

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Protocolo para el manejo del cultivo de juveniles de robalos
(*Centropomus nigrescens*) en diferentes salinidades

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Acuicultura

Presentado por:

Aponte Martínez Ronald Bernardo

Zambrano Parrales Lissette Jacqueline

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

College of Maritime Engineering and Sea Science

Protocol for the management of juvenile of snook (*Centropomus nigrescens*) reared at different salinities

CAPSTONE COURSE

A project submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of:

Aquaculture Engineer

By:

Aponte Martínez Ronald Bernardo

Zambrano Parrales Lisstte Jacqueline

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi familia, en especial a ti papá Francisco por haberme mostrado el camino aun cuando yo no sabía si lo quería caminar, espero estes muy orgulloso de mi.

A mi mamá Sandra por haber apoyado cada una de mis decisiones sin importar cuales fueran y a mis hermanos Cristhian y Melanie por apoyarme en cada momento y tolerar mis malos humores cuando no dormía bien durante tiempos de clases y exámenes, pero sobre todo mientras escribía este proyecto. Y a mi pequeño Jack que ha sido mi compañero de desveladas durante este proceso.

Con amor,

Liss

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi madre Fanny y mi padre Carlos por haberme apoyado en cada uno de mis pasos y haberme inculcado buenos valores.

Además, dedico este proyecto a mis hermanos, que estuvieron siempre presentes y han sido mi ejemplo por seguir del cual aprendí tantas cosas.

Ronald

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutor Wilfrido Arguello PhD, quien estuvo presente guiándome con sus conocimientos y apoyo a través de todas las etapas de este proyecto.

También quiero agradecer a CENAIM por brindarme los recursos necesarios para la realización de este proyecto.

Quiero agradecer a Lissette, por ser una excelente e incondicional compañera en el transcurso de este proyecto.

Quiero agradecer a mis compañeros y a mi familia por estar presentes y apoyarme en todo momento.

Ronald

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida de manera exitosa, es más de lo que esperaba, y a mi familia, nuevamente, por ser pilar fundamental para mí.

A mi tutor Wilfrido Arguello por su paciencia y apoyo constante durante todo este proceso, pero sobre todo por haber confiado en nosotros para ser parte de este proyecto, sé que no ha sido fácil lidiar con nosotros.

A mi compañero de tesis Ronald, gracias por la paciencia, apoyo y dedicación; fue una suerte coincidir contigo en esta etapa.

A mi amigo Roberto, sabes que sin ti no hubiera llegado hasta aquí; gracias.

Gracias infinitas a la vida por permitirme disfrutar de este momento.

Liss

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *(nombre de los participantes)* y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ronald Aponte

Lisette Zambrano

EVALUADORES

Jerry Landivar Zambrano M.Sc

Profesor de Materia Integradora

Wilfrido Argüello Guevara Ph.D

Tutor Proyecto integrador

RESUMEN

El consumo de pescados y productos del mar se encuentra en una creciente demanda *per cápita* debido al incremento en la población humana, creando la necesidad de diversificar la producción acuícola.

Ecuador es un país donde la industria acuícola está liderada por el monocultivo de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) por lo que diversificar es una gran oportunidad para ampliar la producción. Para esto, se trabajó con el robalo negro (*Centropomus nigrescens*) una especie que tiene buenas características y gran aceptación en el mercado.

Durante la experimentación con juveniles de robalo a diferentes salinidades se buscó el mejor ambiente (salino) para establecer un protocolo de manejo que mejore el rendimiento productivo durante la etapa del engorde del cultivo; con datos reales de crecimiento, supervivencia y condición fisiológica, en donde se evaluó el índice hepatosomático (IHP) y viscerosomático (IVS), el porcentaje de hematocritos y el índice de crecimiento específico; dando los mejores resultados de crecimiento para agua salobre y agua dulce con $39,7 \pm 0,5g$ y $30,5 \pm 6,0g$ respectivamente mostrando diferencias significativas con el crecimiento en agua de mar de $27,3 \pm 3,4g$ lo que nos lleva a considerar los ambientes dulces y salobres como mejor opción para el cultivo. De igual forma, mediante encuestas y un esquema de difusión de la especie se evaluó la aceptación del robalo como producto de consumo en termino de oferta y demanda a los consumidores.

Palabras Clave: Diversificación, *Centropomus*, hepatosomático, viscerosomático, hematocrito, salinidad

ABSTRACT

The consumption of fish and seafood is in a growing demand *per capita* due to the increase in the human population, creating the need to diversify aquaculture production. Ecuador is a country where the aquaculture industry is led by the monoculture of white shrimp (*Penaeus vannamei*) so diversifying is a great opportunity to expand production. For this, we worked with the black robalo (*Centropomus nigrescens*) a species that has good characteristics and great acceptance in the market.

During the experimentation with juveniles of snook to different salinities the best environment (saline) was sought to establish a management protocol that best and the productive yield during the fattening stage of the culture; with real data of growth, survival and physiological condition, where the hepatosomatic index (HPI) and viscerosomatic index (VSI), the percentage of hematocrits and specific growth index were evaluated; giving the best growth results for brackish water and freshwater with $39.7 \pm 0.5\text{g}$ and $30.5 \pm 6.0\text{g}$ respectively showing significant differences with the growth in seawater of $27.3 \pm 3.4\text{g}$ which leads us to consider freshwater and brackish environments as the best option for cultivation. Similarly, through surveys and a scheme of diffusion of the species, the acceptance of the snook as a consumer product in terms of supply and demand to consumers was evaluated.

Keywords: Diversification, *Centropomus*, hepatosomatic, viscerosomatic, hematocrit, salinity

ÍNDICE GENERAL

Contenido

EVALUADORES	8
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS falta	VII
ÍNDICE DE TABLASfalta	VIII
1 Introducción.....	1
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Marco Teórico	5
1.4.1 Biología del robalo	5
1.4.2 Homeostasis.....	7
1.4.3 Especies eurihalinas.....	8
1.4.4 Efectos de la salinidad en el rendimiento productivo	9
1.4.5 Ambientes de cultivo en el ecuador para <i>Centropomus nigrescens</i>	10
1.4.6 Importancia del robalo para la acuicultura	10
2 Metodología	11
2.1 Revisión Bibliográfica sobre el robalo.....	11
2.2 Evaluación de mercado del robalo	11
2.3 Evaluación experimental del crecimiento del robalo	12

2.4	Análisis y cálculos estadísticos	13
3	Resultados y Análisis	16
3.1	Crecimiento y supervivencia de juveniles de robalos	17
3.2	Encuestas para evaluar la aceptación del robalo como producto consumible en términos de oferta y demanda.....	21
3.3	Esquema de difusión de la producción del robalo	24
3.4	Presupuesto.....	25
4	Conclusiones y Recomendaciones.....	27
4.1	Conclusiones	27
4.2	Recomendaciones	28

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CENAIM	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
FAO	Food and Agriculture Organization
RAS	Sistemas de recirculación en acuicultura
ANOVA	Análisis de varianza para comparar múltiples medias
ECI	Tasa de crecimiento específico
KF	Factor de condición de Fulton
FCA	Factor de conversión alimenticia
FE	Eficiencia de alimentación
IHP	Índice hepatosomático
IVS	Índice viscerosomático
%S	Porcentaje de supervivencia al final del experimento:

SIMBOLOGÍA

g	Gramos
cm	Centímetros
°C	Grados Celsius
pH	Medida de acidez o alcalinidad
DO	Oxígeno disuelto
PPT	Partes por trillón
PPM	Partes por millón
TSS	Total de Solidos Disueltos
TDS	Total de Solidos Suspendidos
Kg	Kilogramos
TAN	Total de Nitrógeno Amoniacal

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Especies de robalos (<i>Centropomus</i> sp.) del Pacífico oriental tropical. A) <i>C. armatus</i> ; B) <i>C. viridis</i> ; C) <i>C. medius</i> ; D) <i>C. unionensis</i> ; E) <i>C. nigrescens</i> ; F) <i>C. robalito</i> . Fotos tomadas de: (Robertson, 2006)	6
Figura 3.1 Peso corporal de los juveniles de <i>Centropomus nigrescens</i> (g) sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).	17
Figura 3.2 Índice de crecimiento específico de los juveniles de <i>Centropomus nigrescens</i> sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).	18
Figura 3.3 Temperatura promedio de cada sistema a diferentes salinidades en $^{\circ}\text{C}$ tomada diariamente desde el día cero hasta el día uno. Se puede visualizar la disminución paulatina con respecto al tiempo.	21
Figura 3.4 Resultados de la encuesta, Elija su género.	21
Figura 3.5 Evaluación de la frecuencia con la que se consume pescado	22
Figura 3.6 Evaluación de la preferencia de consumo con respecto a la procedencia del pescado	23
Figura 3.7 Evaluación del reconocimiento del robalo	23
Figura 3.8 Evaluación de la disponibilidad económica para comprar robalos.	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Clasificación taxonómica del <i>Centropomus nigrescens</i> . Obtenida de: (Lockington, 1877)	5
Tabla 3.1 Parámetros de crecimiento de juveniles de <i>Centropomus nigrescens</i> sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).	18
Tabla 3.2 Índices hepatosomático (IHS, %) y viscerosomático (IVS, %), factor de condición de Fulton (K) (g.cm^{-3}), hematocrito (%), filete (%) y ECI \$ ($\text{U}\$\text{S Kg}^{-1}$) de juveniles de <i>Centropomus nigrescens</i> sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).....	19
Tabla 3.3. Costos fijos iniciales.	25
Tabla 3.4 Costos mensuales de electricidad.....	25
Tabla 3.5 Costos mensuales de alimentación.....	26

CAPITULO 1

1 Introducción

La producción de pescados y mariscos en el 2018 alcanzó la cifra récord de 96.4 millones de toneladas en producción mundial por pesca y 114.5 millones de toneladas de producción mundial por acuicultura, debido a la creciente demanda *per cápita* por consumir pescados y productos del mar. Estos datos permiten tener una estimación del crecimiento del consumo mundial de pescado para el 2030 del 18% más que en el 2018 (FAO, 2020).

A partir de aquí, es sencillo evidenciar la necesidad en el Ecuador de ampliar la acuicultura tanto en la diversificación de especies cultivadas como en su producción. El camarón blanco (*Penaeus vannamei*) es la especie acuícola que más se cultiva a nivel nacional, y ocupa el segundo lugar dentro de los productos no petroleros en generar altos ingresos económicos, muy por debajo están otras especies como la tilapia (*Oreochromis mossambicus*; *O. niloticus*), trucha (*Oncorhynchus mykiss*), cachama (*Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus*), sábalo (*Brycon* sp.) Paiche (*Arapaima gigas*), que son destinados al consumo local (Instituto Nacional de Pesca, s.f.).

Para el 2030, se espera que al menos el 59 % del pescado disponible para el consumo humano sea resultado de la producción acuícola (FAO, 2020), por lo que la diversificación es una opción para llegar al desarrollo sostenible de la acuicultura, ya que daría paso a la creación de una economía viable, no solo enfocada en los sectores ya conocidos, como la camaronicultura (en el caso de Ecuador), sino por el contrario, se crearían más y diferentes puestos de trabajo en nuevos sectores, de forma que la demanda de profesionales y mano de obra aumentaría, así como también se ayudaría al medio o ambiente evitando la sobreexplotación de recursos naturales y aprovechando las virtudes no descubiertas de los organismos acuáticos candidatos a explotación por acuicultura.

Los ecosistemas y parámetros ambientales que posee el Ecuador permiten que exista una extensa biodiversidad y la posibilidad de encontrar especies que se pueden producir de manera eficiente y sostenible, como el robalo negro (*Centropomus nigrescens*) que es la especie de robalo que logra un mayor crecimiento dentro de la familia Centropomidae, al ser una especie eurihalina, posee la capacidad de adaptarse y crecer en salinidades que van desde los 0.07 ppt hasta los 58.29 ppt (Escárcega-Rodríguez, 2018). Adicional a esto, la carne del robalo presenta altas cualidades organolépticas y, por ende, es bastante solicitada en los mercados locales como una de las especies más exquisitas de la gastronomía ecuatoriana (Machado, 2013). Todas estas características hacen del robalo una potencial especie candidata para ser cultivada en cautiverio y aprovechar todos sus beneficios. Sin embargo, no se tienen datos que evidencien el mejor ambiente para maximizar el crecimiento y la supervivencia en términos de salinidad durante la etapa de engorde.

El Ecuador dispone de varios ambientes aprovechables en donde puede habitar y crecer el robalo negro, entre estos tenemos toda la zona costera con una extensión de 640 km aproximadamente (Andrea L. Varela, 2020). Las zonas estuarinas 200 ha de aguas estuarinas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2001) y el área camaronera que en el 2018 reportó 220.000 hectáreas de estanques de producción (Piedrahita, 2018).

1.1 Descripción del Problema

Satisfacer la necesidad alimentaria de la población humana se ha convertido en uno de los principales problemas de la actualidad debido al crecimiento demográfico, y se prevé que para el 2050 existan más de 9000 millones de personas, que junto con el cambio climático y un aumento en las competencias de recursos naturales son el anuncio de serios problemas para la seguridad alimentaria (FAO, 2016).

La diversificación es una opción para llegar al desarrollo sostenible dando paso a la creación de una economía viable. Es por esto, que existe un gran interés por desarrollar paquetes tecnológicos de cultivos de especies que contribuyan con la diversificación de la acuicultura en el Ecuador.

Una de las especies candidatas para incrementar las opciones para la diversificación de la acuicultura en el Ecuador es el robalo negro (*C. nigrescens*) debido a su capacidad de adaptación y alta supervivencia (Escárcega Rodríguez, 2017) sumado a la gran aceptación en el mercado local gracias al color de su carne, la textura, su buen sabor y que su precio es bastante accesible al consumidor con un promedio de \$2,50 la libra (Comercio) ¿¿ referencia?? lo convierte en una potencial especie idónea para producción en cautiverio no sólo para consumo o venta sino también como remediador de cuerpos de agua al utilizarlos en reservorios de camarónicas ya que ayudan a disminuir los niveles de *Vibrio* spp (Atienza, 2015) mismos que son los causantes de enfermedades en camarón como “Vibriosis”, “Síndrome de la gaviota” o “Rojos vivos” entre otros (Cuéllar-Anjel, 2013). Así mismo, puede considerarse como una opción para optimizar recursos no utilizados y generar mayores ingresos y mejor rentabilidad.

El cultivo de robalo ha despertado un gran interés por los principales grupos camaroneros que desean implementar este cultivo dentro de sus granjas de producción de camarones debido a que, como se ha mencionado anteriormente, esta especie puede desarrollarse tanto en agua dulce, salobre o marina.

Actualmente es el CENAIM (Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas) el que proporciona juveniles de robalos a un reducido grupo de empresarios interesados en aplicar su tecnología de cultivo. Sin embargo, aún no se cuenta con la cantidad de información suficiente sobre parámetros zootécnicos, crecimiento, alimentación y sobre todo el ambiente con la salinidad más propicia para asegurar una buena conversión alimenticia, por lo que se vuelve necesario e imperativo profundizar en el estudio de crecimiento a diferentes salinidades para proporcionar un paquete tecnológico específico en el cual pueda detallarse claramente la forma más eficiente de realizar el cultivo para asegurar los mejores resultados al final de la producción.

1.2 Justificación del Problema

El *Centropomus nigrescens*, es una especie eurihalina, capaz de adaptarse a ambientes con diferentes salinidades de manera rápida y con estrés reducido sin

volverlo vulnerable a enfermedades y patógenos (Tucker, 1989), esto les da una gran ventaja frente a las demás especies.

Debido a esto se puede pensar que, al ser el Ecuador un país camaronero con granjas que en su mayoría cuentan con agua dulce, salobre y marina, el cultivo en cautiverio del robalo podría ser una buena opción hacia la diversificación de especies, ya que no necesitaría de cultivos en jaulas off-shore sino por el contrario, podría pensarse en cultivarlas en camaroneras optimizando recursos y proporcionando resultados que se verán reflejados en el crecimiento y sabor del producto final.

En Ecuador, esta especie cuenta con una gran demanda gracias al sabor de su carne, sin embargo, la información científica que se tiene para cultivarlo en cautiverio es escasa, por lo que, se ha considerado, mediante este estudio experimental encontrar el medio de cultivo más apropiado para maximizar el crecimiento sin comprometer la supervivencia del robalo durante el cultivo, lo que otorgará un paquete tecnológico bastante útil. Es decir, a partir de aquí se podrá profundizar y mejorar las formas de cultivo hasta ahora establecidas al momento de considerar su explotación o, por el contrario, establecer nuevos protocolos y formas de cultivar dicha especie.

Según la FAO “En los países en desarrollo, el consumo aparente de pescado creció significativamente, de 5,2 kg per cápita en 1961 a 19,4 kg en 2017, a una tasa media anual del 2,4%” (FAO, 2020). Por lo que los resultados de este trabajo servirán de guía y estímulo para optar por el camino de la diversificación de especies cultivadas en el Ecuador creando nuevos espacios para el cultivo de peces lo que ayudará a aumentar la producción por acuicultura para cumplir con las necesidades alimenticias y económicas de la población.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Establecer un protocolo de manejo que mejore el rendimiento productivo del cultivo de robalo mediante datos reales de crecimiento, supervivencia y condición fisiológica de juveniles en diferentes salinidades.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento y supervivencia de juveniles de robalos cultivados en diferentes salinidades por 90 días.
- Evaluar la aceptación del robalo como producto consumible en términos de oferta y demanda a través de encuestas a los consumidores.
- Elaborar un esquema de difusión del robalo como especie apta para la diversificación de la acuicultura en Ecuador.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Biología del robalo

1.4.1.1 Taxonomía

El robalo, es una especie proveniente de la familia Centropomidae, que cuenta con 12 especies registradas del género *Centropomus* (foto 1.1) de donde 6 son endémicas del Pacífico oriental (Coba, 2015).

Son animales demersales, robustos, sedentarios, soportan altas densidades de siembra y no gastan energía por actividad excesiva (Tucker, 1989). El robalo es una especie hermafrodita protándrico que habita en aguas salobres y migra al mar para reproducirse en salinidades superiores a 30 ppt (Polonía-Rivera, 2017). Dentro de condiciones naturales, las costas estuarinas son de biotopo de manglar, este es el hábitad natural de los robalos adultos, pero debido a la tala y reducción de manglares en las costas se han visto vulnerables (Gilmore, 1983).

Tabla 1.1 Clasificación taxonómica del *Centropomus nigrescens*. Obtenida de: (Lockington, 1877)

REINO:	ANIMALES
PHYLUM:	Cordados
SUBPHYLUM:	Vertebrados
CLASE:	Óseos
SUBCLASE:	Actinopterygii
ORDEN:	Perciformes
FAMILIA:	Centropomidae

SUBFAMILIA:	Centropomidae
GÉNERO:	<i>Centropomus</i>
ESPECIE:	<i>nigrescens</i>
NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Centropomus nigrescens</i>

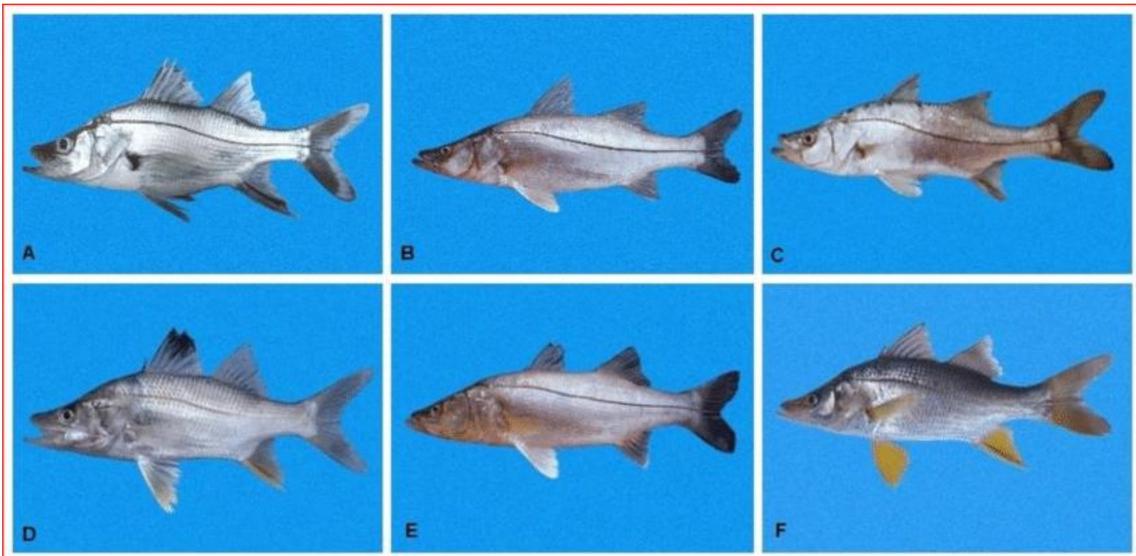


Figura 1.1 Especies de robalos (*Centropomus sp.*) del Pacífico oriental tropical. A) *C. armatus*; B) *C. viridis*; C) *C. medius*; D) *C. unionensis*; E) *C. nigrescens*; F) *C. robalito*. Fotos tomadas de: (Robertson, 2006)

1.4.1.2 Hábitat

Todas las especies del género *Centropomus* han sido encontradas en aguas tropicales y subtropicales, zonas estuarinas, lagunas costeras con cercamientos de agua dulce, zonas costeras en mar abierto, desembocaduras de ríos o aguas salobres con poca profundidad, se los encuentra también sobre fondos de arena, fango y grava en bahías, zonas con piedras o cubiertas de conchas de bivalvos (Nelson, 2006). Estos tienen migración estacional entre agua dulce y agua salada, con salinidades entre 10 – 38 ppm y temperaturas entre 15 a 30 °C.

Es en sus estados tempranos donde habitan en comunidades de manglares, estos juveniles pueden soportar rangos de salinidad y temperaturas entre 0 a 40

ppt y 12 a 40 °C, respectivamente. De la misma forma, los juveniles pueden sobrevivir en aguas con baja concentración de oxígeno disuelto (Parenti, 2004).

1.4.1.3 Alimentación en ambientes naturales

En ambientes naturales, su alimentación está basada principalmente de cangrejos, camarones y peces óseos de los estuarios y zonas bentónicas costeras (Juan Ramón Flores-Ortega, 2015).

Dentro de los estudios realizados de hábitos alimenticios de las especies del género *Centropomus* se han encontrado que existe un patrón general, donde la alimentación dependerá de la disponibilidad local de cada zona, siendo principalmente una dieta basada en crustáceos y peces. De la misma manera su alimentación va relacionada con la época del año. Además, estos se alimentan durante la noche o durante el cambio de marea (M.C Minerva, 2004).

1.4.1.4 Importancia económica

El robalo posee un factor de conversión bajo de 0,875:1 y se cree que es el más bajo en comparación con los demás peces marinos que se han cultivado (Álvarez-Lajonchère, 2008). Su tasa de crecimiento es alta en cautiverio siendo de 0,8-1 kg/año e incluso 5 kg en 20 meses en agua marina (Escárcega Rodríguez, 2017).

1.4.2 Homeostasis

1.4.2.1 Salinidad

Todos los seres vivos tienen en común la necesidad de sostener la homeostasis, que es la tendencia de un cuerpo a mantener un ambiente interno estable y relativamente constante (David E. Sadava, 2009). Para los peces esta es de suma importancia debido a que están en contacto directo con el agua y sus variaciones de salinidad.

La osmorregulación es un proceso por el cual se mantiene un balance interno de sal y agua en el cuerpo de los peces. Siempre existe una diferencia entre la salinidad de un medio acuático y el interior del pez, sin importar que el pez sea de agua marina o dulce. Esto, debido a lo delgado que es el recubrimiento de un

pez sobre todo en el área de las branquias, el agua siempre intentará ingresar por osmosis y difusión.

Independiente de la salinidad del medio los peces usan la osmorregulación como mecanismo de batalla en contra de los procesos de osmosis y difusión, así manteniendo un balance interno de sal y agua esencial para su eficiencia y supervivencia (Evans, 2010).

La presencia y el movimiento de iones entre un cuerpo a otro, cumple un rol fundamental en cómo funcionan las células tanto en especies terrestres como en especies de hábitat acuáticos, afectando directamente al rendimiento del organismo (Norstog, 2014).

En peces de agua dulce, su interior está compuesto por mayores concentraciones de sales en relación con el ambiente externo, por ende, tienen la tendencia de perder sal y absorber agua por osmosis, debido a esto los peces tienen riñones eficientes de los cuales excretan los excesos de agua mediante abundante orina. Por otro lado, en los peces marinos ocurre lo contrario y estos beben abundantes cantidades de agua para evitar deshidratarse y excretan una orina más densa de manera que mantienen agua, para esto poseen células especiales en las branquias llamadas células cloruro las cuales se activan con un coste extra de energía y eliminan la sal del agua para no absorberla (PetMD Editorial, 2016). Los costos metabólicos en estado de reposo o durante una actividad prolongada son los más bajos si el pez se encuentra en estado iso-osmótico, debido a los insignificantes costos de osmorregulación en tales condiciones (Lutz, 1987).

La mayoría de los peces son estenohalinos esto quiere decir que son incapaces de moverse de agua dulce a agua marina y viceversa. Notablemente algunos peces como el robalo son eurihalinos y estos son capaces de vivir tanto en agua dulce como en agua marina e incluso en agua salobre (Brauner, 2013).

1.4.3 Especies eurihalinas

Los peces eurihalinos constituyen un estimado del 3 al 5% de todas las especies de peces y debido a los cambios climáticos y los incrementos del nivel de mar

es de importancia entender el comportamiento y fisiología de las especies eurihalina (Stephen D. McCormick, 2013). Dentro de las especies más conocidas se encuentran la raya enana o raya hocicona (*Dasyatis sabina*), una pequeña raya que crece hasta 30 cm de ancho aproximadamente, este organismo habita en medios de agua dulce y agua salobre de la costa atlántica norte (Gilbert, 2017). El tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) otra especie eurihalina el cual es encontrado en aguas cálidas es una especie agresiva que se lo encuentra tanto en agua dulce como en agua salada. Las especies de salmónidos son un ejemplo de peces eurihalinos con gran importancia e interés acuícola para el humano, estos viven en temperaturas bajas al norte del hemisferio, dejan el agua dulce mientras son juveniles para llegar a estuarios en donde tienen una mejor alimentación, se trasladan hasta el mar en donde adquieren su madurez sexual y luego vuelven al mismo estuario como adultos y dar paso a su reproducción nuevamente en agua dulce (Thorpe, 1994).

1.4.4 Efectos de la salinidad en el rendimiento productivo

Se entiende como rendimiento productivo a los kilogramos por unidad de superficie o volumen obtenido al final de un periodo de tiempo, comúnmente a la cosecha, esto puede variar dependiendo de la densidad de siembra, la supervivencia y peso final de los organismos (Martinez, Meyer, Meyer, & Barrientos, 2006). El rendimiento productivo es muy importante al finalizar los ciclos de cultivo, pues ayuda a entender su efectividad (Hernández, 2017).

Debido a la capacidad de los peces de osmorregularse, los efectos de estos procesos se los puede observar en el rendimiento productivo. Para un ensayo de cultivo de *Oreochromis niloticus* en tanques de concreto con capacidad de 3500 litros, con dos tratamientos a 15 ppt y 25 ppt de salinidad respectivamente, se obtuvo datos de rendimiento productivo de 8024.1 libras/ha para el tratamiento al 15% de salinidad, mientras que para el del 25 ppt de salinidad se obtuvo de rendimiento productivo 6943.8 libras/ha (Hernández, 2017).

1.4.5 Ambientes de cultivo en el Ecuador para *Centropomus nigrescens*

El Ecuador dispone de varios ambientes en los que puede habitar y crecer el robalo negro, entre estos tenemos toda la zona costera con una extensión de 640km aproximadamente (Andrea L. Varela, 2020). Las zonas estuarinas con 7 estuarios principales; sistema estuarino entre los ríos Mataje y Santiago (provincia de Esmeraldas), estuario del río Esmeraldas (provincia de Esmeraldas), estuario del río Muisne (provincia de Esmeraldas), estuario del río Cojimíes (provincia de Esmeraldas), estuario del Río Chone (provincia de Manabí), estuario del río Guayas (provincia del Guayas) y estuario del río Jubones (provincia del Guayas) los cuales juntos significan alrededor de 200ha de aguas estuarinas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2001). El área de producción de camarones en el Ecuador el cual en 2018 reportó 220.000 hectáreas de estanques de producción (Piedrahita, 2018).

1.4.6 Importancia del robalo para la acuicultura

Debido a su carne blanca de textura delicada, su no muy fuerte sabor a marisco y su valor para el consumo, el robalo es apreciado tanto en la acuicultura como en la pesca comercial y deportiva. Estudios registran especies de *Centropomus* en estanques y reservorios de cultivo de *Penaeus vannamei* en aguas salobres, de manera que da la posibilidad de una cría exitosa en cautiverio ya sea en tierra o jaula en este tipo de agua con variaciones de turbidez y salinidad (Vergara-Chen, 2014).

Se ha reportado que el crecimiento promedio del *C. nigrescens* fue de 1,84 g/día, con una alimentación en base a alimento vivo en un sistema semi-intensivo (Alvarez-Lanjonchre (2006), esta supera a la de otras especies marinas con interés comercial como por ejemplo la cobia, mero, pargo, dorado, lubina, dorado, pámpano, corvina y sabalote (Escárcega-Rodríguez, 2018).

Es así como se considera al robalo como una especie potencial para la diversificación acuícola tanto en el Ecuador como en otros países

CAPITULO 2

2 Metodología

La metodología de este proyecto se dividió en 4 pasos

1. Revisión Bibliográfica sobre el cultivo de robalo
2. Evaluación de mercado del robalo y preferencias del consumidor
3. Evaluación experimental del crecimiento del robalo a diferentes salinidades
4. Análisis estadístico de los resultados

2.1 Revisión Bibliográfica sobre el robalo

La primera parte del proyecto se realizó mediante un metaanálisis de la información ya existente en revistas científicas, revistas técnicas y publicaciones o documentos de internet.

Se realizó una clasificación de la información sobre cultivos, es decir, debido a que el interés se centraba en evaluar el comportamiento del robalo a diferentes salinidades se clasificó toda la información siguiendo ese parámetro. Posterior a esto, se clasificó nuevamente la información por el género *Centropomus*, aunque en el presente proyecto se trabajó con *Centropomus nigrescens* no se pudo filtrar la información solo para esta especie debido a que la información existente es escasa y fue necesario tomar la información con respecto al género *Centropomus*.

2.2 Evaluación de mercado del robalo

Dentro de la metodología usada en este proyecto se realizaron encuestas dentro de la comunidad local de forma que se evaluó la aceptación que tiene el robalo negro en el mercado. La encuesta estuvo compuesta por 18 preguntas y fue enviada a 68 personas. Para un detalle de la encuesta realizada véase Anexo I.

El robalo negro (*Centropomus nigrescens*) tiene gran aceptación en Ecuador a nivel de mercado nacional, ya que, a lo hora de realizar compras dentro de los

principales mercados de Guayaquil, peces como el atún, carita, bagre, corvina, dorado y robalo no pueden faltar dentro de la búsqueda del pescado ideal de consumo (Telegrafo, 2018).

2.3 Evaluación experimental del crecimiento del robalo

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas “Edgar Arellano” (CENAIM-ESPOL) en los nuevos laboratorios con sistema de recirculación (RAS, Recirculation Aquaculture System).

Se utilizaron 3 sistemas RAS con 3 tratamientos. Cada tratamiento constaba de 3 réplicas cada uno. Los tratamientos fueron:

- Agua dulce: 3 g.L-1 de salinidad
- Agua salobre: 13 g.L-1 de salinidad
- Agua marina: 33 g.L-1 de salinidad

Se sembraron 11 juveniles en cada tanque ($n = 99$) con un peso y talla promedio de $77,9 \pm 0,5$ g y $21,7 \pm 0,1$ cm, respectivamente. El experimento duró 90 días en los que diariamente se registraron parámetros como: temperatura, luminosidad, pH, oxígeno disuelto, y salinidad. Además, se realizaron mediciones de amonio y nitrito 2 veces a la semana utilizando el Kit API® Ammonia Freshwater/Saltwater para el amonio y el Kit API® Nitrate NO3 Freshwater & Saltwater para el nitrito.

La alimentación de los juveniles se realizó en 2 dosis, por la mañana (8h00) y por la tarde (16h00), con alimento pelletizado flotante de 4 mm (Skretting®). Debido a que se trabajó en sistemas RAS el agua se mantenía en recirculación, sin embargo, era necesario sifonear los tanques al menos una vez al día lo que causaba que se bajara el nivel del agua: por lo que se realizaba reposición de entre el 5 y 10% del agua total de los sistemas cada 3 o 4 días.

Cada 30 días se tomaron muestras de agua de cada sistema para realizar el análisis por espectrofotometría de: pH, nitrógeno amoniacal total (mg L-1 ; TAN, por sus siglas en inglés), Nitrito (mg L-1), sólidos suspendidos totales (mg L-1 ; TSS, por sus siglas en inglés) y sólidos disueltos totales (mg L-1 ; TDS, por sus

siglas en inglés) (APHA, 1998); de igual manera cada 30 días se realizó el análisis biométrico de los juveniles para registrar su peso, longitud estándar y longitud total y estimar crecimiento mensual. Los análisis que incluyeron la manipulación de los juveniles se los realizó anestesiándolos en agua diluida con eugenol (aceite de clavo de olor)

Al finalizar el experimento (día 90), se tomaron de manera aleatoria 3 peces de cada tanque, que se sacrificaron y disectaron para tomar muestras del hígado, las vísceras y el filete. Estas muestras fueron pesadas y los datos registrados para luego procesarlos y determinar el índice hepatosomático, índice viscerosomático y el porcentaje de filete, respectivamente. Se realizó también una biometría hemática extrayendo muestras de sangre mediante un corte o punción con un bisturí cerca a la aleta caudal del pez y se tomó una muestra de 1ml en un tubo capilar con heparina (para evitar la coagulación) llenando, por capilaridad, las $\frac{3}{4}$ partes del tubo.

Todos los datos obtenidos fueron registrados para análisis posteriores.

2.4 Análisis y cálculos estadísticos

Una vez obtenidos los datos se los procesó en Excel.

Para determinar el rendimiento productivo y condición fisiológica de los peces se hizo uso de las siguientes formulas:

Tasa de crecimiento específico (ECI):

$$ECI = \frac{\ln P_f - \ln P_i}{\Delta t} \times 100$$

Factor de condición de Fulton (K_F):

$$K_F = \frac{P}{(LS)^3} \times 100$$

Factor de conversión alimenticia (FCA):

$$FCA = \frac{\text{Alimento ofrecido}}{\text{Biomasa ganada}} \times 100$$

Eficiencia de alimentación (FE):

$$FE = \frac{P_f - P_i}{\text{Alimento consumido}} \times 100$$

Consumo de alimento diario:

$$CAD = P_{\text{alimento diario}} \times \text{dia} \times \text{pez}$$

Consumo de alimento total:

$$CAT = \frac{P_{\text{alimento total}} (g)}{\#Peces}$$

Porcentaje de Filete

$$\% = \frac{\text{Peso de filete con piel}}{\text{Peso de pez sin vísceras}} \times 100$$

Índice hepatosomático (IHP) y viscerosomático (IVS)

$$IHP = \frac{\text{Peso del hígado}}{\text{Peso total del cuerpo}} \times 100$$

$$IVP = \frac{\text{Peso de vísceras}}{\text{Peso total del cuerpo}} \times 100$$

Porcentaje de supervivencia al final del experimento: (% S)

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Peces sobrevivientes}}{\text{Total de peces sembrados}} \times 100$$

Índice económico: (ECI)

$$ECI = (\$ \text{ por Kg de alimento}) \times (FCA)$$

Los datos fueron sometidos a las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y de Levene para comprobar la normalidad y homogeneidad de las varianzas, respectivamente. Cuando los datos no cumplieron con estas condiciones (FCA y ECI) fueron transformados con Logaritmo Natural. Los datos de los parámetros productivos, estado fisiológico e índice económico fueron sometidos a la prueba de ANOVA de una vía, y posteriormente a la prueba de Tukey para las

comparaciones múltiples. Los datos son presentados como media \pm desviación estándar a un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software XLSTAT® 2017.1.1 (Addinsoft, 2021)

CAPITULO 3

3 Resultados y Análisis

Anteriormente, se han realizado trabajos de investigación con el género *Centropomus* en diferentes países del mundo, de los cuales el trabajo realizado por (Sterzelecki, 2013) indicó que para *C. parallelus* la actividad de las branquias por osmorregulación fue significativamente mayor a 5 ppt que a 20 y 35 ppt durante el periodo corto de aclimatación, pero no después de la exposición a largo tiempo. Sin embargo, los juveniles de robalo fueron capaces de aclimatarse y cultivarse a salinidades de 5 y 35 ppt sin cambios significativos en peso o longitud luego de 60 días.

En un estudio realizado a diferentes salinidades (0, 18, 36 g/L) se obtuvieron resultados donde existe una mínima tendencia a incrementar el crecimiento en salinidades elevadas pero estas diferencias no fueron significativas (Nonell, 1995). Así mismo, en el experimento realizado por (Sterzelecki, 2013) con *C. parallelus* estos tuvieron pesos similares después de los 60 días, concluyendo que no hubo diferencia significativa entre tratamientos. La conversión alimenticia obtenida en otro estudio con *C. undecimalis* fue de 1,587 y 1,466 para distintos estanques cultivados a una salinidad de 2 a 10 ppt o g/L y alimentados con poecilidos (Luis E. Amador del A, 1994).

En estudios relacionados con el efecto de la salinidad en enzimas digestivas se observó que la transferencia de los peces a diferentes salinidades puede resultar en la alteración de la actividad enzimática del sistema digestivo (Moutou, 2004). La exposición de los peces a diferentes salinidades puede resultar en cambios en las tasas de agua ingerida, con esto es posible que la actividad de las enzimas digestivas se vea afectada por la salinidad del contenido intestinal (Tsuzuki, 2007). En un estudio se observó que la actividad de la proteínasa alcalina en el tracto digestivo de juveniles de *C. parallelus* cultivados a 5, 15 y 35 ppt después de 50 días fue en el caso de 15 ppt dos veces y seis veces mayor, comparado con los cultivados a 35 y 5 ppt respectivamente. Mientras que la actividad de la amilasa en los peces cultivados a 15 y 35 ppt fue significativamente mayor que los cultivados a 5 ppt (Tsuzuki, 2007).

3.1 Crecimiento y supervivencia de juveniles de robalos

En la figura 3.1. se presentan los datos de crecimiento en peso de los juveniles de robalo. En el día 0 (D0) del experimento los valores de peso inicial no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$). Mientras que al finalizar el experimento en el día 90 se evidenciaron diferencias significativas en el peso corporal ($P<0,05$) entre los tratamientos de agua de mar y salobre. Por otro lado, el tratamiento en agua dulce no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos. A pesar de que el peso final en el tratamiento de agua salobre es mayor que el de agua dulce, este no presentó diferencias significativas ($P>0,05$).

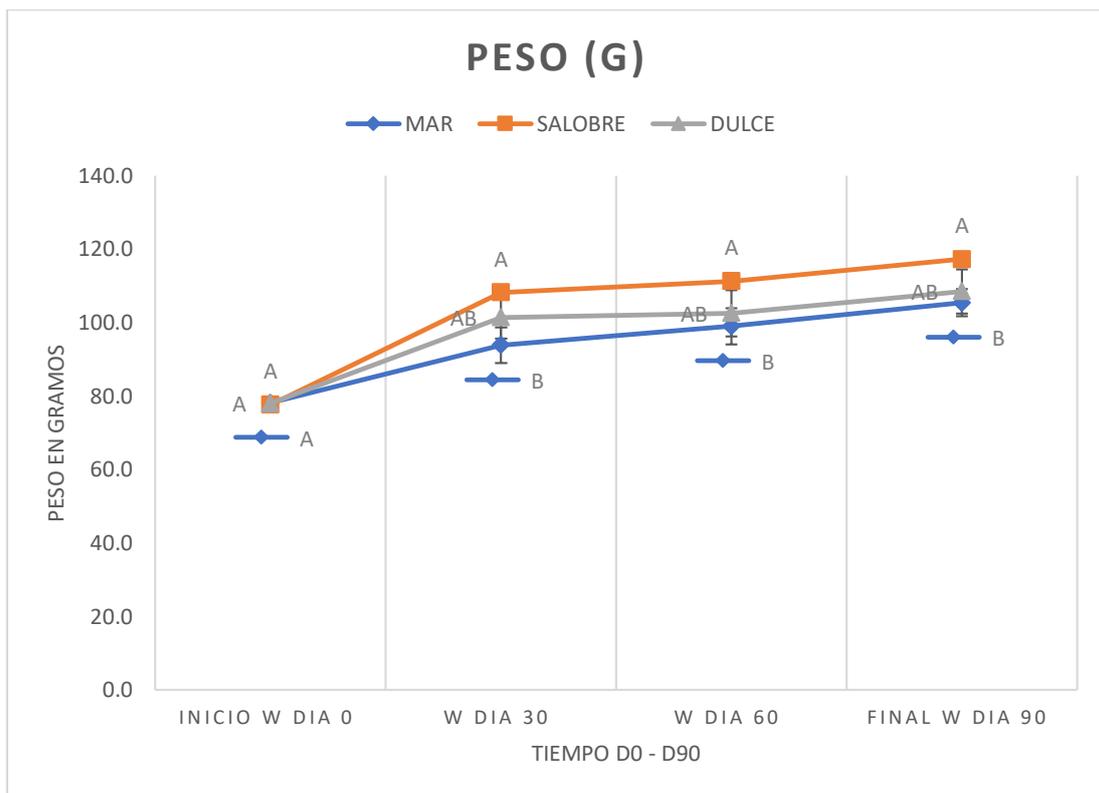


Figura 3.1 Peso corporal de los juveniles de *Centropomus nigrescens* (g) sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P<0.05$).

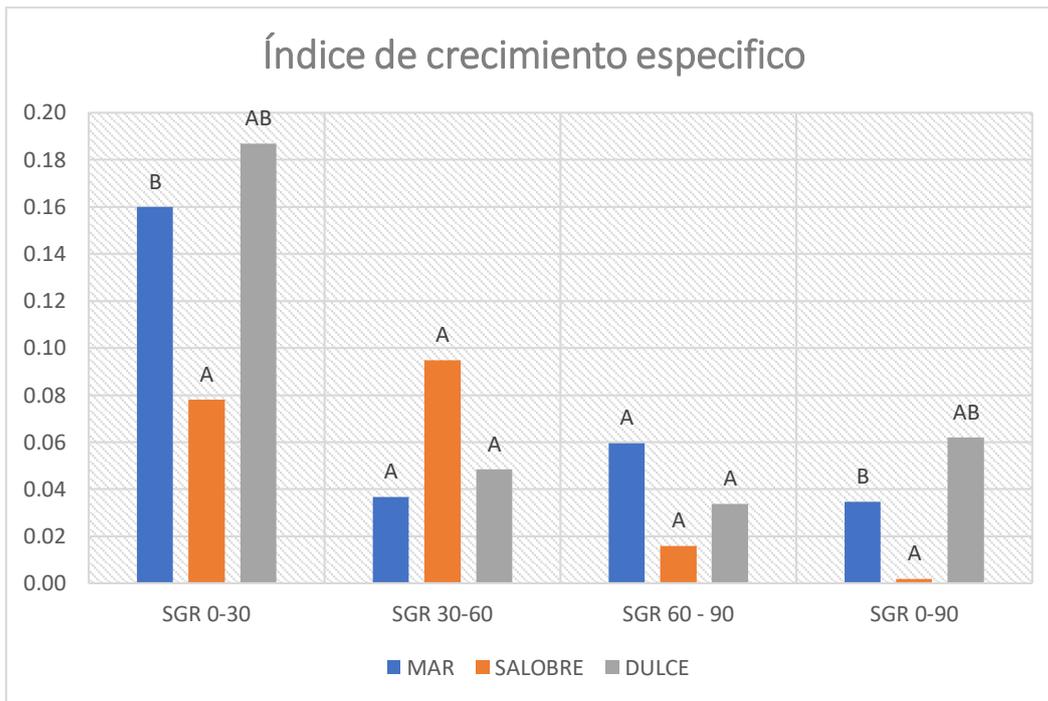


Figura 3.2 Índice de crecimiento específico de los juveniles de *Centropomus nigrescens* sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

Durante el experimento, el ICE (Figura 3.2) del tratamiento con agua salobre fue el más bajo exceptuando el periodo entre día 30 y 60 en donde fue el más alto, sin embargo, este tratamiento no presentó diferencias significativas entre sí durante el experimento. Entre el día 0 y 30 hubo diferencias significativas entre el tratamiento de agua de mar y agua salobre mientras que con el tratamiento de agua dulce no hubo diferencias estadísticas. En el periodo del día 30 y 60 y periodo 60 y 90 no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. De manera global, desde el día 0 hasta el día 90 se reflejaron diferencias significativas entre el agua de mar y el agua salobre, siendo el agua de mar el que presentó mayor ICE a diferencia del agua salobre, el agua dulce no presentó diferencias significativas durante todo el periodo ($P > 0,05$).

Tabla 3.1 Parámetros de crecimiento de juveniles de *Centropomus nigrescens* sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media \pm DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

Tabla de Rendimiento

AMBIENTE	Agua de Mar	Agua Salobre	Agua Dulce
Peso Inicial	78,1 ± 0,3 A	77,6 ± 0,7 A	78,0 ± 0,2 A
Peso Final	105,4 ± 3,6 B	117,3 ± 1,2 A	108,5 ± 6,0 AB
Long H Inicial	19,4 ± 0,1 A	19,4 ± 0,2 A	19,5 ± 0,1 A
Long H Final	21,2 ± 0,5 A	22 ± 0,3 A	21,6 ± 0,5 A
C. Alim. (g)	621,4 ± 58,4 B	784 ± 24,9 A	690,3 ± 70,7 AB
Alim. Diario (g)	6,9 ± 0,6 B	8,7 ± 0,3 A	7,7 ± 0,8AB
Crec. Absol. (g)	27,3 ± 3,4 B	39,7 ± 0,5 A	30,5 ± 6,0 AB
Crec. Indiv (g día-1)	0,3 ± 0,0 B	0,4 ± 0,0 A	0,3 ± 0,1 AB
Biomasa Inicial	589,1	853,4	857,9
Biomasa Final	1138,7	1290,1	1193,5

Se obtuvo el mayor crecimiento absoluto con el tratamiento de agua salobre 39,7 ± 0,5 g con un total de alimento de 784 ± 24,9, mostrando diferencias significativas con el tratamiento de agua de mar 27,3 ± 3,4, pero no con el de agua dulce 30,5 ± 6,0, por lo que no se obtuvo estadísticas significativamente diferentes entre el tratamiento de agua dulce y agua salobre (P>0,05). En cuanto a la longitud de horquilla final no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (P>0,05) (Tabla 3.1).

Tabla 3.2 Índices hepatosomático (IHS, %) y viscerosomático (IVS, %), factor de condición de Fulton (K) (g.cm-3), hematocrito (%), filete (%) y ECI \$ (U\$S Kg-1) de juveniles de *Centropomus nigrescens* sometidos a tratamientos con distinta salinidad. Valores medios y desviación estándar (media ± DS) diferentes letras indican diferencia significativa (Prueba de Tukey, P<0.05).

Tabla de condición fisiológica

AMBIENTE	MAR	SALOBRE	DULCE
ICE (% día-1)	0,33 ± 0,03 B	0,46 ± 0,00 A	0,37 ± 0,06 AB
K Fulton (g cm-3)	1,11 ± 0,04 A	1,1 ± 0,03 A	1,07 ± 0,02 A
FE	3,95 ± 0,12 A	4,56 ± 0,09 A	3,96 ± 0,54 A
Filete (%)	58,7 ± 2,7 B	62,2 ± 0,9 AB	64,9 ± 1,7 A

IHS (%)	0,76 ± 0,09 A	0,71 ± 0,11 A	1,17 ± 0,30 A
IVS (%)	4,9 ± 0,8 A	5,1 ± 0,5 A	5,1 ± 0,6 A
Hematocrito (%)	22,1 ± 0,8 A	21 ± 6,2 A	28 ± 5,1 A
ECI \$ (U\$S Kg-1)	0,32 ± 0,01 A	0,28 ± 0,01 A	0,32 ± 0,05 A

En la tabla 3.2 se observan los resultados de la condición fisiológica de los juveniles durante los 90 días del experimento. El porcentaje de filete presentó diferencias significativas entre el agua de mar y agua dulce mostrando el agua dulce mejores resultados; el agua salobre no presentó diferencias con los demás tratamientos. Las variables K Fulton, FE, IHS, IVS, Hematocrito y ECI no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

La temperatura descendió 3°C durante el periodo de experimentación, esto ocurrió en todos los sistemas independientemente de la salinidad con la que estuviera funcionando cada uno, la temperatura con la que inició el experimento fue de 26°C y culminó en 23°C (Figura 3.3).

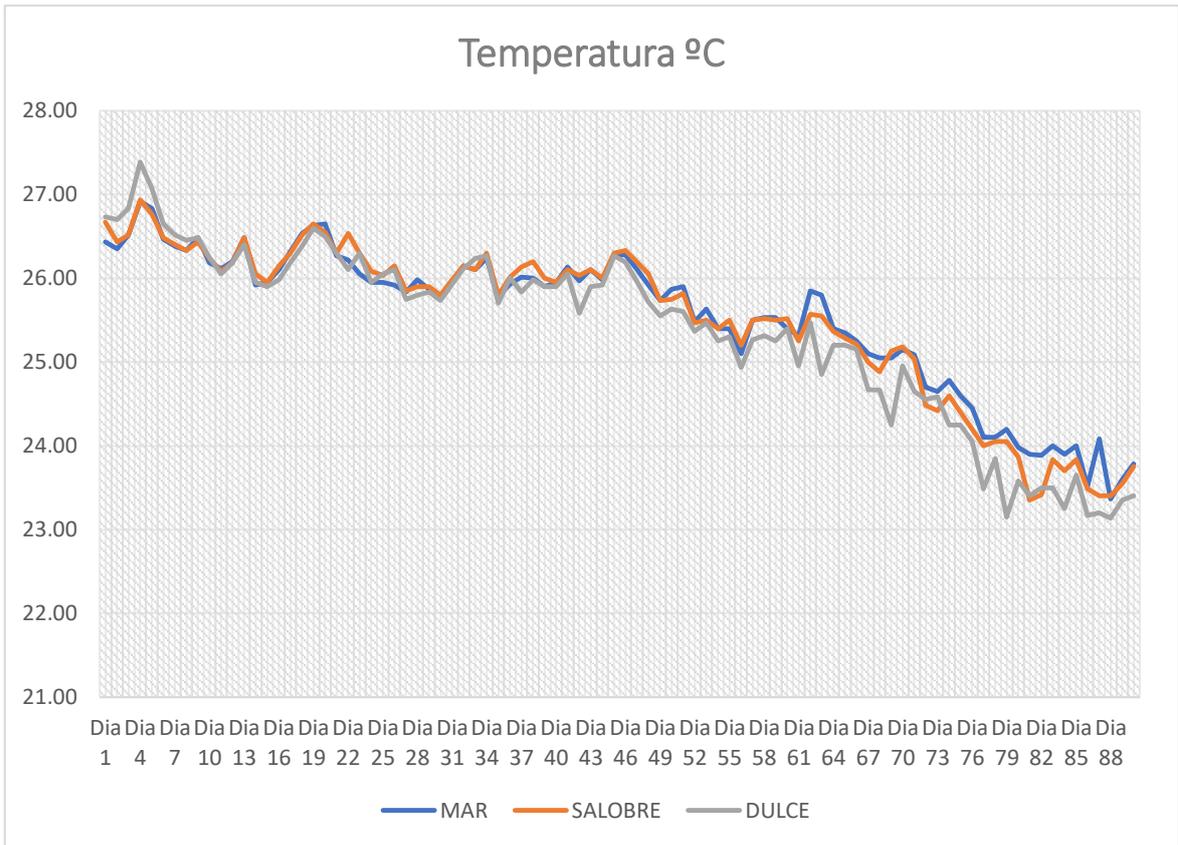


Figura 3.3 Temperatura promedio de cada sistema a diferentes salinidades en °C tomada diariamente desde el día cero hasta el día uno. Se puede visualizar la disminución paulatina con respecto al tiempo.

3.2 Encuestas para evaluar la aceptación del robalo como producto consumible en términos de oferta y demanda

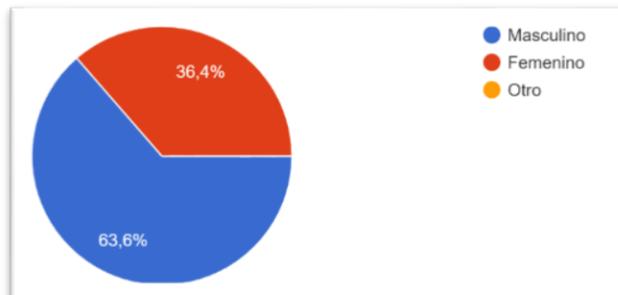


Figura 3.4 Resultados de la encuesta, Elija su género.

Se realizó una encuesta para evaluar la popularidad y la aceptación en general con respecto al robalo, la encuesta fue realizada por un total de 68 personas entre hombres y mujeres de las cuales el 36.4% eran mujeres y el 63.6% fueron hombres (figura 3.4).

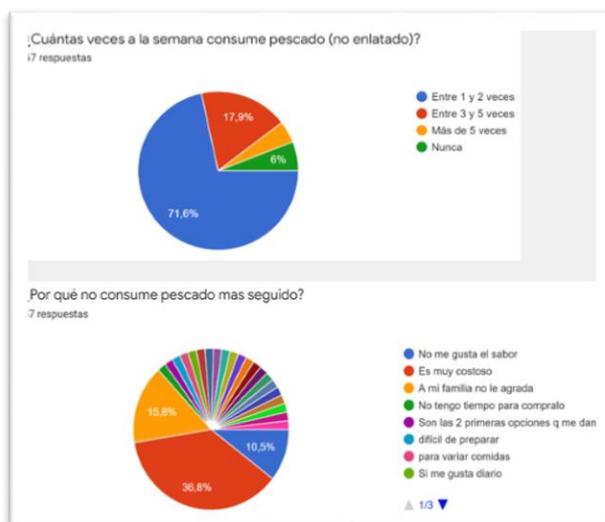


Figura 3.5 Evaluación de la frecuencia con la que se consume pescado

Entre las preguntas más importantes se evaluó cuantas veces a la semana la población encuestada consumía pescado obteniendo un 71.6% para “entre una y dos veces a la semana” un 17.9% para “entre tres y cinco veces a la semana” un 4.5% para más de “cuatro veces a la semana” y un 6% para “nunca”, dentro de las razones más comunes para no consumir pescado tuvimos 36.8% de los encuestado dijo que era muy costoso, seguido del 15.8% que dijo que a la mayoría de su familia no le gustaba, el 10.5% dijo q a ellos no les gustaba y el 36.9% del resto de la población encuestada tuvo diferentes respuestas que coincidían en que conseguir pescado era muy difícil o que no sabían cómo prepararlo si lo compraban directo del mercado (figura 3.5).

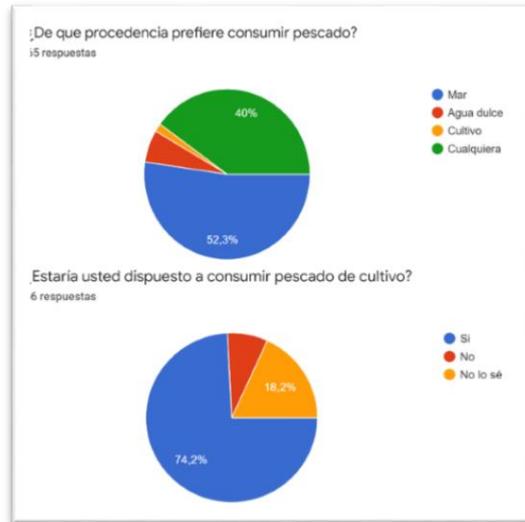


Figura 3.6 Evaluación de la preferencia de consumo con respecto a la procedencia del pescado

Se evaluó también la preferencia de la población en cuanto a la procedencia del pescado a consumir en donde se tuvo como opciones el pescado de mar, de agua dulce, de cultivo o cualquiera de los anteriores y los resultados arrojaron que un 52.3% de los encuestados preferían pescado proveniente del mar, el 40% respondió que cualquiera y el 7.7% eligió agua dulce o de cultivo. Sin embargo, el 74.2% dijo que estaría dispuesto a consumir pescado de cultivo y el 25.8% dijo que no (figura 3.6).

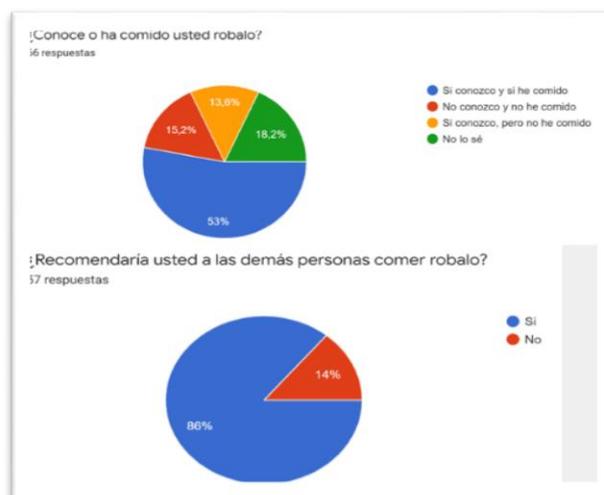


Figura 3.7 Evaluación del reconocimiento del roballo

De forma más puntual se realizaron preguntas con respecto al robalo, y el 53% respondió que “si conocía y que, si había comido robalo antes”, el 15.2% respondió que “no conocía y que no había comido robalo antes”, el 13.6% dijo que “si conocía el robalo pero que no había probado” y el 18.2% dijo que “no sabía si lo conocía o si lo había probado”. De las personas que contestaron que habían probado robalo antes el 86% puede recomendarlo a los demás a que lo prueben mientras que el 14% dijo que no lo recomendaría (figura 3.7).

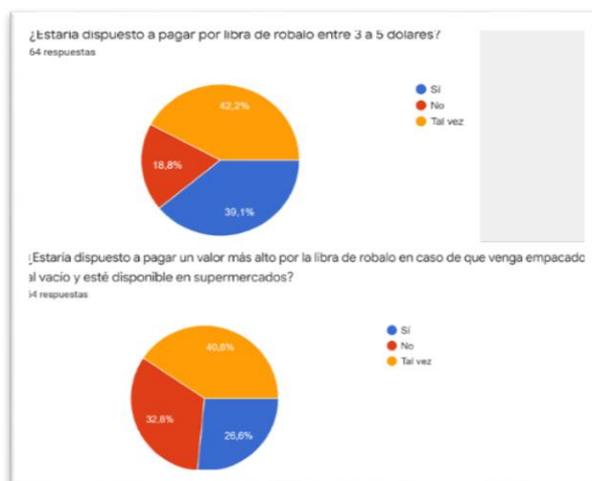


Figura 3.8 Evaluación de la disponibilidad económica para comprar robalos.

Finalmente, al evaluar si el robalo pudiera ser comercializado a precios asequibles para la población se preguntó si estarían dispuestos a pagar entre \$3 y \$5 por la libra de robalo y el 39.1% de la población encuestada dijo que si, el 18.8% dijo que no y el 42.2% dijo que tal vez. Y al consultar si estarían dispuestos a pagar un valor más alto por la libra de robalo en caso de que venga empacado al vacío y esté disponible en supermercados el 26.6% dijo que si, el 32.8% dijo que no mientras que el 40.6% dijo que tal vez (figura 3.8).

3.3 Esquema de difusión de la producción del robalo

Se realizó una evaluación de la producción y consumo del robalo negro *Centropomus nigrescens* (Anexo 2.) en donde se muestran los puntos más importantes sobre la producción y consumo de esta especie lo que nos sirvió para realizar un esquema de difusión presentada como infografía en donde se

resaltan las ventajas que tiene realizar su cultivo, los lugares en donde se lo puede hacer, el interés comercial que existe y los diferentes platos que se pueden preparar con el robalo dentro de la gastronomía nacional. (Anexo 3).

3.4 Presupuesto

Para este proyecto se usaron sistemas de recirculación, por lo que se tienen materiales que están dentro de una lista de costos fijos dado que estos gastos se realizaran solo una vez al menos durante el primer año. Es importante considerar que solo se utilizaron 99 peces y que el costo del alimento balanceado esta considerado para esta cantidad de animales.

Tabla 3.3. Costos fijos iniciales.

COSTOS FIJOS INICIALES			
Materiales	Cantidad	V. unitario	V. total
bombas de 1300 W	3	\$1.200	\$3.600
sistema de filtros	3	\$450	\$1.350
tanques	9	\$350	\$3.150
sifón	2	\$5	\$10
mangueras	2	\$8	\$16
baldes	2	\$3	\$6
mallas	2	\$4	\$8
gramera	1	\$15	\$15
alevines de robalo	99	\$2	\$198
TOTAL			\$8.353

Tabla 3.4 Costos mensuales de electricidad

Costos mensuales de consumos de electricidad por sistema	
kW/h en ecuador	\$10,47
Energía eléctrica consumida por sistema por mes (kW)	1404
Costo mensual de energía eléctrica por sistema	\$14699,88

Tabla 3.5 Costos mensuales de alimentación

Costos mensuales de alimentación	
Cantidad de alimento consumido por mes (Kg)	2,5
Precio de alimento balanceado por saco (25kg)	\$28,00
Costo total de balanceado por mes	\$2,50

Teniendo como presupuesto un costo fijo inicial de \$8353, un costo mensual de \$2,50 en balanceado y \$14699,88 en energía eléctrica; cabe recalcar que el costo de energía eléctrica en nuestro proyecto fue elevado debido a que se usaron bombas que se mantenían encendidas durante 12 horas diarias, sin embargo, este es un costo que se reduce considerablemente al realizar cultivos en granjas camaroneras.

Capítulo 4

4 Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto “Protocolo para el manejo del cultivo de juveniles de robalos (*Centropomus nigrescens*) en diferentes salinidades” se enfocó en encontrar el medio salino que brinda mejores resultados de crecimiento y supervivencia del robalo, para luego basados en esos datos ubicar los lugares o sistemas en los que podría potenciarse dicho cultivo, es así como se consideraron las granjas camaroneras debido a que los resultados arrojaron que el agua salobre y el agua dulce son los medios propicios para asegurar el crecimiento de robalos y el Ecuador cuenta con 220mil ha que pueden aprovecharse. Así, mientras se empieza el cultivo de una nueva especie también se empieza la diversificación de la industria acuícola en el país.

4.1 Conclusiones

Se estableció un protocolo de manejo para el engorde del robalo negro que garantiza una buena condición fisiológica, buen crecimiento y alta supervivencia. Basándose en los datos obtenidos, el agua dulce y el agua salobre son los medios propicios para potenciar el cultivo y crecimiento de esta especie.

Se evaluó mediante encuestas la aceptación y el conocimiento que tenía la población en general con respecto al robalo, y se concluyó que, aunque no es una especie cultivada a gran escala para el consumo y venta, sino más bien solo se obtiene de la pesca y captura del mar, la población si lo reconoce y afirma haberlo probado e incluso lo recomienda entre las personas que dicen no conocerlo o haberlo probado antes; por lo que se considera que empezar su cultivo para el consumo y venta local representa una gran oportunidad para la diversificación de la acuicultura del Ecuador.

Se elaboró un esquema de difusión del robalo negro para mostrarlo como la especie candidata idónea para empezar la diversificación de la acuicultura en el Ecuador en donde se mostraron de manera resumida las ventajas que ofrece empezar su cultivo, así como también todas las oportunidades y beneficios que puede brindar incluir en el mercado el consumo de pescado proveniente de cultivos.

4.2 Recomendaciones

Este trabajo se fundamentó en la experimentación con juveniles de robalo de entre $77,9 \pm 0,5$ g y $21,7 \pm 0,1$ cm de peso y longitud respectivamente, pero se recomienda realizar más trabajos en los que podrían utilizarse juveniles más pequeños o inclusive de mayor tamaño; de esta forma se obtendrían curvas de crecimiento diferentes para un ciclo de producción completo y posterior a eso se podría hacer una comparación en la que se evaluaría si los resultados con respecto a los ambientes óptimos para el cultivo y crecimiento del robalo no varían con las tallas.

Al realizar las encuestas es recomendable que dentro de las personas encuestadas se encuentren también pescadores, dueños de locales de comida tanto de la ciudad como de las poblaciones costeras, vendedores de pescado, población de todas las edades y clases sociales y sobre todo expertos de piscicultura y acuicultura en general para de esta forma obtener mejor evaluación en los resultados.

De la misma manera, es importante llevar un control estricto de los datos que se generan día a día, las observaciones y todo lo relacionado a la parte experimental ya que de esto depende en gran parte el análisis y la interpretación de los resultados.

Bibliografía

- Álvarez-Lajonchère, L. y. (2008). . A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research* 39(7), 684-700.
- Atienza, E. M. (2015). *Caracterización y evaluación in vitro e in vivo de bacterias lácticas de origen acuático*. Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/33268/1/T36416.pdf>
- Coba, J. R. (2015). Crecimiento de robalo (*Centropomus viridis*) en jaulas a diferentes densidades de siembra alimentados con dieta artificial y alimento vivo mediante 3 tratamientos en camaronera CAMCOMARCA S.A comuna Palmar. La libertad, Santa Elena, Ecuador.
- Comercio, E. (s.f.). Alta demanda de pescado. *El Comercio*.
- Cuéllar-Anjel, J. (Agosto de 2013). *Vibriosis*. Obtenido de <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/vibriosis-in-shrimp-es.pdf>
- David E. Sadava, D. M. (2009). *Life: The Science of Biology*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Escárcega Rodríguez, S. (2017). Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacan, Mexico. *CIENCIA ergo-sum* Vol.25 (3), 2-3.
- Escárcega-Rodríguez, S. (2018). Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacán, Mexico. *CIENCIA ergo-sum*, 25(3), 7.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*, 2.
- FAO. (2020). *La sostenibilidad en acción*, 11-14.
- FAO. (2020). *La sostenibilidad en acción*, 5-14.
- Gilmore, R. D. (1983). OBSERVATIONS ON THE DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF EAST-CENTRAL FLORIDA POPULATIONS OF THE COMMON SNOOK, *CENTROPOMUS UNDECIMALIS*. *Florida Scientist* Vol 46(3/4), 313-336.

Hernández, B. W. (2017). *Crecimiento de juveniles de tilapia Oreochromis niloticus en aguas con salinidades 15‰ y 25‰, evaluando su desarrollo y sobrevivencia en un sistema de producción semi-intensivo*. Leon.

Instituto Nacional de Pesca. (s.f.). Obtenido de <http://www.institutopesca.gob.ec/acuacultura/#:~:text=En%20el%20Ecuador%20la%20actividad,la%20regi%C3%B3n%20Interandina%20existen%20otros>

Jessica, N. (2014). The metabolic costs of osmoregulation in a euryhaline fish, hogchoker (*Trinectes maculatus*).

Juan Ramón Flores-Ortega, G. G.-S.-B. (2015). Hábitos alimentarios de los jóvenes de *Centropomus robalito*. *BIOLOGIA TROPICAL*, 1071.

Lockington. (1877).

Luis E. Amador del A, G. E. (1994). Cultivo experimental del robalo *Centropomus undecimalis* en estanques de concreto en la isla del carmen, Campeche, Mexico. *Memorias del II Seminario Sobre Peces Nativos Con Uso Potencial En Acuicultura.*, 106-109.

M.C Minerva, C. M. (2004). Estudio de la biología reproductiva del robalo paleta (*Centropomus medius*) para su aplicación en la acuicultura. *Centro de investigaciones biológicas del noreste, S.C.*

Machado, M. R. (2013). (Morphological and anatomical characterization of the digestive tract of *Centropomus parallelus* and *C. undecimalis*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 35(4), 467-474.

Márcia Fragoso, H. O. (2013). Morphological and anatomical characterization of the digestive tract of *Centropomus parallelus* and *C. undecimalis*. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 467-474.

Márcia Regina Fragoso Machado, H. d. (2013). Morphological and anatomical characterization of the digestive tract of *Centropomus parallelus* and *C. undecimalis*. *Acta Scientiarum* 34(4), 467-474.

- Martinez, F., Meyer, S. T., Meyer, D., & Barrientos, A. (2006). Determinacion de Costos del Cultivo de Tilapia a Pequena y Mediana Escala: Importancia de Mantener un Sistema de Registros Tecnicos y Contables. Oregon.
- Moutou, K. A. (2004). Effects of salinity on digestive protease activity in the euryhaline sparid *Sparus aurata* L.: a preliminary study. *Aquaculture Research (35)*, 912-914.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world (4ta Ed.)*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Nonell, J. G. (1995). Growth of pacific snook (*Centropomus nigrescens*) juveniles at different salinities. *UNICIENCIA 12*, 37.
- Parenti, L. R. (2004). Evolution and Phylogeny of Gonad Morphology in Bony Fishes. *Integrative and Comparative Biology*, 44(5):333-48.
- Polonía-Rivera, C. G.-M. (2017). Captura, transporte y aclimatación de juveniles y adultos de róbalo *Centropomus undecimalis*. *Intropica Vol 12*, 61 - 64.
- Robertson, D. A. (2006). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama. .
- Stephen D. McCormick, A. P. (2013). *Euryhaline Fishes*. The Boulevard: Elsevier.
- Sterzelecki, F. (2013). The effect of salinity on osmoregulation and development of the juvenile fat snook.
- Telegrafo, E. (27 de Octubre de 2018). La Caraguay abastece la demanda de mariscos.
- Tsuzuki, M. Y. (2007). Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. *Aquaculture 271*, 319–325.
- Tucker, J. W. (1989). . Recent research on coastal finfish aquaculture in Florida and Australia. Proceeding 39th Gulf.

ANEXOS

Anexo 1



Encuesta para determinar el conocimiento y aceptación del robalo negro (*Centropomus nigrescens*) como alimento.

Descripción del formulario

Edad

Texto de respuesta corta

Ciudad

Texto de respuesta corta

Género

Masculino

Femenino

Otro

¿Cuántas veces a la semana consume pescado (no enlatado)?



- Entre 1 y 2 veces
- Entre 3 y 5 veces
- Más de 5 veces
- Nunca

¿Por qué no consume pescado mas seguido?

- No me gusta el sabor
- Es muy costoso
- A mi familia no le agrada
- Otra...

¿En qué presentación come pescado?



- Entero
- Filete
- Bastones (deditos)
- Otra...

¿De que procedencia prefiere consumir pescado?



- Mar
- Agua dulce
- Cultivo
- Cualquiera



¿Estaría usted dispuesto a consumir pescado de cultivo?



- Sí
- No
- No lo sé

Reconoce usted este pez?



- Sí
- No

En caso de saberlo, Con que nombre usted lo conoce?

Texto de respuesta larga



¿Conoce o ha comido usted robalo?

- Si conozco y si he comido
- No conozco y no he comido
- Si conozco, pero no he comido
- No lo sé

¿En qué presentación ha comido robalo?

- Entero
- Filete
- Otra...

¿Volvería a comer robalo?

- Sí
- No
- No lo sé

Si su respuesta anterior fue negativa, por qué no volvería a comer robalo?

Texto de respuesta larga

¿Recomendaría usted a las demás personas comer robalo?

- Si
- No

¿Cuándo va al mercado a comprar pescado le ofrecen o escucha que hay robalo?

Sí

No

¿Estaría dispuesto a pagar por libra de robalo entre 3 a 5 dólares?

Sí

No

Tal vez

¿Estaría dispuesto a pagar un valor más alto por la libra de robalo en caso de que venga empacado al vacío y esté disponible en supermercados?

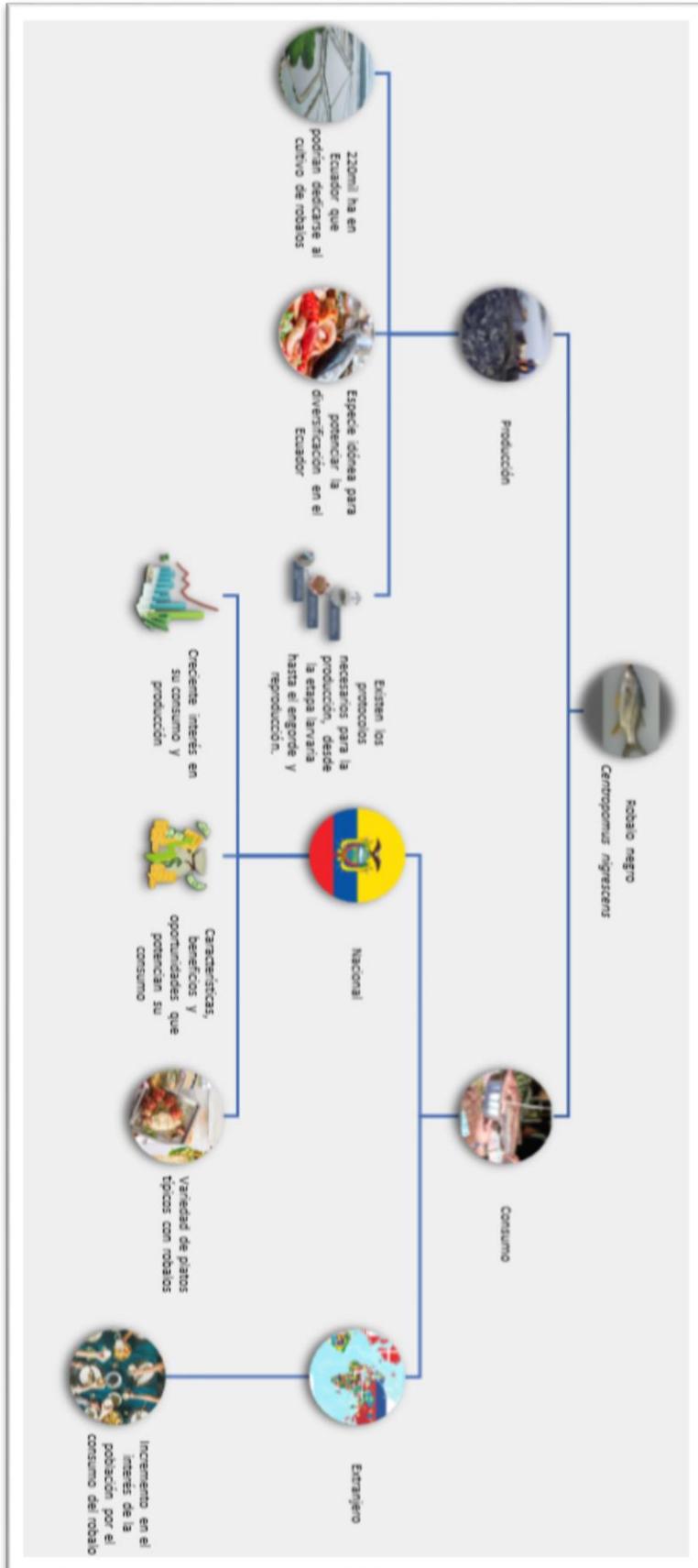


Sí

No

Tal vez

ANEXO 2.



ROBALO NEGRO (CENTROPOMUS NIGRESCENS)

Candidato para la diversificación acuícola en el Ecuador

VENTAJAS DEL CULTIVO DE ROBALO EN EL ECUADOR



- Especie eurihalina
- Alta capacidad de adaptación
- Soportan altas densidades de cultivo
- Carne blanca con sabor suave
- Aceptación en el mercado nacional e internacional.

¿DÓNDE SE LO PUEDE CULTIVAR?



El Ecuador posee aproximadamente 220milha entre agua dulce, de mar y salobre dedicadas al cultivo del camarón, que podrían estar destinadas al cultivo del robalo potenciando su crecimiento.

EXISTE INTERES COMERCIAL POR EL ROBALO



- Existe un gran interés de grupos camaroneros en la introducción de esta especie para diversificar.
- Tiene gran aceptación del robalo para consumo humano.

¡ANIMATE! PRUEBA EL ROBALO



Existen una gran variedad de platos típicos de Ecuador así como también gastronomía mundial que se puede preparar con el robalo negro.



Robalo frito



Ceviche de robalo



Cazuela de robalo

Elaborado por:
Ronald Aponte; Lissette Zambrano