo en la aclimatación a los 7 días a los 2,06 y luego a los 14 días con 1,81, los cuales aumentaron a los 21 días a 1,88.

En cuanto a los hematocritos el mayor valor registrado fue en el transporte con 39,6% luego en la captura que presentó 39% y en la aclimatación a los 7 días disminuyó a 27% lo cual aumentó un 1,2% a los 14 días y volvió a disminuir a los 21 días con 26,4%.

La hemoglobina fue mayor en la captura donde llegó a los 10,6 luego tuvo un pequeño descenso en el transporte de las lisas en un 0,1 seguido de la aclimatación a los 7 días con 6,7 y los 14 días incrementó a 7,3 y disminuyó nuevamente a los 21 días con 6,4.

Finalmente, los leucocitos tuvieron su mayor concentración en la etapa de captura con 15,9 seguido de una disminución en la etapa de traslado a 14,7 lo cual disminuyó considerablemente a los 7 días de aclimatación a 7,7 que aumentó a los 14 días a 8,2 y luego hubo un pequeño incremento a los 21 días donde se obtuvo 7,8.

## GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL CORTISOL

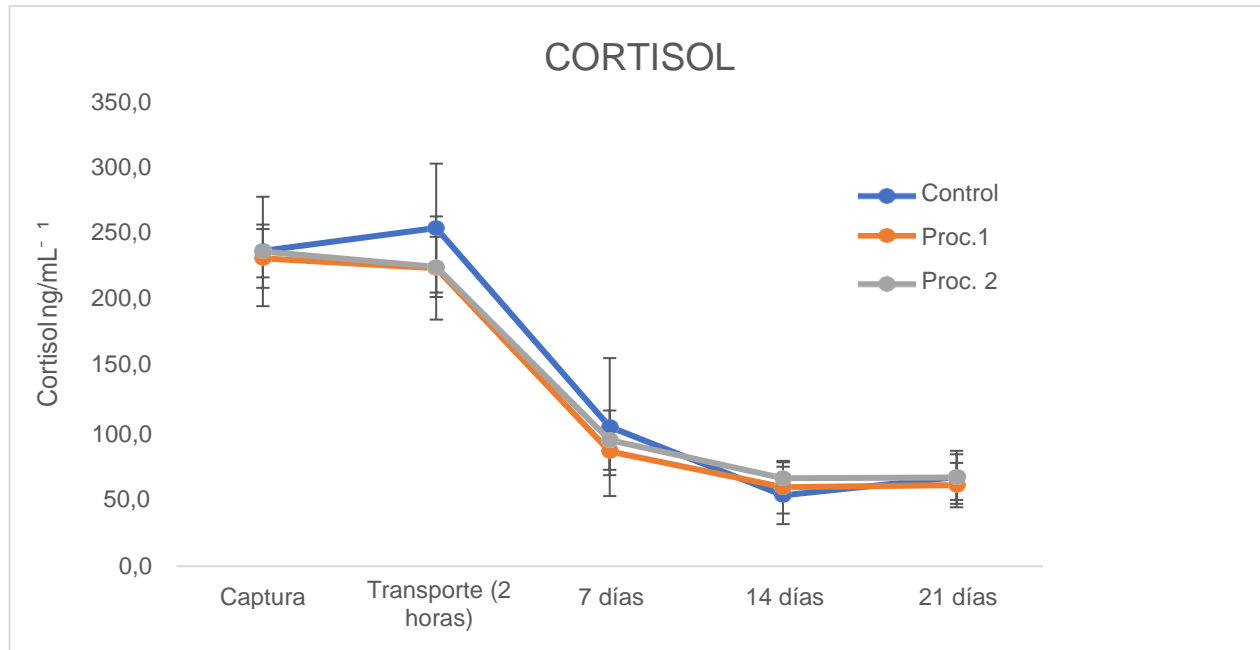


Gráfico 1. Promedio de concentración del cortisol en el grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

En el promedio del cortisol en todos los procedimientos (grupo control, proc. 1 y 2) se observan las mayores alzas en esta catecolamina en el traslado de los individuos, lo cual tuvo un decrecimiento en los procedimientos 1 y 2, a la vez en las capturas se mantuvieron constantes los niveles de cortisol al igual que en la aclimatación donde se observan valores similares. También se observó que ocurrió un importante descenso a los 7 días de aclimatación, y los valores variaron poco, ya que, disminuyeron a los 14 días, aunque hubo un aumento a los 21 días.

## GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA GLUCOSA

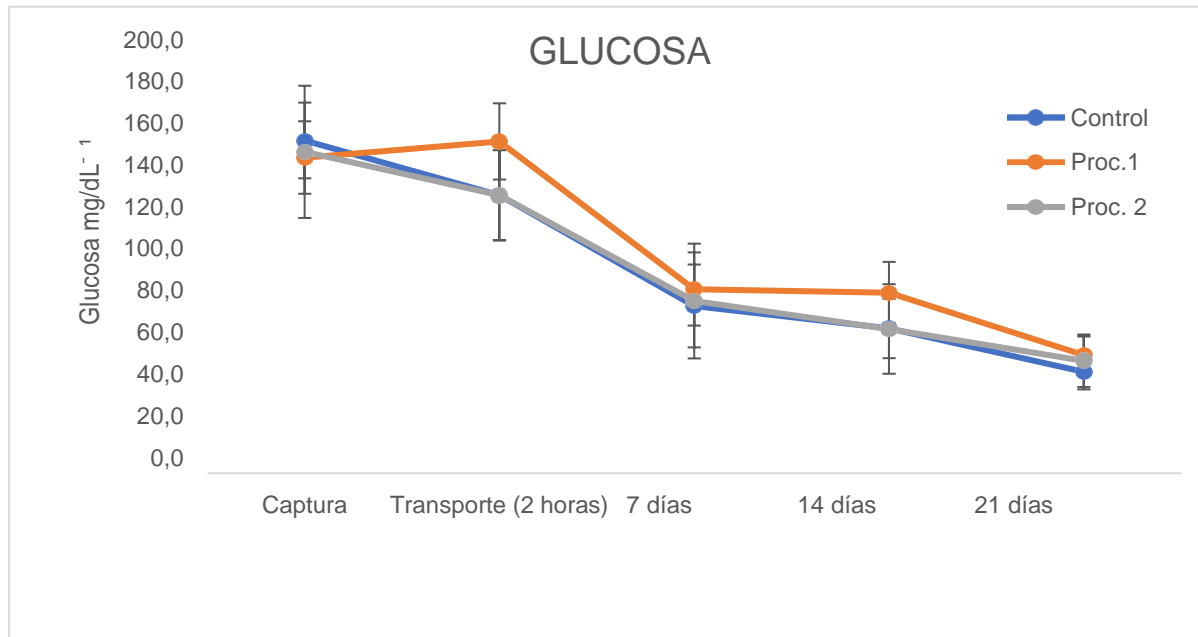


Gráfico 2. Promedio de concentración de glucosa grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

Los promedios de glucosa indican que en el grupo control y procedimiento 2 se obtuvieron los valores más altos y en el procedimiento 1 se obtuvo el valor más alto en el transporte, lo cual fue disminuyendo de manera constante con incremento en el procedimiento 1 a los 14 días y a los 21 días se observó una disminución.

### GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ERITROCITOS

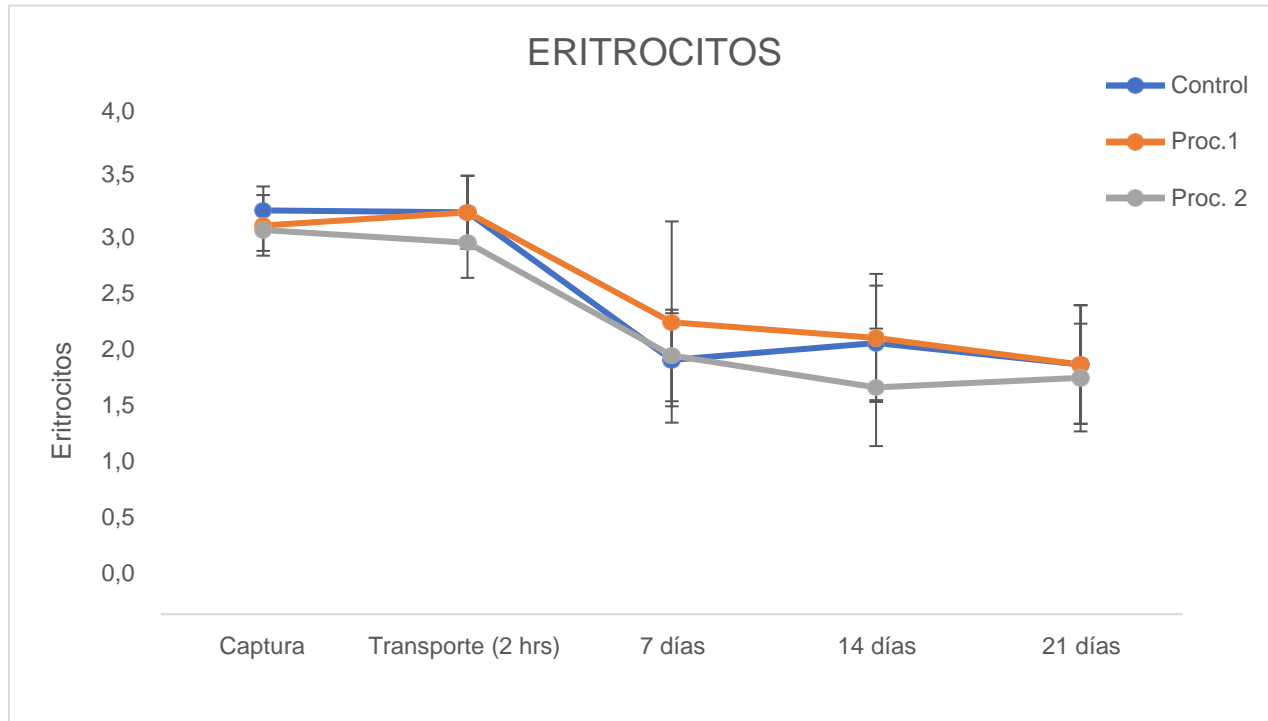


Gráfico 3. Promedio de concentración de eritrocitos grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

En el promedio de los eritrocitos se obtuvieron valores similares en las capturas, ya que, fueron las más elevadas en cuanto a estos, en el transporte se mantuvieron los niveles y luego se observó un decrecimiento en la aclimatación respectiva a los 7 días, con un aumento en el procedimiento 1 y grupo control, no así en el procedimiento 2 el cual aumentó a los 21 días y en los otros dos procedimientos grupo control y procedimiento. 1 disminuyó a los 21 días.

## GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE HEMATOCRITO

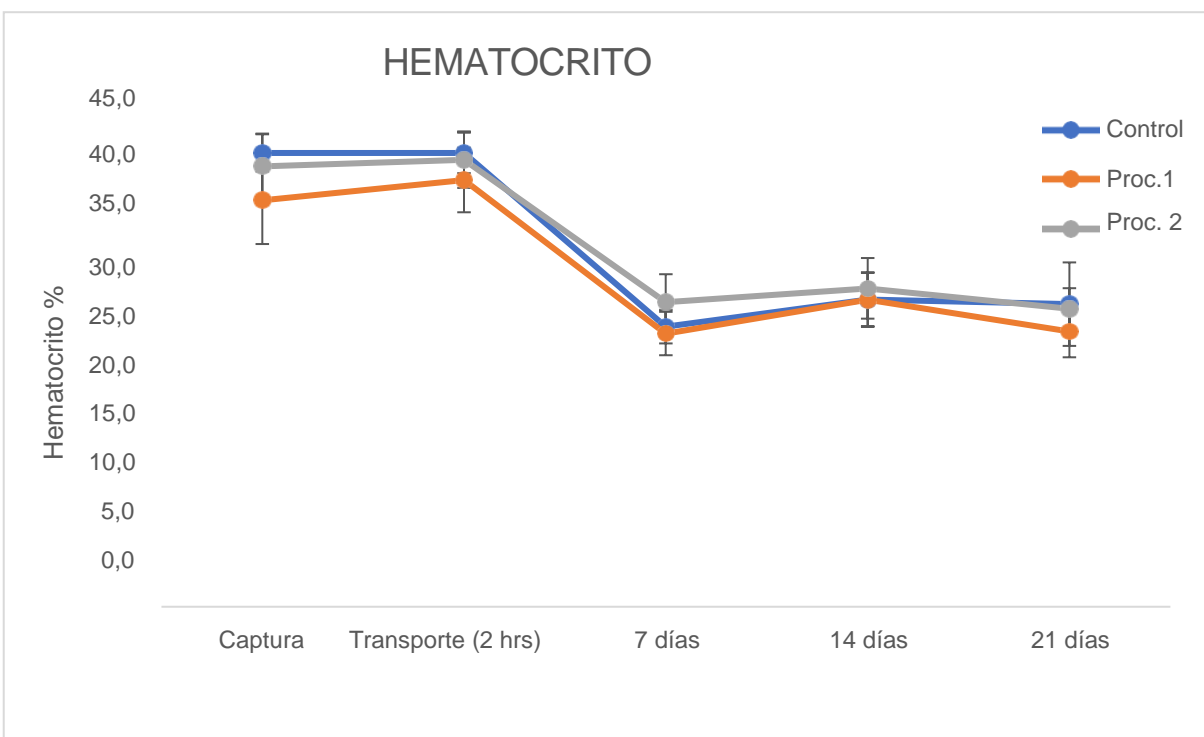


Gráfico 4. Promedio de concentración de hematocrito grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

Los porcentajes de hematocrito fueron los más altos en el traslado de la especie, seguido de la captura, pero luego disminuyó en la aclimatación a los 7 días, con un aumento a los 14 días y luego un declive a los 21 días.

## GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS LEUCOCITOS

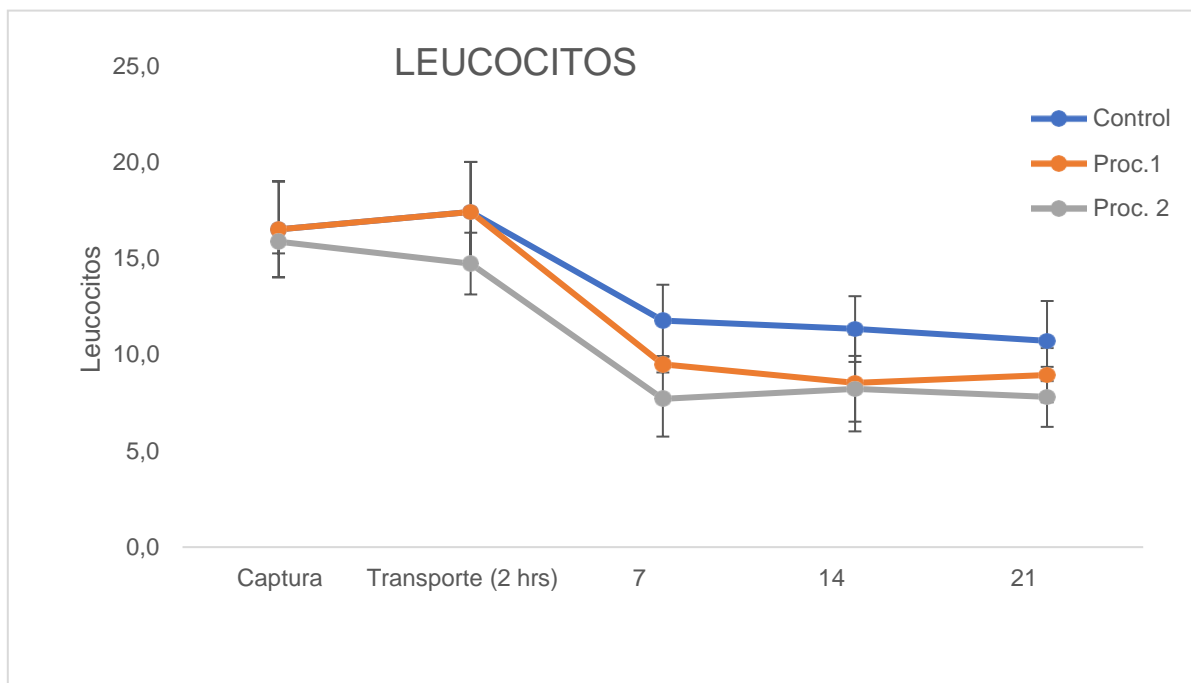


Gráfico 5. Promedio de concentración de leucocitos grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

Los leucocitos mostraron que al momento del transporte los peces produjeron mayor concentración de estos excepto en el procedimiento 2 donde la mayor alza fue en la captura, luego se observó una disminución de ellos a los 7 días de aclimatación disminuyendo a los 14, exceptuando en el procedimiento 2 donde hubo un aumento y finalmente, a los 21 días aumentaron en el procedimiento 1, donde se mantuvo casi constante en el grupo control y procedimiento 2 con una pequeña disminución.

## GRÁFICO CON PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA HEMOGLOBINA

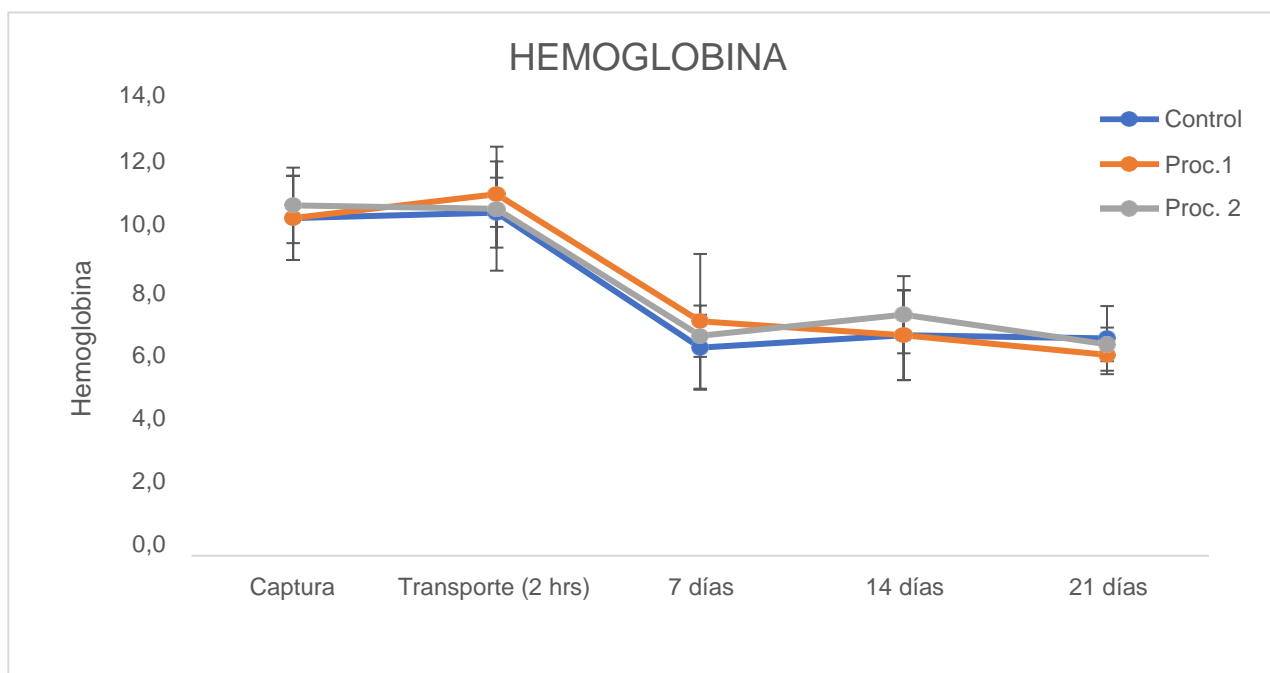


Gráfico 6. Promedio de concentración de hemoglobina grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

Los promedios de concentración de la hemoglobina en el grupo control, procedimiento 1 y 2 indican que los valores más altos fueron en el transporte de *M. cephalus* y luego en la captura, disminuyendo en la aclimatación en el día 7 que aumentó en el día 14 en el grupo control y procedimiento 2, ya que, en el procedimiento 1 hubo un descenso constante hasta el día 21 de aclimatación al igual que disminuyeron en el grupo control y procedimiento 2.

Según las pruebas paramétricas y no paramétricas aplicadas a los datos ninguno de los parámetros sanguíneos tuvo diferencias significativas entre los procedimientos (1 y 2) y el grupo control, con excepción de los datos de leucocitos que presentaron diferencias significativas en la aclimatación a los 7, 14 y 21 días.

## **Mortalidad y Supervivencia**

Grupo control:

De 27 peces vivos el día 1 en la captura quedaron 15 vivos, luego en el transporte sólo 10 y en la aclimatación a los 7 días quedaron 5, a los 14 días sobrevivieron 2 y a los 21 días no hubo sobrevivientes. En el día 2 se obtuvieron 16 peces, de los cuales en la captura fueron 12 los que quedaron vivos, reduciendo su número a 5 peces vivos en la etapa de transporte, lo cual siguió disminuyendo a los 7 y 14 días donde fueron 2 los peces vivos y a los 21 días donde sólo quedó uno. Por último, en el día 3 de 34 ejemplares capturados, en la captura quedaron 22, en el transporte se redujo solo 8 y en la aclimatación se mantuvo en 5 peces vivos a los 7, 14 y 21 días.

Los porcentajes de supervivencia fueron en el día 1 55,6% en la captura, 66,7% en el transporte, 50% a los 7 días de aclimatación, 40% a los 14 días y 0% a los 21 días. En el día 2 en la captura sobrevivió el 75%, seguido de 41,7% en el transporte, un 40% a los 7 días de aclimatación y un 100% a los 14 y 21 días. Finalizando, en el día 3 se observó una supervivencia de 64,7% en la captura de

*M. cephalus*, un 36,4% en el transporte, 62,5% a los 7 días de aclimatación y un 100% a los 14 y 21 días.

Los porcentajes de mortalidad en el día 1 respecto a la captura fueron de 44,4%, en el transporte 66,7%, en la aclimatación 50% a los 7 días, disminuyendo en un 10% respecto de la anterior a los 14 días, es decir, en un 40% y por último un 0% de mortalidad a los 21 días. En el día 2 la mortalidad fue de 25%, en el transporte 58%, en la aclimatación a los 7 días 60%, a los 14 días 0% y a los 21 días 50%. En el día 3 el porcentaje de mortalidad fue 35,3% en la captura, 64% en el transporte, 38% a los 7 días de aclimatación y 0% a los 14 y 21 días de aclimatación.

Tabla promedio n° de peces vivos, mortalidad, % mortalidad y % sobrevivencia del grupo control.

	Captura	Transporte (2 horas)	7 días	14 días	21 días
Peces vivos	16	8	4	3	2
Mortalidad	9	9	4	1	1
% Mortalidad	34,9	51,8	49,2	20,0	50,0
% Sobrevivencia	65,1	48,2	50,8	80,0	50,0

Tabla 6. Tabla de mortalidad y sobrevivencia en el grupo control

Procedimiento 1:

De 50 peces vivos el día 1 en la captura quedaron 45 vivos, luego en el transporte 40 y en la aclimatación a los 7 días quedaron 36, a los 14 días 18 y a los 21 días 16 peces. En el día 2 se obtuvieron 40 peces, de los cuales en la captura fueron 32 los que quedaron vivos, reduciendo su número a 27 peces vivos en la etapa de transporte, lo cual siguió disminuyendo a los 7 con 22 peces y a los 14 días donde fueron 18 los peces vivos y a los 21 días 18 peces. Por último, en el día 3 de 18 ejemplares capturados, en la captura quedaron 22 vivos, en el transporte se redujo bastante quedando solo 8 y en la aclimatación se mantuvieron 6 peces vivos a los 7, 14 y 21 días.

Los porcentajes de sobrevivencia fueron en el día 1 90% en la captura, 89% en el transporte, 90% a los 7 días de aclimatación, 50% a los 14 días y 89% a los 21 días. En el día 2 en la captura sobrevivió el 80%, seguido de 84% en el transporte, un 81% a los 7 días de aclimatación y un 100% a los 14 y 82% a los 21 días. El tercer día se observó una sobrevivencia de 67% en la captura, y transporte, 75% a los 7 días de aclimatación y un 100% a los 14 y 21 días.

Los porcentajes de mortalidad en el día 1 respecto a la captura fueron de 10%, en el transporte 11%, en la aclimatación 10% a los 7 días, 50% a los 14 días y por último un 11% de mortalidad a los 21 días. En el día 2 la mortalidad fue de 20%, en el transporte 16%, en la aclimatación a los 7 días 19%, a los 14 días 0% y a los 21 días 18%. En el día 3 el porcentaje de mortalidad fue 33% en la captura y transporte, 25% a los 7 días de aclimatación y 0% a los 14 y 21 días de aclimatación.

Tabla promedio de n° de peces vivos, mortalidad, % mortalidad y %sobrevivencia procedimiento 1.

	Captura	Transporte (2 horas)	7 días	14 días	21 días
Peces vivos	29,7	25,0	21,3	15,3	13,3
Mortalidad	6,3	4,7	3,7	6,0	2,0
% Mortalidad	21,1	20,0	17,8	16,7	9,8
% Supervivencia	78,9	80,0	82,2	83,3	90,2

Tabla 7. Tabla de mortalidad y supervivencia en el procedimiento 1

Procedimiento 2:

De 21 peces vivos el día 1 en la captura quedaron 20 vivos, luego en el transporte 20 y en la aclimatación a los 7, 14 y 21 días quedaron 15. En el día 2 se obtuvieron 17 peces, de los cuales, en la captura, transporte, y aclimatación a los 7 y 14 días fueron 15, y a los 21 días 12. Por último, en el día 3 de 43 ejemplares capturados, en la captura quedaron 35 vivos, en el transporte se redujo a 32 y en la aclimatación se mantuvieron 31 a los 7 días y 30 peces vivos a los 14 y 21 días.

Los porcentajes de supervivencia fueron en el día 1 95% en la captura, 100% en el transporte, 75% a los 7 días de aclimatación y 100% a los 14 y 21 días. En el día 2 en la captura sobrevivió el 88%, seguido del 100% en el transporte, aclimatación a los 7 y 14 días, disminuyendo a un 89% a los 21 días. En el tercer día se observó una supervivencia de 81% en la captura, en el transporte un 91%, en la aclimatación y a los 7 y 14 días 97% y 100% a los 21 días.

Los porcentajes de mortalidad en el día 1 respecto a la captura fueron de 4,8%, en el transporte, aclimatación a los 7, 14 y 21 días fue 0%. En el día 2 la mortalidad fue de 11,8%, en el transporte 0%, en la aclimatación a los 7 días 33,3%, a los 14 días 0% y a los 21 días 20%. En el día 3 el porcentaje de mortalidad fue 18,6% en la captura y en el transporte 8,6%, luego un 3,1% a los 7 días de aclimatación y 3,2% a los 14 días y 0% a los 21 días.

A partir del análisis de datos no se observaron diferencias significativas de

mortalidad en la captura, aclimatación a 7, 14 y 21 días, por otro lado, en el transporte si se observaron diferencias significativas entre el grupo control y los procedimientos.

El % de mortalidad indican que los datos de captura, aclimatación a los 14 y 21 días no poseen diferencias significativas, no obstante, en el transporte si se observan diferencias significativas, así como también se observó en la aclimatación a los 7 días. Para el % sobrevivencia el análisis indicó que no existen diferencias significativas en la captura y en la aclimatación a los 14 y 21 días, pero si existen diferencias significativas en el transporte y en la aclimatación a los 7 días.

Para los peces vivos se obtuvo que no existen diferencias en el proceso de captura, transporte y aclimatación a los 7 días, pero se encontraron diferencias significativas en la aclimatación a los 14 y 21 días.

Tabla promedio de n° de peces vivos mortalidad, % mortalidad y %sobrevivencia procedimiento 2

	Captura	Transporte (2 horas)	7 días	14 días	21 días
Peces vivos	23,3	22,3	20,3	20,0	19,0
Mortalidad	3,7	1,0	2,0	0,3	1,0
% Mortalidad	12	3	12	1	7
% Sobrevivencia	88	97	91	99	93

Tabla 8. Tabla de mortalidad y sobrevivencia en el procedimiento. 2

## GRÁFICOS DE PECES VIVOS, % SOBREVIVENCIA, MORTALIDAD Y % MORTALIDAD

### GRÁFICO PECES VIVOS

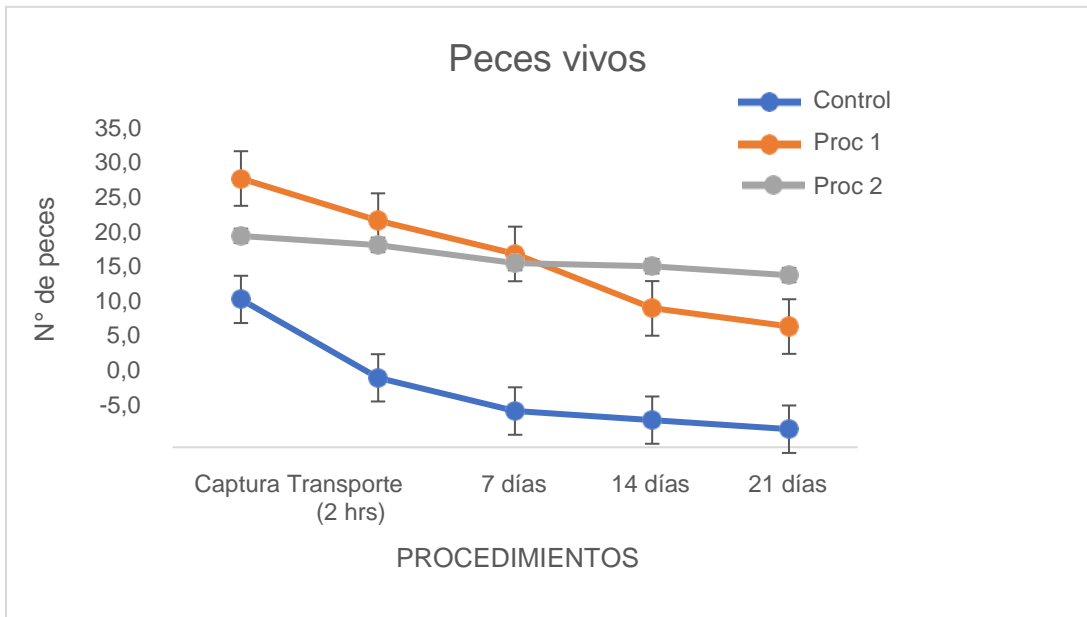


Gráfico 7. Peces vivos grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

El número de peces vivos en el grupo control y en el procedimiento 1 disminuyó desde la captura hasta la aclimatación a los 21 días, en contraste con el procedimiento 2 donde se obtuvo mayor cantidad de peces vivos observándose una pequeña disminución hasta el día 21 de aclimatadas las lisas.

### GRÁFICO % SOBREVIVENCIA

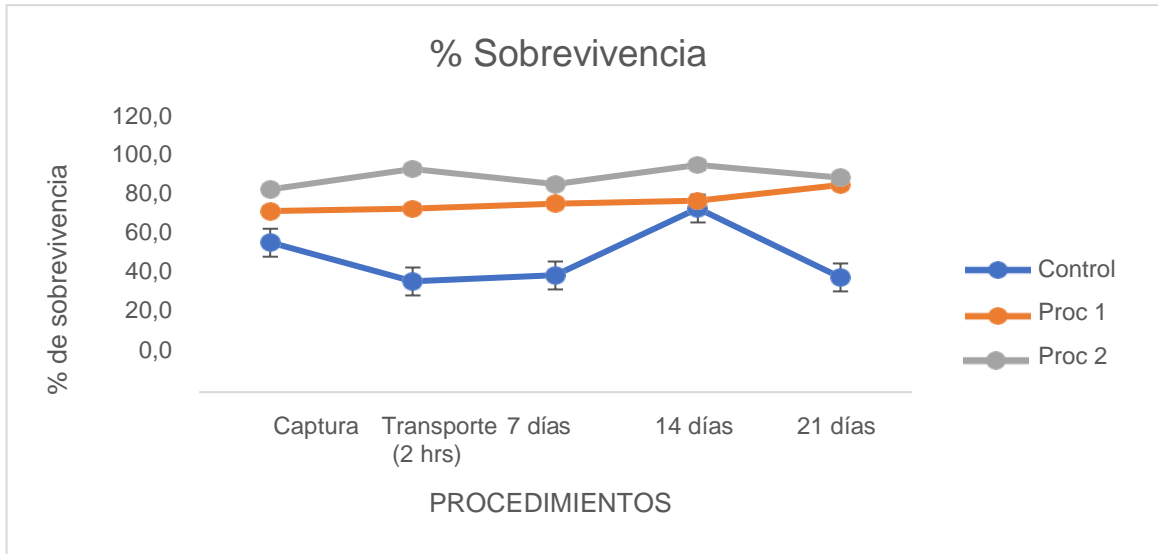


Gráfico 8. % Sobrevivencia grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

El porcentaje de supervivencia en el grupo control tuvo un aumento importante al día 14 de aclimatación, aunque luego decrece a los 21 días. En los procedimientos 1 y 2 se mantuvo una supervivencia más constante y alta debido a que no hubo cambios drásticos en la supervivencia, por ende, los peces sobrevivían más.

## GRÁFICO MORTALIDAD

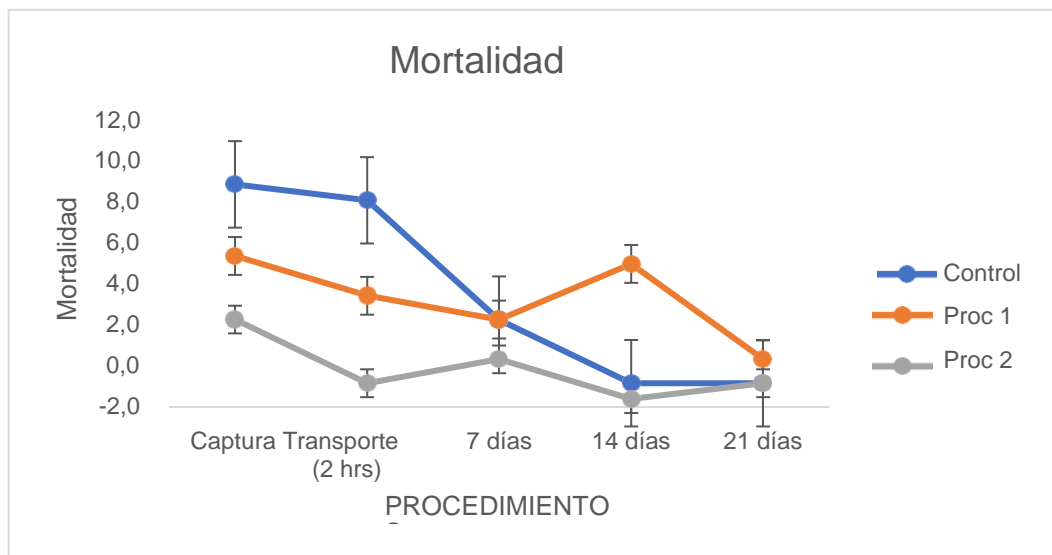


Gráfico 9. Mortalidad grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

En cuanto a la mortalidad en el grupo control se observa un declive en el transporte y luego en la aclimatación siguió descendiendo a los 7 días, 14 y 21 días donde se mantuvo casi constante. En el procedimiento 1 ocurrió algo parecido con la diferencia que a los 14 días hubo un aumento considerable en la mortalidad, donde luego volvió a bajar a los 21 días, finalmente, en el procedimiento 2 en la captura se obtuvo mayor mortalidad la cual disminuyó en el transporte y descendió en la aclimatación a los 7 días, bajando a los 14 días y aumentó a los 21 días.

## GRÁFICO % MORTALIDAD

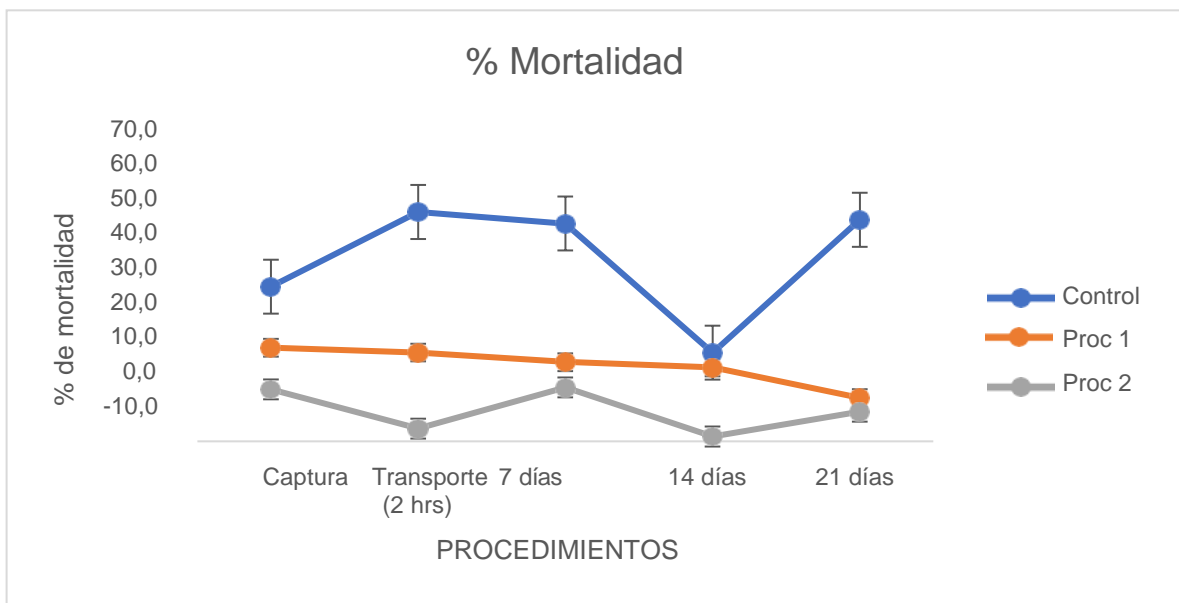


Gráfico 10. % Mortalidad grupo control, procedimiento 1 y procedimiento 2

La mortalidad no presentó diferencias significativas en la captura, aclimatación a los 7, 14 y 21 días, aunque lo que sí presentó diferencias fue el transporte de las lisas.

El porcentaje de mortalidad indica que el grupo control en el transporte y a los 21 y 7 días de aclimatación presentaron las alzas de mortalidad, seguido de la captura y donde menos se presentó mortalidad fue a los 14 días con una caída considerable de 20%. En el procedimiento 1 se mantuvo constante con una leve disminución de mortalidad desde la captura al día 21 de aclimatadas las lisas. En el procedimiento 2 las alzas fueron a los 7 días de aclimatación, seguido de la captura, llegando a porcentajes bajos de mortalidad en el transporte y a los 14 días, que aumentó a los 21 días.

Mediante el análisis de los datos en los peces vivos en la captura no se presentan diferencias significativas al igual que en el transporte y en la aclimatación a los 7 días, aunque no así los datos de aclimatación a los 14 y 21 días que sí mostraron diferencias significativas.

Para el caso del % de sobrevivencia, los datos indicaron que en la captura no hubo diferencias significativas al igual que en la aclimatación a los 14 y 21 días, pero en el transporte y aclimatación a los 7 días si hubo una diferencia significativa.

El % de mortalidad no presentó diferencias significativas en la captura, aclimatación a los 14 y 21 días excepto en la aclimatación a los 7 días y en el transporte.

## Discusión

### ***Sobre el efecto de la pesca con red***

Los cambios espaciales en la distribución del esfuerzo de pesca en la pesquería de la lisa en el sector de la Caleta Alto del Rey en Boca Sur dependen exclusivamente de la disponibilidad de caladeros de pesca y la hora de las mareas llenantes con las cuales ingresan los principales pulsos de lisas a la zona estuarina del río. Tiempos que son manejados por pescadores artesanales del lugar, los cuales utilizan la pesca de enmalle que se sigue empleando en caletas de la V región y VIII Región.

La experiencia recabada de otras especies como la merluza, bacalao y congrio reportan altos niveles de mortalidad luego de la captura, y también debido a que sufren estrés desde el transporte a los estanques de cautiverio y luego en los primeros días en confinamiento (post-captura), dicho esto, se encontró la manera de evitar una alta mortalidad a través de la corrección en el manejo de la captura, transporte y junto a ello igualar las condiciones ambientales de los estanques con el agua de base (de donde son tomados los peces), por lo que es necesario averiguar cuáles son los parámetros físico-químicos del agua de origen para una óptima aclimatación en un sistema de cultivo intensivo, ya que, los peces y en específico las lisas se pueden enfrentar a diversas patologías y enfermedades producidas por el estrés y por causas naturales a través de del contagio de hongos, protozoos, copépodos, trematodos, algas cianofíceas (Coll, 1991), entre otros, sumado a los problemas de nutrición que se pueden presentar, por lo que, su sistema inmune estará bajo teniendo más probabilidades de contraer alguna patología en un sistema de cultivo intensivo por la biomasa en sus estanques.

La captura de peces se efectuó con la luz del día en la primera campaña donde murió el 80% de los individuos capturados, y debido a la alta mortalidad se cambió el horario de la operación de pesca a la noche obteniendo mejores resultados, ya que, la mortalidad disminuyó aproximadamente en un 20%, debido a que las lisas en la noche están menos activa, ya que, es una especie diurna (Jiménez, 2020), por lo cual estaban más quietas en la captura, pues al tomarlas de la red para depositarlas al estanque de transporte, al lugar de desembarque y su posterior traslado al laboratorio se produjo menos daños en las estructuras

de su cuerpo. Por otro lado, el tiempo de residencia de las lisas en los estanques de retención, no debe pasar las tres horas una vez que son capturadas, llegado este tiempo son llevadas inmediatamente al lugar donde se encuentra el transporte para trasladarlas al laboratorio.

### ***Sobre el Transporte***

Según lo observado en cuanto al transporte de las lisas en el grupo control fue donde más aumentaron los niveles de cortisol, y en los otros 2 procedimientos se mantuvieron, cabe destacar que en estos procedimientos (1 y 2) las lisas estaban con sedante en el agua.

Respecto a la glucosa en el transporte, en el grupo control y procedimiento 2 se obtuvieron valores parecidos, no así en el procedimiento 1 donde se obtuvieron mayores concentraciones de glucosa.

En cuanto a los eritrocitos, al igual que el cortisol fueron los valores más elevados en el transporte, en el grupo control y procedimiento 1 obteniendo valores cercanos, en cambio, en el procedimiento 2 se observó una disminución. Los niveles de hematocrito fueron los más alto en el transporte, en el grupo control y procedimiento 2 hubo valores similares, y en el procedimiento 1 disminuyó. Para los leucocitos los niveles de estos en el transporte fueron los más altos, y en el procedimiento 1, seguido del grupo control y finalmente el procedimiento 2 donde se observó un declive, caso similar que presentó la hemoglobina, donde se mantuvieron constantes los valores en todos los procedimientos con un pequeño aumento en el procedimiento 1.

### ***Sobre la Aclimatación***

La experiencia previa con otros peces, indica que la tasa de mortalidad en la post-captura se incrementa significativamente cuando los peces son sometidos a manejos excesivos en las primeras semanas de cautiverio, ya sean situaciones como el marcaje, la administración de medicamentos, los muestreos biológicos, etc., por lo tanto, lo más correcto para evitar este tipo de mortalidad, es mantenerlas en aclimatación entre 2-4 o más semanas para reducir los niveles de cortisol, por ejemplo, y que puedan estabilizarse para ser manejadas nuevamente por el personal, aumentando la sobrevivencia al cautiverio y evitando pérdidas excesivas.

En la mayoría de los procedimientos de aclimatación se mantuvieron o disminuyeron los diferentes valores y parámetros observados. A la vez, en el procedimiento 1 y más evidentemente en el procedimiento 2 se observó una disminución en los parámetros sanguíneos, aunque no fueron significativos.

En el cultivo intensivo se produce estrés oxidativo e inmunosupresión, lo que ocasiona pérdidas de la calidad del espécimen y aumento en la mortalidad (Lizárraga *et al.*, 2018), esto puede ser supervisado en cultivo porque las condiciones del ambiente son controladas como la alimentación, densidad del cultivo, condiciones físicas, químicas y fisicoquímicas, la concentración de oxígeno, fotoperíodo, termoperíodo, ruidos y vibraciones en el lugar (Mancera y Martín, 2014).

Por otra parte, es difícil saber el origen del estrés que esté presentando un pez, y también se debe tomar en cuenta que en el agua de origen puede haber alteraciones en los parámetros fisicoquímicos en el hábitat acuático debido a la influencia del humano en el océano y en el río Bío- bío en este caso, lo que se traduce a una respuesta fisiológica adaptativa en los distintos hábitats de *M. cephalus*. (Fazio *et al.*, 2013), al igual que con los cambios de salinidades bajas que afectan y producen daños en juveniles de *M. cephalus* (Mohamadi *et al.*, 2014) por lo cual es imprescindible obtener información sobre cuáles son las condiciones óptimas y manejo adecuado en los diversos procesos para obtener mayor sobrevivencia en cautiverio.

El cortisol es muy utilizado para medir estrés en peces, aunque para evaluación de sobrevivencia en cautiverio no son los más adecuados, debido a que, es liberado rápidamente por la corteza de las glándulas suprarrenales, lo cual genera que al momento de tomar la muestra del plasma sanguíneo el pez ya haya liberado cortisol al torrente sanguíneo, por ende, se recomienda utilizar métodos menos invasivos para disminuir el error de estas medidas como, por ejemplo, tomando muestras a través de la saliva, o también mediante las heces (Gómez *et al.*, 2007).

Además, en base a los resultados los parámetros sanguíneos no fueron los más indicados debido a su poca sensibilidad para analizar % sobrevivencia y % mortalidad.

En cuanto al hematocrito se han encontrado valores elevados en primavera que están relacionados con la actividad de los peces y hábitat, y también valores elevados de hemoglobina comparadas respecto del verano con otras

9 especies de peces, coincidiendo con la época de reproducción y desove de las lisas donde aumentan ciertos parámetros sanguíneos y de bioquímica sanguínea. (Sáez *et al.*, 2018). Por otra parte, los leucocitos cumplen un rol importante en el sistema inmune y diagnóstico de estrés en peces por lo tanto es un buen índice para saber si el pez está sufriendo alguna alteración en su sistema inmunológico. Por otro lado, la hemoglobina se emplea como una capacidad metabólica aeróbica en peces para transportar oxígeno. Y los valores altos de eritrocitos están relacionados con la hipoxia, por ejemplo.

El método de extracción del plasma sanguíneo que se utiliza debe ser menos invasivo para no interferir en las medidas de los parámetros de química sanguínea e índices de estrés, y también es necesario aclimatar a los individuos para poder realizar las mediciones cuando se encuentren con sus parámetros sanguíneos lo más equilibrados posible. Por último, una de las causas probables de los resultados que no tuvieron mayor significancia pudo estar influenciada por el tamaño de muestra  $< 30$ , debido a que no se logró realizar una de las campañas por mal tiempo donde se pudo obtener un mayor valor de  $n$ .

## Conclusión

Los parámetros sanguíneos e índices de estrés medidos no presentaron diferencias significativas a excepción del hematocrito en la captura, debido a que, el grupo control en comparación con el procedimiento 1 tuvo un valor de p-value de 0,05. Otra de las diferencias significativas se presentaron en los leucocitos, puesto que, en la aclimatación a los 7 días y 14 días el grupo control versus el procedimiento 2 presentaron valores de p-value de 0,03 para los 7 días y de 0,02 en los 14 días de aclimatación, concluyendo que, al mejorar las condiciones del manejo en la captura, agregando sedante al agua para el transporte y equiparando las condiciones ambientales se obtiene menor cantidad de leucocitos o glóbulos blancos en las lisas, los cuales se presentan como mecanismo de defensa de los vertebrados.

Los indicadores primarios y secundarios no son efectivos para evaluar indicadores terciarios de sobrevivencia y mortalidad, debido a que, no muestran diferencias significativas a excepción de los glóbulos blancos que si las presentaron. Por el contrario de los indicadores terciarios de sobrevivencia, ya que, se logró mayor % sobrevivencia al aplicar las correcciones de captura, transporte y las condiciones ambientales en los estanques en los procedimientos 1 y 2.

El sedante en las lisas para el transporte demostró ser un factor relevante en cuanto al traslado de estas, ya que, al aplicarlo disminuyó el %mortalidad en la aclimatación a los 7 días y en el transporte, siendo este último donde se presentaban los valores más altos de cortisol, glucosa, entre otros. Es necesario obtener un tamaño de muestra > 30 y replicar los procedimientos para lograr concluir con mayor precisión sobre los resultados. A la vez, es importante mantener a los peces con bajos niveles de estrés para evitar alzas en la mortalidad y bajas en la sobrevivencia y esto se logra mediante la aplicación de medidas correctivas en la captura de los peces, traslado y tiempo de aclimatación.

### ANÁLISIS CUANTITATIVO

El análisis de los parámetros sanguíneos determinó que para

- 1- El cortisol en la captura y transporte no presentaron diferencias significativas, aunque si disminuyeron sus valores en el procedimiento 1 y 2 en contraste con el grupo control, donde los

valores más significativos los presentó el grupo control versus el procedimiento 1, seguido del grupo control y procedimiento 2. En la aclimatación a los 7 días el valor más significativo fue representado por el procedimiento 1 en comparación con el procedimiento 2 seguido del grupo control versus el procedimiento 1 y finalmente, el grupo control versus el procedimiento 2.

- 2- La glucosa no presenta diferencias significativas entre los procedimientos, en la captura en contraste del grupo control versus el procedimiento 1 se observa el valor de significancia más bajo, luego el control versus el procedimiento 2 y finalmente el procedimiento 1 comparado con el procedimiento 2. Para el transporte el valor más pequeño fue del grupo control versus el procedimiento 1, seguido del procedimiento 1 versus el 2 y finalmente un valor de 1 para el grupo control versus el procedimiento 2. En la aclimatación a los 7, 14 y 21 días se observan los menores valores de significancia en la comparación del grupo control versus el procedimiento 1, luego entre el procedimiento 1 y 2, aunque ninguno de estos valores fue un valor significativo.
  
- 3- Para los eritrocitos en la captura el valor más pequeño fue en el grupo control versus el procedimiento 2, seguido del grupo control versus el procedimiento 1 y donde se obtuvo el mayor valor fue entre los procedimientos 1 y 2. En el transporte el valor más pequeño se observó entre el procedimiento 1 y 2, luego el grupo control versus el procedimiento 2 y el valor más alto estuvo en el grupo control y procedimiento 1. En la aclimatación a los 7 días y 14 días se observa el valor más pequeño entre los procedimientos 1 y 2, seguido del procedimiento 1 versus el grupo control a los 7 días de aclimatación y a los 14 días el grupo control versus el procedimiento 2, finalmente los valores más altos de significancia estuvieron en los 7 días en el grupo control versus el procedimiento 2 y a los 14 días en el grupo control versus el procedimiento 1. A los 21 días en grupo control versus el procedimiento 2 y entre ambos procedimientos (1 y 2), se registró un mismo valor de significancia, los cuales no fueron significativos.

- 4- Respecto al hematocrito el valor en la captura y transporte presentó su valor menor en el grupo control versus el procedimiento 1, seguido del procedimiento 1 y procedimiento 2 y finalmente el grupo control versus el procedimiento 2 presentaron los mayores valores, donde solo el grupo control versus el procedimiento 1 presentó una diferencia significativa en la captura. En la aclimatación a los 7 y 14 días el mayor valor se observó en el grupo control versus el procedimiento 1, seguido del grupo control versus el procedimiento 2 y el menor valor se registró en el procedimiento 1 y 2, a los 14 días el grupo control versus el procedimiento 2 y el procedimiento 1 y 2 presentaron los mismos valores, los cuales no fueron significativos. En la aclimatación a los 21 días se obtuvo un valor mayor en el control versus el procedimiento 2, seguido del grupo control versus el procedimiento 1 y finalmente el procedimiento 1 versus el procedimiento 2 que obtuvo el valor más bajo, y ninguno fue significativo.
- 5- Para los leucocitos los valores en la captura en el grupo control versus el procedimiento 2 y el procedimiento 1 y 2 fueron iguales, aunque no significativos, del mismo modo que el grupo control versus el procedimiento 1 que tuvo un valor alto de 1, al igual que en el transporte para este mismo grupo control versus el procedimiento 1, y los valores más bajos los presentó el grupo control versus el procedimiento 2 seguido del procedimiento 1 versus el procedimiento 2. En aclimatación a los 7 días y 14 días el valor más pequeño lo obtuvo el grupo control versus el procedimiento 2, dando un valor significativo en ambos procedimientos, luego le sigue el control versus el procedimiento 1 y finalmente el procedimiento 1 versus el procedimiento 2 no significativos. A los 21 días de aclimatación el grupo control versus el procedimiento 1 y el grupo control versus el procedimiento 2 dieron iguales valores no significativos y el procedimiento 1 comparado con el 2 tampoco dio un valor significativo.
- 6- Para la hemoglobina los valores del grupo control versus el procedimiento 1 fueron los mismos, seguido del grupo control versus el procedimiento 2 con el procedimiento 1 versus el 2 que dieron los

mismos valores de significancia los cuales no son significativos. En el transporte el grupo control versus el procedimiento 1 dio el menor valor, luego el procedimiento 1 versus el procedimiento 2 y finalmente el grupo control versus el procedimiento 2 donde se obtuvo un mayor valor de significancia los cuales no representan valores significativos. En la aclimatación a los 7 días la hemoglobina tuvo el menor valor en el grupo control versus el procedimiento 1 seguido del grupo control versus el procedimiento 2, y el valor más alto se concentró en el procedimiento 1 y procedimiento 2, donde ninguno de estos fue un valor significativo. A los 14 días el procedimiento 1 y 2 y el grupo control versus el procedimiento 2 dieron los mismos valores de significancia, siendo el más alto el grupo control versus el procedimiento 1, valores que no fueron significativos. Por último, en la aclimatación a los 21 días en el grupo control versus el procedimiento 1 se observó el menor valor de significancia seguido del procedimiento 1 versus el 2 y el mayor valor se obtuvo del grupo control versus el procedimiento 2, donde ninguno de ellos tuvo valores significativos.

#### Sobre el % de mortalidad

Los datos de % mortalidad arrojaron que en la captura en el procedimiento 2 mostró mayor nivel de significancia comparado con el grupo control, seguido de la comparación del grupo control versus el procedimiento 1 y finalmente, entre el procedimiento 1 y 2 hubo menos significancia.

En el transporte la comparación entre el grupo control y procedimiento 2 obtuvo el mismo valor de significancia que el procedimiento 1 versus el procedimiento 2, donde el grupo control en contraste con el procedimiento 1 tuvo un valor menor de significancia.

Para la aclimatación a los 7 días en la captura se obtuvo niveles de significancia mayor respecto al grupo control comparado con el procedimiento 1, seguido del grupo control versus el procedimiento 2 y donde menos se presentó diferencias significativas fue entre la comparación del procedimiento 1 y 2, para los 14 días de aclimatación se observó el mismo valor de significancia entre las tres comparaciones entre el grupo control y los procedimientos 1 y 2 y a los 21 días de aclimatación la mayor diferencia

se obtuvo entre el control y procedimiento 2, luego el control versus el procedimiento 1 y la menor diferencia se concentró entre el procedimiento 1 y 2.

Sobre el % de sobrevivencia

El análisis de los datos de captura para % sobrevivencia confirmó que entre el grupo control y el procedimiento 2 tuvo la mayor diferencia significativa seguido del grupo control versus el procedimiento 1 a continuación, el contraste entre el procedimiento 1 y procedimiento 2 donde se obtuvieron menores valores de significancia.

Para el transporte los valores de significancia entre el grupo control y el procedimiento 2, junto con el procedimiento 1 y procedimiento 2 dieron los mismos valores de significancia y en el grupo control y procedimiento 1 se obtuvo menor significancia.

En la aclimatación a los 7 días se presentó la mayor diferencia entre el grupo control y el procedimiento 1, luego el grupo control versus el procedimiento 2 donde varió en una cantidad mínima respecto del grupo control y procedimiento 1, y en el procedimiento 1 y procedimiento 2 se obtuvo un valor menos significativo que los anteriores. A los 14 días el % de sobrevivencia mantuvo iguales sus valores de significancia, ya que, el grupo control versus el procedimiento 1 y 2 y estos últimos dos comparados presentaron el mismo valor de significancia. Caso distinto de la aclimatación a los 21 días que presentó su mayor valor de significancia en comparación del grupo control versus el procedimiento 2, seguido del grupo control comparado con el procedimiento 1 y finalmente donde se obtuvieron menos diferencia fue entre el procedimiento 1 y procedimiento 2.

## Bibliografía

1. Aguirre A, Gallardo M (2004) Reproduction of *Mugil cephalus* y *M. curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico Boletín de Ciencias Marinas, Vol. 75, núm. 1. págs. 37-49.
2. Alave N, Morales J (2013) Haematological parameters and blood cells of juvenile pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) grown in Pátzcuaro, Michoacán, México, Hidrobiológica, 23 (3): 340-34.
3. Auró A, Ocampo L (1999) Diagnóstico del Estrés en Peces Veterinaria México, Vol. 30, núm. 4, págs. 337-344.
4. Barandica L, Tort L (2008) Neuroendocrinología e inmunología de la respuesta al estrés en peces *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 32(123): 267-284.
5. Bartulović V, Dulčić J, Matić S, Glamuzina B (2011) Ciclos reproductivos de *Mugil cephalus*, *Liza ramada* y *Liza aurata* (Teleostei: Mugilidae) *Journal of fish biology*, Vol. 78, núm. 7. págs. 2067-2073.
6. Bayazit V (2009) Evaluation of cortisol and stress in captive animals. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (2): 1022-1031.
7. Castell J, Sinhuber R, Wales J, Lee J (1972) Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Physiological symptoms of EFA deficiency *J. Nutr.*, 102: 87-92.
8. Colil A (2019) Estudio biológico preliminar para cultivo intensivo de *Mugil cephalus*. Tesis para optar al grado de Biólogo Marino. Concepción, Chile. 75 pp.
9. Colin E, Ziad H (1980) Review of Breeding and Propagation Techniques for Grey Mullet, *Mugil cephalus* L. Manila Philippines.
10. Coll J. (1991) Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundi - Prensa. Tercera Edición, España.
11. Collier, HB (1944) Estandarización de las determinaciones de hemoglobina en sangre. *Revista de la Asociación Médica Canadiense*, 50 (6), 550.
12. Corriero A, Mylonas C, Leber K, Crosetti D, Sadek S, Vallainc D, Estevez A, Rosenfeld H, Meiri- Ashkenazi I, Israeli D, Gisbert E, Rosa A, Robles R, Krystallis T (2018) Manual técnico-Lisa capitán (*Múgil cephalus*), Diversify, New species for EU aquaculture, UE, pp. 19.

13. Cortéz H (2014) Identificación de áreas potenciales para el cultivo semi-intensivo de lisa (*Mugil cephalus*) en etapa de engorda, en la cuenca del río La Ligua utilizando el Sistema de Información Geográfica. Proyecto para optar al título de Ingeniero Acuicultor. Pontificia universidad católica de Valparaíso. 93 pp.
14. Da Silva M, Macena G, Bazílio de Omena, Duarte J, Goulart A (2008) Composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos dos peixes tainha (*Mugil cephalus*) e camurim (*Centropomus undecimalis*) da Lagoa Mundaú, AL/Brasil Revista do Instituto Adolfo Lutz, 67(2), 89-95.
15. De Pedro N, Guijarro A, López M, Martínez R, Delgado M (2005) Daily y seasonal variations in haematological and blood biochemical parameters in the tench. doi: 10.1111/j.1365- 2109.2005.01338.x. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1111/j.1365-2109.2005.01338.x>
16. Eschmeyer W, Fricke R. (eds) (2011) Catalog of fishes. Disponible en: <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
17. FAO (2009) *Mugil cephalus*. In Cultured aquatic species fact sheets. Disponible en: [http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_fla theadgreymullet.htm](http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_fla theadgreymullet.htm).
18. Fazio F. Marafioti S. & Torre A. (2013) Perfiles hematológicos y de proteínas séricas de *Mugil cephalus*: efecto de dos hábitats diferentes. Ichthyol Res 60, 36–42. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10228-012-0303-1>.
19. Fernández C (2014) Variación estacional e interanual de la dieta de la lisa, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), frente a Callao (12°S), en 2005 y 2013 Ecología Aplicada, 13(2), 211-223.
20. Forlin L. & Haux C. (1985) Increased excretion in the bile of 17b-(3H) estradiol-derived radiocativity in rainbow trout treated with b-naphthoflavone. Aqu. Toxicol., 6: 197-208.
21. Froese R. & Pauly D. (2021). FishBase. *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. Consultado a través de: World Register of Marine Species. Disponible en:

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126983> el 2021-05-01.

22. Gómez B, Atoche-Suclupe, Malpica Z (2021) Composición y abundancia de la dieta de *Mugil cephalus* "lisa", región la libertad-Perú, 2016 rebiol, 41(1), 68-74.
23. Jiménez J, Linares J, Peña M, Ibarra Z (2020) Descripción del comportamiento de juveniles de lisa (*Mugil cephalus*) en condiciones de cautiverio. Revista Bio Ciencias Vol. 8 ISSN 2007- 3380.
24. Jimenez J. Boglino A. Linares J. Peña E. Ibarra Z. (2021) Resumen en extenso: Descripción del comportamiento de juveniles de lisa (*Mugil cephalus*) en condiciones de cautiverio. Revista Bio Ciencias, 8 Nutrigenómica C. C., & Acuícola B.
25. Junta editorial de WoRMS (2021). Registro mundial de especies marinas. Disponible en <https://www.marinespecies.org> en VLIZ. doi: 10.14284 / 170.
26. Kumaran R, Ravi V, Gunalan B, Murugan, Sundramanickam (2019) Estimation of proximate, amino acids, fatty acids and mineral composition of mullet (*Mugil cephalus*) of Parangipettai, Southeast Coast of India Advances in Applied Science Research, 3(4), 2015-2019.
27. Lizárraga C, Hernández C, González G, Basilio J, (2018) Propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes de polifenoles en peces carnívoros de cultivo CienciaUAT, 12(2), 127-136. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78582018000100127&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582018000100127&lng=es&tlng=es).
28. Mancera J, Martín M (2014) El sistema de estrés en peces teleósteos Academia edu, Cádiz, España, pp 3.
29. Mohamadi M. Bishkoul G. Rastiannasab A. Khara H. y Hut N. (2014) Indicadores fisiológicos de estrés salino en el salmonete, *Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758 juveniles. Patología clínica comparada, 23 (5), 1453-1456.
30. Montané i Giralt, J. (2002) Valoración del estrés de captura, transporte y manejo en el corzo (*Capreolus capreolus*) efecto de la acepromazina y de la cautividad. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria.
31. Montero D. & Izquierdo M. (2000) Efecto de los lípidos dietéticos en

- la salud y resistencia al estrés en peces. Pp. 282-297.
32. Mukund Mohan, Dhanya Ramachandran, T.V. Sankar, R. Anandan, Influence of pH on the solubility and conformational characteristics of muscle proteins from mullet (*Mugil cephalus*), Process Biochemistry, Volume 42, Issue 7, 2007, Pages 1056-1062, ISSN 1359- 5113, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2007.04.005>.
  33. Muñoz J, Mardones O, Vargas L, Gesto M (2015) Estrés en peces respuesta fisiológicas y sus implicaciones en el cultivo de salmónidos Salmonexpert, (5) 55-57.
  34. Oyarzún C. (2003) Catálogo de los peces presentes en el sistema de corrientes de Humboldt frente a Chile Centro Sur. Departamento de Oceanografía, Sección Pesquerías.
  35. Pottinger T., Moran T. & Cranwell P. (1992) The biliary accumulation of corticosteroids in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, during acute and chronic stress. Fish Physiol. Biochem., 10: 55-66.
  36. Ramos S, Gil H, Labastida A, Gómez R (2010) Reproducción y madurez gonádica de la lisa *Mugil cephalus* en las costas de Oaxaca y Chiapas Cienc. Pesq, 18, 79-91.
  37. Randall D, Perry S (1992) Catecolaminas Fish Physiology (12), Parte B, 1546-5098.
  38. Sáez G, Chero J, Cruces C, Minaya D, Rodríguez C, Suyo B, Romero S, Guabloche A, Tuesta E, Alvariño L, Lannacone J (2018) Parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea en diez especies de peces marinos capturados por pesquería artesanal en la Bahía del Callao, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29(4), 1161-1177.
  39. Santos E (2017) Physiological responses of fishes subject to stress Trabajo fin de grado. Universidad de la Laguna, pp 33.
  40. Segnini de Bravo, M. I., Chung, K. S., & Ciurcina, P. (2017) Tasa de aclimatacion al cambio de temperatura de *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) de Venezuela.
  41. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). Disponible en: <http://www.sernapesca.cl/medidas/lisa>.
  42. Thomas P. (1984) Influencia de algunas variables ambientales sobre el estado del ácido ascórbico en tejidos de salmonete, *Mugil cephalus* L. I. Efecto de la salinidad, captura-estrés y temperatura. Vol. 25 (6). pags.711–720. doi:10.1111/j.1095-

8649.1984.tb04917.x.

43. Trinder P. (1969). Determination of Glucose in Blood Using Glucose Oxidase with an Alternative Oxygen Acceptor. Volume 6, Issue 1 Disponible en: <https://doi.org/10.1177/000456326900600108>.
44. Ugalde R, Lucero J, López E, Salame-Méndez A, León M & de los Santos Romero R. (2018) Contenido de cortisol y corticosterona en plasma, saliva y heces de tlacuaches (*Didelphis virginiana*) machos habitantes de una localidad suburbana de los Valles Centrales de Oaxaca.
45. Ulloa B, Tapia M, Toscano C, Pozo C (2017) Fundamentos de hematología Edimec. Ecuador. pp. 103.
46. Uresti R, Delgado D, Martínez M, Velázquez de la Cruz, Ramírez de León (2016) Pesca, procesamiento y calidad nutritiva de la lisa (*Mugil cephalus*) y la huevo de lisa, Tamaulipas, México, pp 445-469.
47. Velasco Y, Cruz P (2007) Methodology for determination of plasma cortisol in fish using competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Rev.MVZ Córdoba 12(1): 869-877.
48. Whitfield A, Panfili J, Durand J (2012) Una revisión global del salmonete cosmopolita *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), con énfasis en los aspectos biológicos, genéticos, ecológicos y pesqueros de este aparente complejo de especies Rev Fish Biol Fisheries 22, 641–681.

