

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Análisis de factibilidad técnica y económica para la implementación de un protocolo de cultivo comercial de róbalo *Centropomus* spp.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención el Título de:

Ingeniero en acuicultura

Presentado por:

Karen Lissette Baque Choéz

Christer Aleksis Lema Cabrera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

College of Maritime Engineering and Sea Science

Technical and economic feasibility for the implementation of a commercial culture protocol for snook *Centropomus* spp.

CAPSTONE COURSE

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

Aquaculture Engineer

By:

Karen Lissette Baque Choéz

Christer Aleksis Lema Cabrera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres por enseñarme el verdadero valor de la vida, ya que sin la ayuda de ellos no podría haber llegado tan lejos. Para mis hermosas abuelas por su complicidad y para su completa satisfacción. A mis maestros, amigos y allegados, por el apoyo académico y emocional dado.

Christer Lema

Sinceramente, agradezo a Dios por haberme dado fuerzas y salud para culminar esta etapa. A mis padres, Baltazar y Elena, pilares fundamentales en mi vida.

Karen Baque

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a ESPOL y CENAIM, por habernos formado como profesionales. A todos los profesores, investigadores, compañeros, y amigos que fueron parte de esta importante etapa de nuestras vidas, tanto académica como emocionalmente.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Karen Lissette Baque Chóez* y *Christer Aleksis Lema Cabrera* damos nuestro consentimiento para que la ESPOC 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”

Karen Baque Chóez

Christer Lema Cabrera

EVALUADORES

Wilfrido Argüello Guevara, Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el Ecuador, la industria acuícola se centra en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* que se ha visto afectada por acontecimientos que alteran la economía del sector. Ante este panorama la necesidad de diversificar la oferta productiva del país se torna un asunto prioritario. El róbalo, *Centropomus* spp, se proyecta como una especie potencial para la acuicultura. El estudio preliminar para la producción de róbalo, en sistemas hatchery, se llevó a cabo haciendo un análisis técnico-financiero de factibilidad para adaptar este tipo de cultivo a la infraestructura ya existente en laboratorios de larvas de camarón. La evaluación de la fase técnica se analizó en el contexto de cultivar ejemplares de róbalo para lograr su reproducción y elaborar un protocolo larvario. Mientras que, la evaluación económica permitió identificar los costos de producción para cada fase. Así mismo, se consideró la aplicación de indicadores económicos para poner en consideración la rentabilidad para desarrollar este cultivo. Finalmente, en base a criterios técnicos y económicos se proporcionan las proyecciones realizadas para cada etapa de cultivo, dejando así en este documento un mecanismo en forma de guía para los productores que quieran diversificar hacia el cultivo de peces marinos como el róbalo.

Palabras claves: diversificación, rentabilidad, róbalo, larvicultura.

ABSTRACT

*In Ecuador, the aquaculture industry focuses on the *Litopenaeus vannamei* culture, which has been affected by events that alter the economy of the sector industry. In front of this panorama, the need to diversify the country's productive offer becomes a priority issue. The snook, *Centropomus* spp, is projected as a potential aquaculture species. Preliminary study for snook production, in hatchery systems, a technical-financial feasibility of adapting this type of culture to the already existing infrastructure on shrimp larvae laboratory. The evaluation of the technical phase was analyzed in the context to culture of snook specimens to achieve their reproduction and develop a larval protocol. While, the economic evaluation allowed to identify the production costs for each phase, likewise, the application of economic indicators was considered to take into account the profitability to develop this type of culture. Finally, based on technical and economic criteria, the sprays carried out for each cultivation stage are provided, thus leaving in this document a mechanism in the form of a guide for producers who want to diversify their crops to through marine fish like snook.*

Keywords: Diversification, profitability, snook, larviculture.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	9
RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICES DE TABLAS	VIII
ÍNDICES DE GRÁFICAS.....	IX
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4 Marco Teórico.....	4
1.4.1 Generalidades del Género <i>Centropomus</i>	4
1.4.2 Características morfológicas	6
1.4.3 Especies en el género <i>Centropomus</i>	6
1.4.4 Claves taxonómicas	7
1.4.5 Reproducción	8
1.4.6 Larvicultura.....	9
1.4.7 Engorde de <i>Centropomus</i> en infraestructuras camaroneras.....	11
2. Metodología	12
2.1 Evaluación Técnica.....	12
2.2 Captura y acondicionamiento para inducir al desove	12
2.2.1 Selección de reproductores.....	12
2.2.2 Cuarentena.....	13
2.2.3 Dieta de reproductores.....	13
2.2.4 Tratamiento hormonal	13

2.2.5 Desove y Larvicultura	16
2.2.6 Dietas de alevines	17
2.3 Engorde de <i>Centropomus</i> en infraestructuras de camaroneras	18
2.4 Evaluación económica	19
3. Análisis de Factibilidad Técnica	20
3.1 Manejo técnico para la producción del róbalo.....	20
3.1.1 Acondicionamiento y manejo de reproductores.....	20
3.1.2 Desove y larvicultura	22
3.1.3 Fase de Engorde	25
3.2 Análisis de Factibilidad Económica.....	28
3.2.1 Área laboral	28
3.2.2 Inversión en infraestructura:	29
3.2.3 Planeamiento económico	30
3.2.4 Ración alimenticia	31
3.2.5 Costos operativos.....	32
3.2.6 Balance general	35
4. Conclusiones y Recomendaciones	36
4.1 Conclusiones	36
4.2 Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS:.....	42

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CENAIM	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
PPT	Partes por trillón
PPM	Partes por millón
DHA	Acido Docosahexaenoico
EPA	Acido Eicosapentaenoico
ITIS	Integrated Taxonomic Information System
WSSV	White Spot Syndrome Virus
LHRH	Hormona liberadora de gonadotropina
HCG	Gonadotropina Coriónica Humana
VAN	Valor interno neto
TIR	Tasa interna de retorno

SIMBOLOGÍA

Kg: Kilogramo

gr: gramos

mg: miligramo

mm: milímetros

μm : micrómetros

m^3 : Metros cúbicos

L: Litros

ml: mililitro

U: Unidad volumétrica

HP (CV): Horse power

W: watts

Kw: Kilo-watts

$^{\circ}\text{C}$: Grados Celsius

‰ : Concentración de sales

pH: Potencial de hidrogeno

dpe: day post eclosión

N: Nitrógeno

C: Carbono

P: Fosforo

OD: Oxígeno disuelto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ciclo de vida del róbalo en ambiente natural.....	5
Figura 1.2. Morfología externa del róbalo <i>Centropomus nigrescens</i>	6
Figura 1.3. Clasificación Taxonómica de Róbalo.....	7
Figura 3.1. Esquema general del ciclo de producción	26

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición química proximal de carne de róbalo <i>C. undecimalis</i>	5
Tabla 1.2. Características morfológicas de las especies más relevantes.	8
Tabla 2.1 Evaluación técnica para la producción de robalo	15
Tabla 2.2. Evaluación técnica para el desove de reproductores de róbalo	16
Tabla 3.1. Logísticos y operatividad para el acondicionamiento de reproductores.....	21
Tabla 3.2. Sistema de acondicionamiento y alimentación de reproductores	22
Tabla 3.3. Inducción hormonal para la maduración gonadal en róbalo.	23
Tabla 3.4. Aspectos para determinar de la calidad de desove	24
Tabla 3.5. Estimaciones de pre-engorde del róbalo posterior engorde.....	27
Tabla 3.6. Estimaciones de engorde para róbalo.	27
Tabla 3.7. Logística y transporte de los ejemplares de robalo.	29
Tabla 3.8. Cantidad volumétrica estimada de agua marina al día.	29
Tabla 3.9. Monto de inversión para los equipos e infraestructura.....	30
Tabla 3.10. Cantidad de juveniles obtenidos por pareja de robalo.	31
Tabla 3.11. Costo estimado del alimento requerido para el ciclo productivo	32
Tabla 3.12. Índice financiero para la producción de juveniles de róbalo.....	33
Tabla 3.13. Valores estimados por ciclo de producción.....	34
Tabla 3.14. Flujo de caja para los primeros 5 años de operatividad	34
Tabla 3.15. Rubro Financieros	35

ÍNDICES DE GRÁFICAS

Grafica 1.1. Manejo para la inducción por ciclos foto-térmico para la maduración de reproductores de <i>C. nigrescens</i>	9
Grafica 1.2. Protocolo de calidad de agua y gestión ambiental durante la incubación y cría de larvas del róbalo común <i>Centropomus undecimalis</i>	11
Grafica 2.1. Protocolo de alimentación del róbalo <i>C. undecimalis</i>	18
Grafica 3.1. Protocolo de alimentación para producción de juveniles de robalo <i>Centropomus</i> spp.	25

CAPÍTULO 1

1. Introducción

El róbalo, es un pez teleósteo perteneciente a la familia *Centropomidae*. El género está compuesto por 12 especies, las cuales se distribuyen a lo largo del continente americano. Seis de las mismas se encuentran distribuidas en las costas del Océano Pacífico; *Centropomus viridis*, *C. armatus*, *C. unionensis*, *C. medius*, *C. robalito* y *C. nigrescens* (presentes desde Baja California Sur hasta las costas del Perú); las otras seis especies distribuidas en las costas de Florida hasta el sur de Brasil, en el Océano Atlántico; *Centropomus undecimalis*, *C. parallelus*, *C. mexicanus*, *C. ensiferus*, *C. pectinatus* y *C. poeyi* (Muhlia Melo, *et al*, 1994). Por sus características biológicas, el róbalo posee un alto valor comercial debido a la calidad, textura y sabor de su carne. La talla promedio puede variar de acuerdo con la especie, así ejemplares de *C. nigrescens* y *C. viridis* han sido reportados con 124 y 112 cm de longitud total (LT), y peso promedio de 26,2 y 21,5 kg, respectivamente (Bearez, 1995). Mientras que las especies más pequeñas no exceden los 45 cm LT y peso de 400 gramos (Benetti, 2014; Labastida, Núñez, & Oviedo, 2013). Los precios para la venta pueden oscilar entre U\$D 5,0 y U\$D 12,0 por kg pudiendo ser comercializado fresco entero (91% rendimiento) o filete (42% rendimiento) (Castro David, *et al*, 2019). El róbalo es una especie hermafrodita protándrico con fertilización externa. Su madurez la alcanza a una longitud de 76.4 cm (4.2 kg) en hembras y 59.0 cm (1.74 kg) en machos (Espino-Barr, *et al*, 2017). Se adaptan a condiciones de cautiverio rápidamente y aceptan alimento en corto tiempo; crustáceos, restos de peces juveniles, nématodos y desritus, hasta adaptarse al alimento artificial (Barreto & Solórzano, 2006).

1.1 Descripción del problema

La actividad pesquera es uno de los rubros comerciales más antiguos e importantes para el país, representando el mismo un 42,2% del total de exportaciones cada año (Ekos, 2018). La captura y comercialización de recursos marinos ha ofrecido por décadas proteína de origen animal accesible. No obstante, no podemos dejar de lado tener en cuenta el impacto ecológico que esta actividad ocasiona sobre la vida marina y el ambiente. Se debe tener en cuenta que las cifras producidas anualmente por la pesca, no aumentarán en volúmenes para los siguientes años (GOAL, 2016). Por su parte, la *acuicultura* generó para el 2016 más de 95 mil toneladas de recursos acuícolas (más del 53 % del total generado por ambos rubros), para el mismo año la acuicultura por primera vez sobrepasa a la actividad pesquera a nivel mundial (FAO, 2018). Actualmente, los bancos naturales han sido explotados o sobrexplotados en su mayoría, disminuyendo el número de especies y poblaciones marinas a nivel mundial (GOAL, 2016). La falta de un plan de manejo integral de la biodiversidad marina se debe básicamente a la insuficiencia de desarrollo tecnificado e investigación científica nacional en la ictiofauna de las especies del Ecuador. La industria acuícola del país ha dependido por varias décadas de la camaricultura como monocultivo, pero siguen latentes los problemas asociados a la cadena de producción tales como las restricciones comerciales, los bajos precios en el exterior o las enfermedades latentes y/o emergentes que pueden generar grandes pérdidas económicas, como fue el caso del virus de la mancha blanca (WSSV, siglas en inglés) en el año 1999. Dentro de las actividades acuícolas, Ecuador no cuenta con producciones de peces marinos a gran escala. Este tipo de cultivos abre la posibilidad hacia una nueva matriz productiva originando alternativas laborales y económicas. Además, la alternativa de obtener al final del ciclo productivo fuentes de proteína de alta calidad para la alimentación humana.

1.2 Justificación del problema

La tradición cultural de la industria camaronera en el Ecuador ha generado décadas de desinterés en desarrollar nuevas tecnologías, innovaciones e incluso estudios científicos sobre el cultivo de peces en Ecuador. Nutricionalmente, los recursos marinos presentan

altos porcentajes de proteína, y poseen minerales, vitaminas, oligoelementos y diferentes macromoléculas cruciales para la salud humana, como por ejemplo, el ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA) que son importantes para el desarrollo infantil y la lozanía del sistema cardiovascular en adultos (FAO, 1989). Por consiguiente, una alternativa comercial para las comunas costeras es el cultivo piscícola de especies con potencial de comercialización. De este modo, se otorga actividades alternas para mitigar la pobreza extrema y la vulnerabilidad alimenticia de las poblaciones costeras en la región. A pesar que por el momento Ecuador no cuenta con una oferta para el cultivo de peces marinos, se considera al róbalo como una opción valiosa, por ser un pez robusto, de buen crecimiento, con buena calidad del filete y con un alta demanda local (Reyes, *et al*, 2004). La especie tolera cambios bruscos de la salinidad, es una especie *catádromo* que crece bien en agua dulce y en diferentes medios salinos. Cuando alcanzan la etapa reproductiva emigran a la desembocadura de los ríos para reproducirse y desovar (Barreno, 2015). Por otro lado, es una especie altamente fértil y ha sido posible obtener desoves con inducción espontánea u hormonal.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la viabilidad técnica y económica de un protocolo de manejo para la producción de juveniles de róbalo (*Centropomus spp*) en cautiverio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer los parámetros técnicos para la elaboración de un protocolo de manejo para el cultivo de juveniles de róbalo *Centropomus spp* considerando costos de inversión, infraestructura, materia prima e insumos.
- Efectuar la evaluación financiera del protocolo de manejo de juveniles de róbalo *Centropomus spp* mediante el cálculo del flujo de caja, costos de producción, punto de equilibrio comercial, valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

- Evaluar el potencial del cultivo de *Centropomus* spp como especie de interés en el ámbito académico, industrial empresarial y en asociaciones de pescadores para mejorar las condiciones socioeconómicas de la población ecuatoriana.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Generalidades del Género *Centropomus*

La mayor parte de especies del género *Centropomus* se distribuyen a lo largo de las costas Americanas, siendo muy común encontrarlos en ambientes con agua salobre (en especial juveniles), por su parte en la etapa adulta los reproductores se caracterizan por ser más demersales predominando en aguas oceánicas entre 4 y 25 metros de profundidad Figura 1.1 (Instituto Smithsonian de Investigaciones tropicales, 2015). El róbalo está presente en los trópicos y sub-trópicos americanos, representa uno de los géneros con mayor variedad a nivel de especies, se consume habitualmente como filete fresco o pescado entero. En Ecuador desafortunadamente, no se cuentan con datos reales acerca del desembarque de róbalo. Sin embargo, el desembarque anual promedio para especies de la familia *Centropomidae* realizado en Ecuador en 2019 por el INP (Instituto Nacional de pesca, 2019), fue de 106,5 toneladas, teniendo mayores desembarques en los puertos: Bocana lagarto, Punta galeras, Rocafuerte, Esmeraldas, Bajo Alto, Bolívar, Engabao y Don Juan. Los róbalos son explotados en la pesca comercial de arrastre de fondo, redes de cerco, líneas y anzuelos. Las especies más grandes del género son *Centropomus viridis* y *Centropomus nigrescens* en el Océano Pacífico y *Centropomus undecimalis* en el Océano Atlántico.

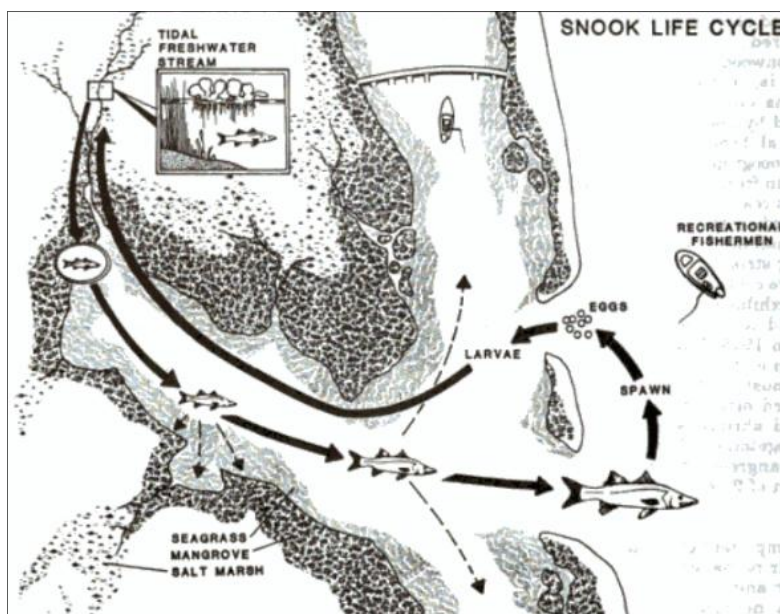


Figura 1.1 Ciclo de vida del róbalo en ambiente natural (Lewis, 1989).

El róbalo es considerado un ejemplar de alto valor nutricional y con buena demanda por parte de pescadores artesanales. Entre las características organolépticas del filete están; su excelente calidad, de color generalmente claro, alto rendimiento y su textura compacta con buen sabor. El perfil nutricional del filete de róbalo se establece en la Tabla 1.1 (Izquierdo, Torres, Barboza, Márquez, & Allara, 2000).

Tabla 1.1 Composición química proximal de carne de róbalo *C. undecimalis* (g/100 g). Fuente: (Izquierdo, Torres, Barboza, Márquez, & Allara, 2000).

Perfil nutricional del filete de Róbalo	
Humedad	77.12 %
Proteína	21.61 %
Grasa	1.66 %
Cenizas	1.60 %
Humedad	3.57 %

1.4.2 Características morfológicas

Los ejemplares del género *Centropomus* son organismos que suelen presentar un cuerpo alargado, vientre de color plateado, lomo con tonalidades más oscuras que varían de acuerdo con la especie y el medio que se encuentren y una cola bifurcada (Zambrano, 2003). Ciertas especies del género llegan a tener tallas de 120 cm de longitud total y un peso promedio de 26,2 kg (Instituto Smithsonian de Investigaciones tropicales, 2015). Los róbalo del género *Centropomus* presentan una línea lateral bien marcada en ambos costados, la cual le permite detectar vibraciones y/o sonidos del medio que se encuentran (Barreno, 2015). Su cabeza es ligeramente achatada y en forma punteada, termina en una amplia boca terminal y protractil, sobre todo la maxila inferior (Instituto Smithsonian de investigaciones Tropicales, 2015)

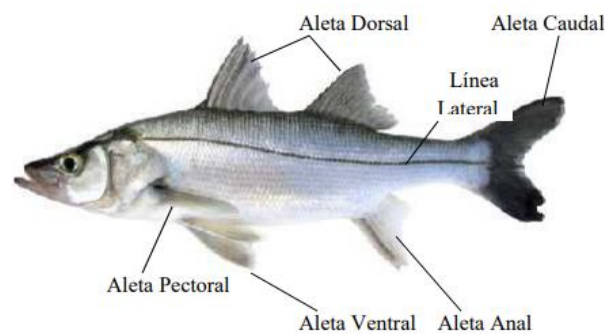


Figura 1.2. Morfología externa del róbalo *Centropomus nigrescens*. Fuente: (Barreno, 2015)

1.4.3 Especies en el género *Centropomus*

A pesar de encontrar varios estudios científicos con relación a la taxonomía de los róbalo, identificar las distintas especies mediante características morfológicas sigue siendo difícil (Barreno, 2015). Sin embargo, Meek & Hildebrand (1925) aceptaron 8 especies como válidas para el género *Centropomus*; cuatro de las especies distribuidas en las costas del Pacífico Oriental y las otras cuatro especies distribuidas en las costas del Atlántico Occidental. Años después, Chaves (1961) & Rivas (1986) registraron cuatro especies más al género, especies ya conocidas hace un centenario atrás (Anexo 1.3). La clasificación taxonómica la estableció Lockington en 1877 y se la sigue manteniendo hasta la actualidad (Figura 1.3) (Barreno, 2015).

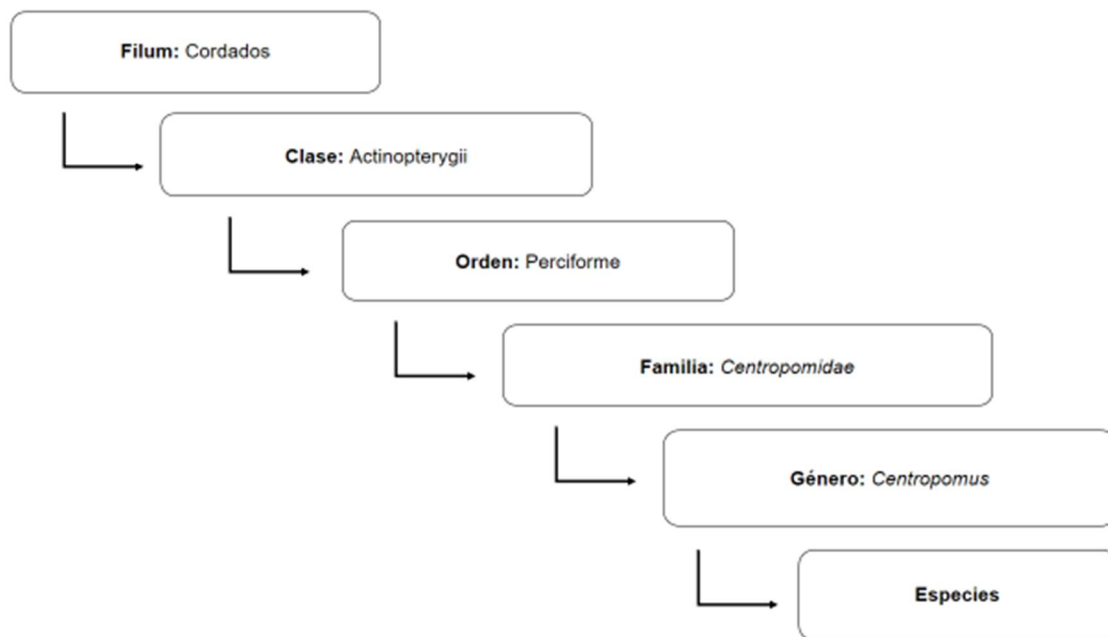


Figura 1.3. Clasificación Taxonómica de Róbalo, Lockington 1877.

1.4.4 Claves taxonómicas

Conforme a la revisión establecida en Integrated taxonomic information system *ITIS* y *Fishbase*, se reportan 12 especies dentro del género *Centropomus*. A nivel regional *Centropomus nigrescens* y *C. viridis* son las especies con el mayor interés comercial en las costas del Pacífico, mientras que en el Océano Atlántico el *Centropomus undecimalis* tiene gran interés comercial, y está presente desde Delaware hasta el sur de Brasil (Fraga, *et al*, 2006). La información de la especie sirve como soporte para evaluar el desarrollo morfológico de los juveniles en el ciclo de producción Tabla 1.2.

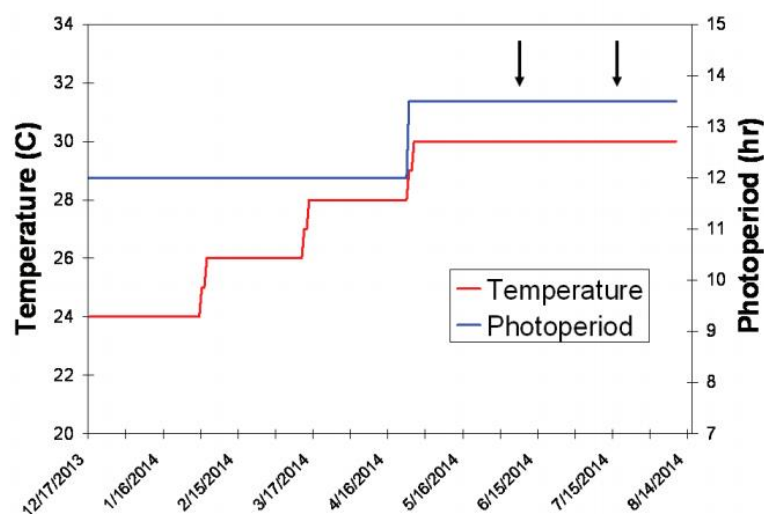
Tabla 1.2. Características morfológicas de las especies más relevantes de *Centropomus*. Fuente: (Smithsonian, 2015), Fuente: (Dr. Van Den Heiden, 2000).

	Especímenes del Océano Pacífico		Especimen del Océano Atlántico
	<i>Centropomus nigrescens</i> , Gunter 1864	<i>Centropomus viridis</i> , Lockington 1877	<i>Centropomus undecimalis</i> , Bloch 1792
Promedio de talla y peso	Alcanza tallas prom. de 120 cm (común, 40 cm) con peso 26,2 kg.	Alcanza tallas prom. de 112 - 120 cm (común, 30 cm) con peso 21 kg.	Alcanza tallas de hasta de 140 cm (común, 35 cm) con peso 24 kg.
Branquios espinas	Branquiespinas 19-23 (15 limbo inferior y 8 en el limbo superior del arco).	Branquiespinas 19-23 (13 limbo inferior y 5 en el limbo superior del arco).	Branquiespinas 18-24 (8-10 limbo inferior del arco).
Característica cefálicas	Perfil superior de la cabeza más recto y en diagonal.	Perfil superior de la cabeza levemente cóncavo.	Perfil superior de la cabeza levemente cóncavo.
Aleta Dorsal	2 aletas separadas; 1 ^{ra} con radio dorsal 10 (inusual 9 u 11); 2 ^{da} aleta cuenta con 1 espina y 10 radios. 1 ^{ra} espina dorsal más larga que la 2 ^{da} .	2 aletas separadas; 1 ^{ra} con radio dorsal entre 9 - 10; 2 ^{da} aleta cuenta con 1 espina y 9 radios. 1 ^{ra} espina dorsal más larga que la 2 ^{da} .	2 aletas separadas; 1 ^{ra} con radio dorsal entre 10 (raramente 9 o 11); 3 ^{ra} espina mayor que la 4 ^a .
Pedúnculo caudal	Escamas alrededor de 28-30 (usualmente 27-29).	Escamas alrededor de 25-30 (usualmente 26-28).	Escamas alrededor de 25-30 (usualmente 26-28).
Aleta Caudal	Aleta caudal corta oscura.	Aleta caudal corta oscura.	Con bordes oscuros, pero con tonalidad más clara
Aleta anal	Presenta usualmente 6 radios blandos, 2 ^{da} y 3 ^{ra} espinas anales mas corta.	Presenta usualmente 6 radios blandos, 2 ^{da} y 3 ^{ra} espinas anales relativamente cortas y delgadas.	Aleta corta, con tres espinas fuertes y 5-7 (usualmente 6) radios, 2 ^{da} espina gruesa y curvada más larga que 3 ^{ra} cuando se erecta.
Aleta pélvica	Aletas insertada justo detrás de la base pectoral, con 1 espina fuerte y 5 radios blancos.	Aletas insertadas justo detrás de la base pectoral, con 1 espina fuerte y 5 radios.	Aletas insertadas justo detrás de la base pectoral, con 1 espina fuerte y 5 radios.
Aletas pectorales	Radios pectorales 14-16 (usualmente 15).	Radios pectorales 14-16 (usualmente 15).	Con radio de 15 - 17, tan larga como la pélvica.
Escama lateral	Cuenta con 70 - 73 escamas laterales.	Cuenta con 69 - 76 escamas laterales.	Cuenta con 68 - 75 escamas laterales.
Referencias	(Smithsonian, 2015), (Dr van heiden, 2000).	(Smithsonian, 2015), (Dr van heiden, 2000).	(Smithsonian, 2015).

1.4.5 Reproducción

Las etapas reproductivas en *Centropomus* están influenciados por factores ambientales como la salinidad y la temperatura, ambos parámetros son responsables del inicio del desarrollo gonadal en los reproductores. Las hormonas producidas en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas son los encargados de coordinar los eventos reproductivos a nivel endócrino. El róbalo es diádromo, requiere de salinidades semejantes a la del agua marina para su etapa de maduración final. Los estudios realizados por Mote Aquaculture y Research Park en Sarasota (Florida) con *Centropomus nigrescens* demostraron que en cautiverio puede manipularse por progresión fototérmica escalonada Gráfica 1.1, aumentando lentamente su temperatura inicial de 24°C y 12 horas de luz a 30°C y 13.5 h de luz para la progresión a la maduración de los ovocitos en hembras de 5 kg de peso e inducir al desove por tratamiento hormonal. Por otra parte, el período de descanso en donde los peces no utilizarán energía para la maduración se encuentra en un rango fototérmico de 26°C y 12 h de luz.

La maduración sexual del róbalo en el ambiente natural está sincronizada con el aumento de temperatura y el fotoperíodo en aguas subtropicales. Con lo establecido por (Matthew, 2014) se requieren 8 meses para acondicionar e inducir al desove espontáneo a 24 °C y 12 horas de luz de fotoperíodo de enero a abril, mientras que los meses finales junio a julio del tratamiento optaron por un fototérmico a 30 °C y 13.5 horas de fotoperíodo obteniendo una madurez exitosa. (Cruz, *et al*, 2017) Por otra parte, en un trabajo realizado en Colombia (Santa Marta) con una duración de 6 meses, se determinó que el 71% de róbalo mantenidos en cautiverio en dos sistemas de cultivo, en corrales (agua estuarina) y en tanques (agua marina), alcanzaron la maduración sexual durante los meses de abril, mayo, septiembre y octubre en aguas marinas (salinidades superiores a 35 ppt) y a temperaturas entre 25 – 28°C. En las costas ecuatorianas, la estación lluviosa se presenta en los meses de diciembre hasta mayo, el medio de cultivo a temperaturas ambiente entre 23 - 26 °C, lo que permite la reproducción de esta especie sin complicaciones.

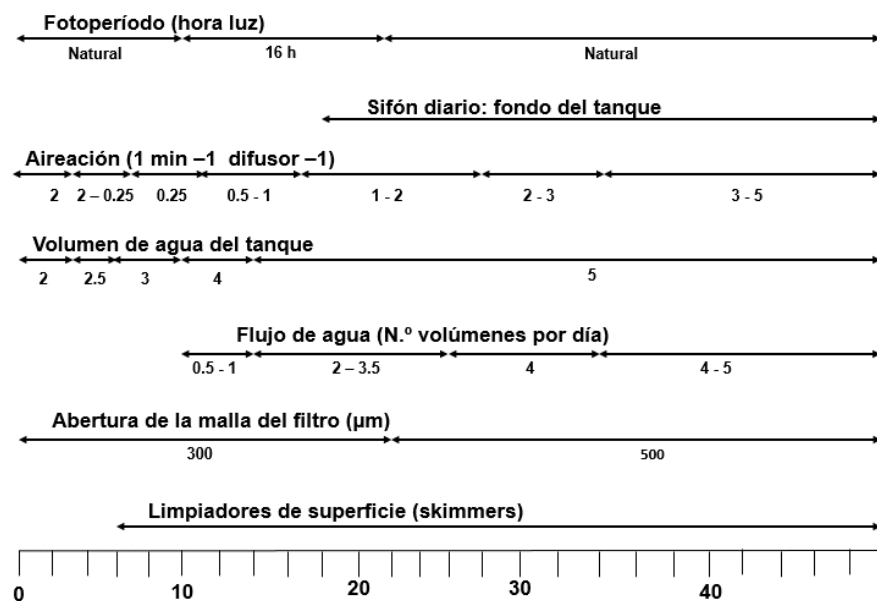


Grafica 1.1. Manejo operativo para la inducción por ciclos foto-térmico para la maduración de reproductores de *C. nigrescens*. Fuente: (J. Resley, *et al*, 2014)

1.4.6 Larvicultura

En la actualidad el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) dispone de varios ensayos realizados para la obtención de juveniles de *C. nigrescens*, con bajos porcentajes de supervivencia bajo condiciones controladas. Sin embargo, es

imprescindible mejorar el manejo para llevarlo a cabo y establecer un protocolo aplicado a escala comercial. Existen pocos datos sobre larvicultura de róbalo del Pacífico. Según estudios realizados por varios autores las larvas de róbalo negro (*C. nigrescens*) parecen crecer y desarrollarse a tasas similares del róbalo común (*C. undecimalis*) (Matthew, 2014; Yanes-Roca, 2017; Castelló, 2013). La universidad autónoma de México y centros de investigaciones han establecido protocolos de calidad de agua y gestión ambiental durante la incubación y cría del róbalo común *C. undecimalis* como un plan diario de observaciones de limpieza, alimentación y comportamiento Gráfica 1.2. Durante el período de crianza, son depositados en tanques cilíndricos de fibra de vidrio de 2 m³ con paredes oscuras y fondo blanco, para facilitar el sifón diario. Con aireación inferior (1 min⁻³ difusor⁻³), fotoperíodos con luz natural, varias mallas con aberturas de 300 a 500 µm, limpiadores de superficie y flujo de agua (0.5 – 4 volúmenes por día). Luego de dos o tres días post eclosión (DPE) los ejemplares pierden su saco vitelino y empiezan su etapa larvaria, en esta etapa requieren de un régimen de alimentación exógena que inicialmente será abastecido con presas vivas fácilmente digeribles y acordes al tamaño de su boca, que es de aproximadamente 0,20 mm de abertura. Utilizando zooplancton como parte de la dieta; *Brachionus rotundiformis* (rotíferos) y nauplios de *Artemia* sp, ambas enriquecidos con microalgas (*Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis* sp o *Tetraselmis gracilis*). La alimentación en las larvas se va ajustando con el avance del cultivo (Blacio & Alvarez, 2002). El proceso de deshabitación (weaning) comienza a partir de los 30 o 35 dpe (día post eclosión) cuando se evidencia el contenido de proteasas alcalinas y las enzimas de digestión lipídica.



Grafica 1.2. Protocolo de calidad de agua y gestión ambiental durante la incubación y cría de larvas del róbalo común *Centropomus undecimalis*. (Ibarra-Castro, et al, 2011)

1.4.7 Engorde de *Centropomus* en infraestructuras camaroneras

La etapa de pre-engorde y engorde de róbalo puede ser una alternativa a baja escala para los camaroneros que cuenten con las condiciones ambientales adecuadas. Se pueden llevar acabo ciclos de producción en un sistema extensivo piloto, el cual permita al productor obtener ingresos extras a bajo costo. Además, ser una fuente clave para el avance de la investigación científica nacional. Por su parte, la etapa de engorde de róbalo puede ser llevado en camaroneras en especial en los pre-criaderos y reservorios, ya que todos los emplazamientos en general de este tipo cuentan con infraestructura indispensable para poder llevar acabo el cultivo de camarón. Para satisfacer indirectamente los requerimientos nutricionales de la especie, es oportuno llevar la etapa de engorde a reservorios como controlador biológico.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

2.1 Evaluación Técnica

A través de la evaluación técnica de diferentes documentos científicos se pudo establecer los procesos necesarios para el acondicionamiento de los reproductores. Además, se realizó un meta análisis sobre el desarrollo de juveniles de róbalo *Centropomus* spp Tabla 2.1. Se determinaron las necesidades de la especie para mejorar el ciclo de producción, enfocados en aumentar la tasa de huevos viables o fertilización, mejorar la supervivencia en el desarrollo larvario, determinar los requerimientos nutricionales y reducir los cuellos de botella asociados a esta etapa larvaria. El engorde de róbalo puede ser llevado en distintas áreas dentro de una camaronera, actividad acuícola que se presenta como una alternativa y que se toma en cuenta en estos capítulos. Sin embargo, el trabajo actual se centra en mejorar y tecnificar la etapa larvaria, para determinar si es posible llevar a cabo la producción a escala comercial.

2.2 Captura y acondicionamiento para inducir al desove

2.2.1 Selección de reproductores

En el estudio de J. Resley, *et al.* (2014) los reproductores de *Centropomus viridis* y *C. nigrescens* presentaban pesos promedio de 5,8 kg (hembras) y 1.8 kg (machos). Registraron una rápida adaptabilidad al cautiverio bajo condiciones controladas, a temperaturas entre 21 – 30 °C y con agua de mar con salinidades entre 35 - 38 ppt; oxígeno disuelto ≥ 5 mg/L y un fotoperíodo que varía entre 12 a 15 horas de luz (tabla 2.1). Fue posible alcanzar la madurez sexual en *C. parallelus* en un sistema al ambiente en corrales en aguas estuarinas de Santa Marta, Colombia (Atlántico), durante los meses de junio, julio y agosto con salinidad promedio de 28 ± 1.2 ppt y temperaturas entre 20 y 31 °C.

2.2.2 Cuarentena

Reducir los problemas de inocuidad dentro y fuera del emplazamiento es fundamental previo a incorporar nuevos ejemplares. La supervivencia y la contaminación cruzada en los sistemas de producción se ven afectadas por vectores externos que se incorporan indirectamente al cultivo, afectando gravemente en la bioseguridad del área laboral. Para la recepción e ingreso de los nuevos reproductores al emplazamiento es necesario realizar baños de desinfección con agua dulce y con elementos químicos capaces de eliminar epibiontes y a su vez la desinfección total del ejemplar. El baño de desinfección es por pocos minutos. Los individuos son llevados a un área especial de cuarentena, y monitoreados para evaluar su adaptabilidad y conducta en cautiverio. La cuarentena se puede extender de 5 a 15 días, todo depende de las condiciones iniciales de cómo llega el reproductor al emplazamiento.

2.2.3 Dieta de reproductores

En el estudio con *C. undecimalis* (Fraga, *et al*, 2006) para el desarrollo de un banco de reproductores, se evaluaron diferentes dietas según la etapa de desarrollo gonadal. El estudio se llevó a cabo durante 18 meses en tanques de fibra de vidrio de 5 m³ (4,8 m³ disponibles) a densidades de 1,5 kg/m³, con dos dietas principales (etapa de maduración sexual y desove). Para ambas dietas se emplearon recursos pesqueros (arenques, *penaeidos* sp, sardina, calmar, etc.) en menor y mayor porcentaje, respectivamente. En dicho trabajo (Fraga, *et al*, 2006) se alcanzaron el acondicionamiento y desove de reproductores, en 6 meses. La alimentación varió entre 1,6 y 3 % de la biomasa de peso en seco para los reproductores.

2.2.4 Tratamiento hormonal

En cautiverio, los róbalo no llegan a su etapa reproductiva de manera temprana. Siendo una especie muy fértil, con una alta capacidad de producir huevos aptos para su fecundación, hay que tener en cuenta que la especie es muy susceptible en cautiverio sobre todo al manipuleo y al ruido externo de los tanques. Por esta razón, se considera

que, para el desarrollo gonadal de los reproductores, será necesario la inducción al desove mediante tratamiento hormonal (hormonas comerciales) o mediante inducción al desove espontáneo (cambios de foto-período). Hay que tener en cuenta que el tratamiento por desove espontáneo toma más tiempo comparado al tratamiento hormonal. Los machos se los considera sexualmente maduros cuando se puede sentir en la cavidad celómica un bulto que ocupa más del 50%; mientras que en el caso de las hembras el abultamiento será más evidente, siendo posible evaluar el desarrollo de los ovocitos mediante canulación (Carvajal, 1997).

Las hormonas que se implementaron en los ensayos fueron la hormona liberadora de la hormona luteinizante (LHRHa) y hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) de forma directa e indirecta respectivamente, ocasionando el desove luego de 46 a 60 horas al instante de la inducción de los cuales se obtuvieron entre 1,4 a 4,2 millones de huevos con un porcentaje de fertilidad que oscilaban entre 38% a 51%. En el trabajo realizado por Castelló i Orvay (2012) se utilizó el tratamiento hormonal con LHRHa, ocurriendo el desove a las 36 horas post-inducción. Para estimar con precisión la etapa del ovocito e inducir al desove exitoso Wallace *et al.* (1993) recomienda para el róbalo común, ovocitos con un diámetro entre 370 - 500 μm . Por su parte Cruz, *et al.* (2017) consideran hembras maduras cuando los ovocitos se encuentra en una etapa de desarrollo I – II ($44.7 \pm 12.6 \mu\text{m}$), mientras que para etapa reproductiva una hembra seleccionada estaba en etapa III con ($223 \pm 25.4 \mu\text{m}$). Mediante un análisis histológico se logró evidenciar que durante la época de abril – mayo (época pluvial en la Costa Atlántica de Colombia) ya habían madurado, mientras que en septiembre y octubre se encontraban en etapa de maduración. Estos autores también determinaron que la madurez sexual del ejemplar hembra presentaba una correlación con las épocas pluviales, momento en el cual las concentraciones de salinidad en el medio varían.

Tabla 2.1 Evaluación técnica mediante meta-análisis para la producción de robalo

Especie	<i>Centropomus viridis</i> .	<i>Centropomus undecimalis</i> .	<i>Centropomus nigrescens</i> .	<i>Centropomus nigrescens</i> .	<i>Centropomus nigrescens</i> .	<i>Centropomus parraleilus</i> .	<i>Centropomus undecimalis</i> .
Peso (kg)	Macho 1,72 ± 0,5 kg; Hembra 7,7 ± 9,5 kg.	Macho 4775 ± 504 g ; Hembra 5048 ± 350 g.	Macho 1,64 kg; Hembra 5,02 kg	9 kg/pez	7 - 5 kg/pez	Hembra: 685 g; Macho: 531 - 587 g.	Hembras de 903 g; Machos de 853 g.
Condiciones ambientales en Etapa de Maduración & Desove	23 -27°C; a 35 ppt de salinidad.	Temperatura del ambiente (México, 21 - 27 °C); a 37 - 38 ppt de salinidad y fotoperiodo de 12 h.	29,3°C; 35 ppt de salinidad; el OD ≥5 mg/L O ₂ ; pH ≥ 5 - 8.4 y con fotoperiodo de 13 horas de luz.	26°C; a 35 ppt de salinidad; OD > 6 mg/L O ₂ y fotoperiodo de 12 horas con luz.	30°C; a 35 ppt de salinidad; OD >7 mg/L O ₂ y fotoperiodo de 10 - 15 horas de luz.	Ambiente: 25 °C; a 34 - 35 ppt de salinidad. Huevos fecundados con aireación constante por 12 horas	Ambiente controlado (marina); 34-38 °C; Ambiente natural (estuario); a 28-38 °C. 35 ppt de salinidad.
Relación en etapa reproductiva	1Macho : 2Hembra.	4Machos : 3Hembras.	6 Macho : 7 Hembra	1 Macho : 1Hembra	-	1Macho : 2Hembra	-
Dieta	Alimentación al 3% de peso corporal, cada dos días. Mezcla de sardina, calamar y <i>peneidos</i> spp.	Suplementos comerciales con adición vitamínica y aceite de pescado (omega-3).	Alimentación con <i>Peneidos</i> & <i>Arenque</i> del atlántico, <i>ad libitum</i> . Adición de vitamina B1 (40 mg/kg) a la dieta.	Pescado congelado botellita o pinchagua hecho picadillo.	Dieta fresca congelada: arenque y <i>peneidos</i> sp, aditivos vitamínicos y oligoelementos.	Dieta a base de alimento vivo.	Pescado y camarones frescos (3% de biomasa).
Inducción hormonal	LHRHa	GnRHa	GnRHa	GnRHa	GnRHa	LHRHa	-
Cantidad de administración en Inducción hormonal	130 mg/kg en hembras; 635 µg/kg en machos.	121 ± 31 µg/kg hembras; 83 ± 6 µg/kg machos.	50 µg/kg en hembras.	1000 UI/kg Hembra; 500 UI/kg Machos.	50 - 75 µg/kg en hembras; 25 µg/kg en machos.	≈ 50 µg/kg hembras.	-
Número de desoves	3	1	2	3	3	-	-
Tiempo de desove	62 horas	30 - 36 horas	24 - 48 horas	24 - 48 horas	24 - 48 horas	39 horas	-
Cantidad de huevos	1.93 millones	4,3 millones	1,2 millones	1,9 millones	2.8 millones	240.000	-
Referencia	Ibarra-Castro, Leonardo et al 2017	Ibarra-Castro, Leonardo et al 2011	Matthew J., Resley, et al 2014	Cenaim, 2020	Yanes, Carlos et al 2017	Alvarez, Luis et al 2002	Cruz, S et al 2017

2.2.5 Desove y Larvicultura

Los huevos fecundados requieren aproximadamente 22 – 23 horas para completar desarrollo embrionario a 20 °C, luego de dicho tiempo eclosionan y salen a la columna de agua (Álvarez-Lajonchère, Ronzani Cerqueira, & dos Reis, 2002). La tabla 2.2 presenta el análisis realizado para la etapa de desove en róbalo bajo cautiverio.

Tabla 2.2. Evaluación técnica mediante meta análisis del desove en róbalo reproductores.

Especie	Fertilidad (%)	Huevos viables	Eclosion (%)	Condiciones ambientales	Sobrevivencia	Referencia
<i>Centropomus undecimalis</i>	18.5 %		97.4 ± 15	27.5 °C.	35% (48dph)	Ibarra-Castro, Leonardo et al 2011
<i>C. viridis</i>	21 ± 18 % (12 – 14 h dph)	95 ± 4 % (82 huevos/L)	96%	26 ± 0.4°C, 45 g/L, 7.0 ± 0.6 mg/L OD, pH 7.9 ± 0.1 .	74% (48 dph), 42% dph	Ibarra-Castro, Leonardo et al 2017
<i>C. nigrescens</i>	47%	75%	96%	27.5°C.	-	Matthew J., Resley, et al 2014
<i>C. nigrescens</i>	-	74.0 ± 4.1%	91 ± 5.2% (17 dph)	35 ± 1 ppt, 7.0 ± 1 mg/L OD, 30 ± 0.2°C.	-	Yanes, Carlos et al 2017
<i>C. parallelus</i>	90%	-	-	25 - 27°C; 34 - 35 ppt.	-	Alvarez, Luis et al 2002

De los sistemas de cultivo actuales se describe el desarrollo de róbalo blanco *C. undecimalis* que cuenta con más información actualizada. El cautiverio de esta especie se ha llevado a cabo en sistemas usados previamente para madurar y desovar, en tanques con capacidad de 48 m³ con forma circular de diámetro interno de 6.1 metros y 1.83 metros de profundidad (cuya columna de agua se mantiene en 1.52 m) en un sistema RAS. La relación de reproducción que utilizo Castelló i Orvay (2012) fue de 7 hembras: 6 machos, con Chucumite, en donde colocaron a los huevos fecundados en tanques de 500 litros de capacidad y dentro de incubadoras cónicas de 38 litros a 24 – 26 °C; salinidades entre 30 – 35 ppt y con un flujo del 10 – 20 % del volumen/hora.

El proceso de cultivo se compone de tres etapas diferenciadas: recolección de huevos fecundados, eclosión y etapa larvaria. Una vez verificada la calidad de desove y fertilización se procede realizar aeración vigorosa, para descartar los huevos no viables y colocar los viables en tanques de 100 Litros a una densidad de 200 larvas/L (Yanes-Roca, *et al*, 2017). Luego de aproximadamente 55 – 60 dpe el juvenil termina su

transformación post-larva con tallas promedio de 15 mm TL, termina el ciclo de producción en la etapa larvaria momento en el cual puede ser llevado al pre-engorde y al engorde. Actualmente a nivel nacional no se cuenta con el conocimiento tecnología para la producción de esta especie a escala comercial, pero Barreno (2015) establece a *Centropomus nigrescens* como una especie muy resistente y que se adapta sin dificultad a piscinas camaroneras.

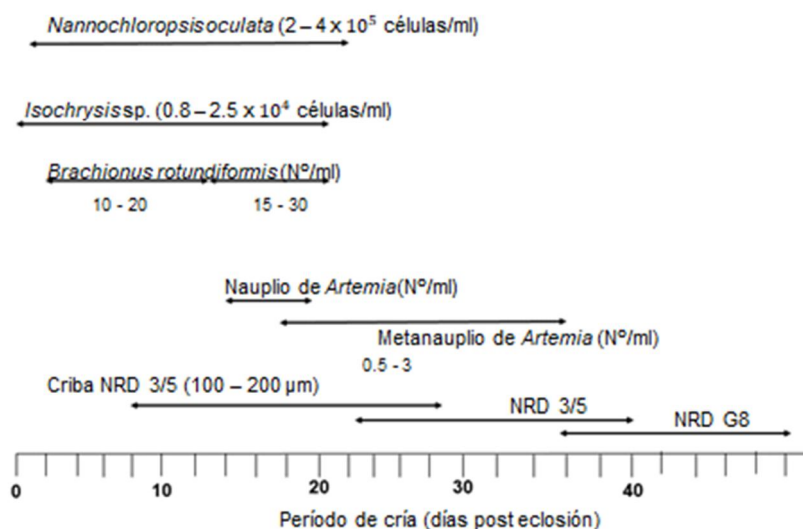
Para el ciclo de producción la etapa larvaria puede contar con variadas tasas de supervivencia, variando incluso entre varios autores. Según (Matthew, 2014) en sus ensayos obtuvo ciclos de producción con una supervivencia entre 35% y 74% durante el 2011 y 2017, respectivamente. Del trabajo (Ibarra-Castro., 2017) se consiguieron un total de 264,298 huevos que se desarrollaron en tanques de 3500 Litro (76 huevos/L), transcurridos los 42 dph cosecharon 120,364 juveniles con una longitud total final promedio de 24.5 ± 2.6 mm. Se adaptaron a los alimentos granulados, luego pasaron a un sistema de canalización donde se obtuvieron 30,000 juveniles por canal. Alcanzaron los 2 g y se fueron clasificando por tamaño cada 5 – 6 días. Después de las 48 dpe lograron un total de 70,936 juveniles de *C. undecimalis* en el estudio de (Ibarra-Castro, y otros, 2011) con una longitud total final de 21.26 ± 2.83 mm. Cenaim ha realizado larvicultura con robalo obteniendo al final del ciclo de producción una cantidad promedio de 600000 juveniles en tanques de 2 TM a densidades de 60 juveniles/litro de un total de 1,9 millones de huevos. Con tasas mayores al 2% puede ser incidencia de deformidades, casi siempre es un problema sujeto a la forma del tanque (altura) o la dinámica del alimento en el agua (el alimento debe caer al fondo).

2.2.6 Dietas de alevines

Con la estrategia de alimentación de juvenil de robalo común *Centropomus undecimalis* implementado por Ibarra-Castro, *et al.* (2017) se lograron excelentes resultados para el desarrollo fisiológico de los ejemplares. Ramos Mogollón & Palas García (2013) cita a Camacho & Ocaña (1994) quienes aseveran que a los 2 dpe se va perdiendo el saco vitelino y comienza el régimen con alimentación exógena (boca y ano funcional). Por su

parte Álvarez-Lajonchère, Ronzani Cerqueira, & dos Reis (2002) asegura que a los 2 dpe cuentan con una boca completamente funcional, y a partir de esta etapa es necesario administrar las primeras dietas con rotíferos (100 - 500 μm). Gran parte de la etapa larvaria se quiere de *Nannochloropsis oculata* e *Isochrysis galbana*. La incorporación de nauplio de artemia se realiza en conjunto con rotíferos hasta que se adapten y lo consuman durante los primeros 35 dpe. La dosificación y la relación rotífero/Artemia varían dependiendo de la etapa del ciclo. Luego de aproximadamente 20 dpe, los alevines serán nutridos con alimento artificial con alto porcentaje proteico, siendo esta una etapa muy crítica en casi todos los cultivos de peces marinos Gráfica 2.1.

Grafica 2.1. Protocolo de alimentación del róbalo *C. undecimalis* (Ibarra-Castro, et al, 2011)



2.3 Engorde de *Centropomus* en infraestructuras de camaroneras

El Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) viene realizando el ciclo larvario del róbalo con bajas tasas de supervivencia y con mejoras para optimizar los recursos utilizados. Sin embargo, se quiere tecnificar ciertos problemas asociados a esta etapa. Los juveniles nacidos en cautiverio pueden ser comercializados a los 50 dpe aproximadamente, pero se espera mejorar los ciclos de producción con futuras investigaciones específicas para *C. nigrescens*. A los 50 - 60 dpe se espera obtener juveniles de 15 – 26 mm de longitud total, los cuales podrán ser llevados a etapa de engorde en estanques de bajo hectareaje. Debido a que la especie se caracteriza por ser robusto y soportar condiciones adversas, pudiendo alcanzar tallas comerciales (500

g) en 6 meses tamaño plato, con tasas de crecimiento entre 1.5 – 3.2 g/día, factores de conversión alimenticia entre 1:1.1 – 1:1.5 (Barreno, 2015), para la etapa de engorde róbalo puede utilizarse infraestructura de camaronerías ya sea; piscinas de bajo hectárea o corrales (dentro de pre-criaderos) en piscinas específicas. En la etapa de engorde pueden ser sembrados tanto en reservorios, canal de descarga o en piscinas de ¼ de hectárea (precriaderos) de la misma camaronera.

2.4 Evaluación económica

Determinar claramente las etapas de producción es fundamental ya que el mismo permite establecer los requerimientos, equipos e insumos (cantidad y dosis) necesarios para cada proceso operativo (Tabla 2.3). Con tasas de supervivencia adecuada y costos operativos reducidos es posible llevar a cabo el ciclo de producción a una escala comercial. La viabilidad económica será estimada a través de los rubros necesarios para cada etapa de producción, considerando el flujo de caja, costos operativos de cada etapa, costos y precio del producto a comercializar. Además de determinar la inversión necesaria para la obtención de juveniles de *Centropomus* spp, conociendo el punto de equilibrio, el valor actual neto (VAN) & la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto. También se tendrá en cuenta los rubros necesarios para poder llevar a cabo la etapa de engorde, con el objetivo que los productores camaroneros tengan bajos costos operativos, pero con buena biomasa a la hora de la cosecha.

CAPÍTULO 3

3. Análisis de factibilidad técnica

3.1 Manejo técnico para la producción del róbalo

Para la propuesta de manejo técnico de producción de róbalo, se determinó una combinación de los protocolos de manejo descrita por Ibarra-Castro, *et al.* (2017) y J. Resley, *et al.* (2014). Además, de la experiencia práctica de los trabajos realizados actualmente en CENAIM, 2019 – 2020, para esta misma especie. Su combinación estuvo basada en los mejores resultados de supervivencia larval, juvenil y manejo de reproductores. El protocolo consolidado a seguir se describe a continuación por etapas de cultivo:

3.1.1 Acondicionamiento y manejo de reproductores.

Se requiere establecer un stock inicial de reproductores de róbalo (hembras ≥ 68 cm LT, y machos de ≥ 47 cm LT) realizando capturas de ejemplares del medio silvestre (reservorios de camaronas, estuarios o zonas marinas). Para su captura, se determinó que el mejor método es utilizando las redes de cerco o chinchorros. Una vez capturados, los animales que no muestren evidencias o graves lesiones son trasladados a las zonas de cuarentena de los laboratorios para su acondicionamiento en cautiverio (Tabla 3.1). Con el avance del tiempo y el incremento de ejemplares reproductores, es necesario que se seleccionen a los mejores individuos (selección masal) en términos de crecimiento, vigor y estado sanitario.

En el presente trabajo se proyecta el análisis financiero con un lote inicial de 10 ejemplares como posibles reproductores, de esa manera se dispondrá de 2 grupos reproductores, para ir alternándolos en cada ciclo. La relación por grupo reproductor es de Hembra y Macho de 2:1 para el ciclo de producción.

Tabla 3.1. Logísticos y operatividad para el posterior acondicionamiento de reproductores.

	Descripción
Transporte	Transportar con suministro de oxígeno: 7 animales de 2 a 3 kg/m ³
Requerimiento operativo	
Tanques	Tanques de 1 m ³ .
Logística	Mínimo 6 horas, menor estrés en los ejemplares.
Área de cuarentena	
Tanques	Sistema Cerrados de Recirculación con tanques de 5 m ³ de capacidad con altura < 1.8 m.
Desinfección	Baños de formalina (150 ppm) en agua dulce durante 15 minutos (eliminar epibiontes)
Tratamiento adicional	Ejemplares con problemas de patógenos, aclimatados por separado y tratados con sulfato de cobre II pentahidratado, dosis 0.2 ppm, durante tres semanas.
Dieta	Alimentación <i>Ad libitum</i> : camarón vivo <i>Penaeus sp.</i> u otro alimento vivo, dosificación diaria.
Parámetros	Temperatura: 24 - 29 °C Salinidad: 32 ppt Oxígeno Disuelto: ≥ 4 - ≤ 7 mg/L.
Tiempo	Requerimiento mínimo: 3 a 5 días según el estado físico de los ejemplares.

Referencia: Cenaim, 2020

Posterior a la etapa de cuarentena, los róbalo deben ser alimentados considerando su conducta carnívora, mantenidos en sistema cuyos parámetros les permitan un nado adecuado. Además, realizar sus funciones vitales bajo condiciones sanitarias óptimas, con poca o nula exposición a estrés (susceptible al entorno exterior). La tabla 3.2 describe las condiciones ambientales necesarias y el manejo del alimento para reproductores de róbalo.

Tabla 3.2. Sistema de acondicionamiento y alimentación de reproductores de róbalo.

	Descripción
Tanque	Tanque de fibra de vidrio de 20 m ³ .
Sistema	Sistema Cerrado de Recirculación con recambio diario del 400% del volumen total y velocidad de entrada mayor 0.1 m/s.
Densidad	Densidad 1.3 kg/m ³ , sin clasificación de sexo.
Parámetros	Temperatura : 25 - 30 °C
	Salinidad: 32 - 35 ppt
	Oxígeno Disuelto: ≥ 5 - < 9 mg/L
	pH : > 7.5 - < 8.4
Alimentación	Fotoperíodo: 12 - 13.5 h luz
	Filtro biológico, mecánico y desinfección UV.
Dieta	Alimento vivo: picadillo de botellita y pichagua congelados, adicional Vitamina B1 (40mg/kg).
Dosis	1.6 - 2.5 % de biomasa en peso seco.
Administración	Según comportamiento observados en la alimentación, se proporciona alimento en días alternos.

Dietas consideradas descrito por Cruz, 2011

Los róbalo no presentan dimorfismo sexual por lo que es necesario realizar técnicas para la identificación del sexo y posterior separación. Se ha concluido que la técnica menos costosa y que ocasionan menos estrés en los animales comparada con su eficiencia es la canulación (Melillo, y otros, 2016). Para efectos de las estimaciones operativas y financiera, se estimó que el stock reproductor debe mantener una biomasa promedio de 25 kg.

3.1.2 Desove y larvicultura

No existen reportes sobre desoves espontáneos de róbalo en cautiverio. Para la inducción al desove, se definió el uso de la hormona Gonadotropina coriónica humana (HCG) en las dosis descritas en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Inducción hormonal para la maduración gonadal en reproductores de róbalo.

Tratamiento hormonal	
Hembra	Dosis de 1000 UI/kg en hembras con ovocitos maduros.
Macho	No requiere inducción, si fuera el caso. Administrar mitad de la dosis establecida por la hembra.
Inducción hormonal	Introducir aguja calibre 12 con jeringa de 3 ml sobre el músculo dorsal por detrás de columna dorsal.
Cantidad de huevos	Aproximadamente 1.9 millones de huevos luego de 48 h.
Etapas de Desove	
Tanque	Tanque cilíndrico de fibra de vidrio de 3 m ³
Densidad	Para el cortejo densidades ≤ 2,1 kg/m ³
Tiempo	Post inducción hormonal : 42 - 60 horas
Parámetros	Temperatura: 25 -30°C
	Salinidad: 35 ppt
Relación Hembra:Macho	Fotoperíodo: > 13.5 horas luz
	2:1

Con base a las referencias y las estimaciones a considerar se espera obtener cerca de 1,7 millones de huevos viables totales por pareja, los cuales se recolectan y se colocan en tanques cúbicos de 200 L junto con aeración suave y constante por un corto tiempo. En la tabla 3.4 se resumen los aspectos de interés para el ciclo de producción para el desarrollo de juveniles de róbalo.

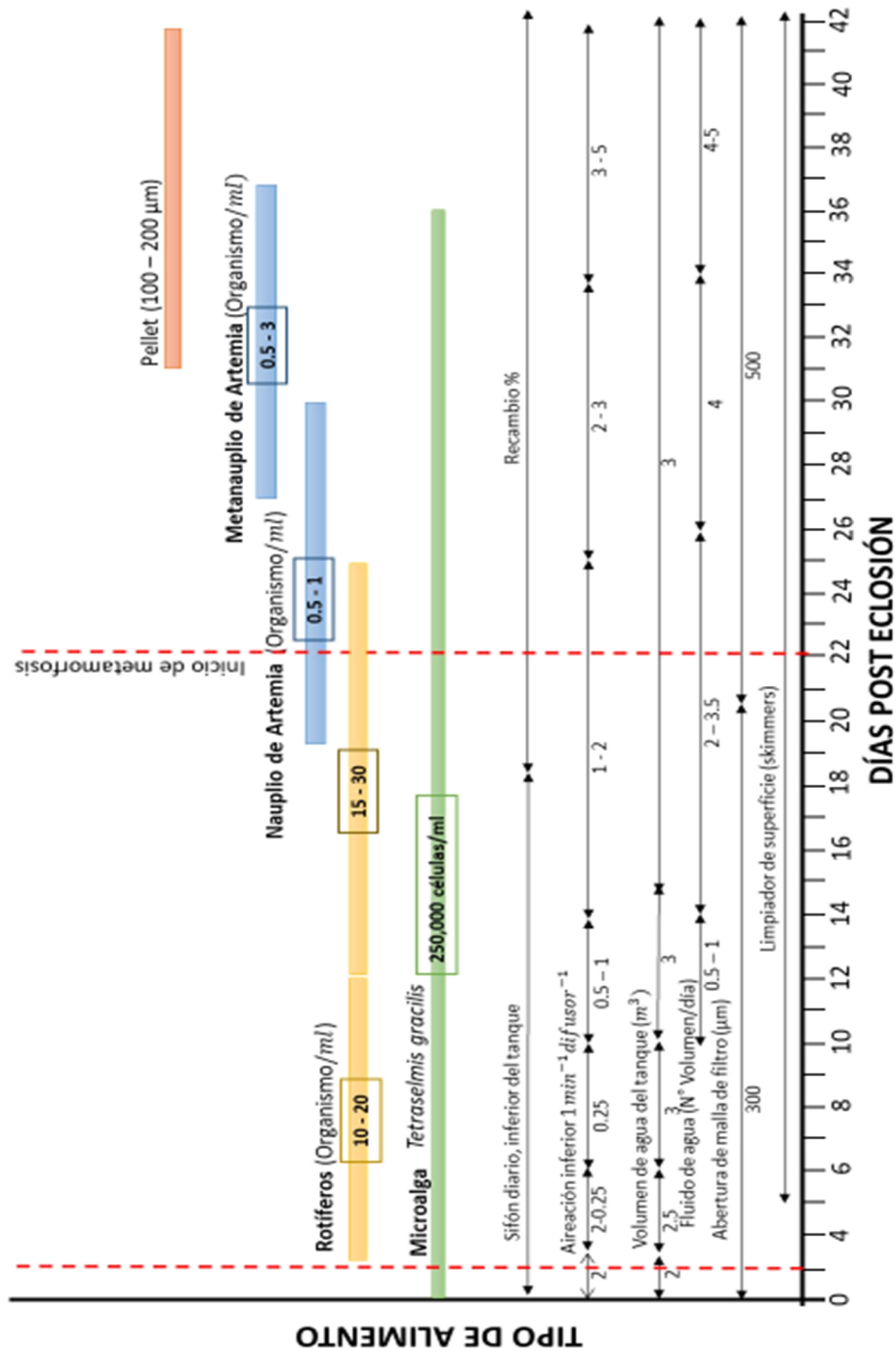
Tabla 3.4. Aspectos para determinar la calidad de desove durante el desarrollo embrionario previo al acondicionamiento de las larvas.

Aspectos de interés en el desarrollo embrionario	
Características de los huevos	Huevos esféricos de tipo pelágico, con corión transparente y liso, sin ornamentos. Diámetros entre 0.67 – 0.72 mm de longitud.
Gota de aceite	Gota de color amarillo pálido de 0.20 mm diámetro y longitud total de 1.85 mm. Consumida en su totalidad para el 5 día.
Parámetros	Etapa de incubación a salinidad ≥ 35 ppt, con aireación constante en los tanques para estimular la eclosión de los huevos.
Incubación de los huevos	Tiempo de desarrollo embrionario 14 - 16 horas antes de eclosionar. Con temperatura ambiente ≥ 26 °C. Colocar huevos eclosionados en tanques de 200 L.
Recolección	Los huevos fecundados flotan en la columna de agua, facilitando su recolección con una malla de 0.3 mm.
Sistema de acondicionamiento para el desarrollo larvario	
Tipo de tanque	Tanques cilíndricos con capacidad volumétrica de 3 m ³ , con un rango de altura entre 50 - 100 cm. Paredes lisas y color azul.
Sistema	Sistema cerrado de recirculación, varían según la etapa de crecimiento larvario. Se inicia con valor recambios de agua/día.
Densidad de siembra	Densidad de siembra entre 50 - 75 larvas/litro, la tasa de fecundación y de eclosión son indicadores específicos para estimar la producción larvaria. Larvas eclosionadas, sembradas en tanques de 2 m ³ .
Parámetros	Temperatura ≥ 26 °C. Oxígeno Disuelto: ≥ 6 mg/L. Fotoperíodo: 12:12

Fuente: CENAIM, 2020

En el presente trabajo, se realizó un protocolo de alimentación, bajo un ambiente controlado con un promedio de temperatura y oxígeno disuelto de 27°C y 6,5 mg/L, respectivamente.

Grafica 3.1. Protocolo de alimentación para producción de juveniles de robalo *Centropomus* spp.
Referencia: (Ibarra-Castro, y otros, 2017); (Cenaim, 2020).



3.1.3 Fase de Engorde

La producción de róbalo mediante el uso de sistemas artificiales demanda tener información sobre el ciclo vital de la especie en cuestión. Por lo que, el presente trabajo

diferencia dos fases bien marcadas durante el desarrollo del cultivo. La Fase 1, comprende el cultivo de la fase inicial de la especie en las instalaciones de laboratorio de larvas, mientras que la Fase 2 corresponde al cultivo de los animales hasta su tamaño de comercialización en la infraestructura que poseen las granjas camaroneras. Dentro de este cuadro, considerando la existencia de una infraestructura en buen estado y de las facilidades presentes en la misma, se consideró apropiado llevar a cabo la larvicultura (Fase 1) de los ejemplares de róbalo. No obstante, realizando las respectivas modificaciones para cada etapa de cultivo (maduración, desove, larvicultura). Por consiguiente, la distribución del laboratorio de estándares mínimos para la realización de la fase inicial, se encuentra sujeta a la disposición de áreas específicas usadas en la larvicultura de peneidos.

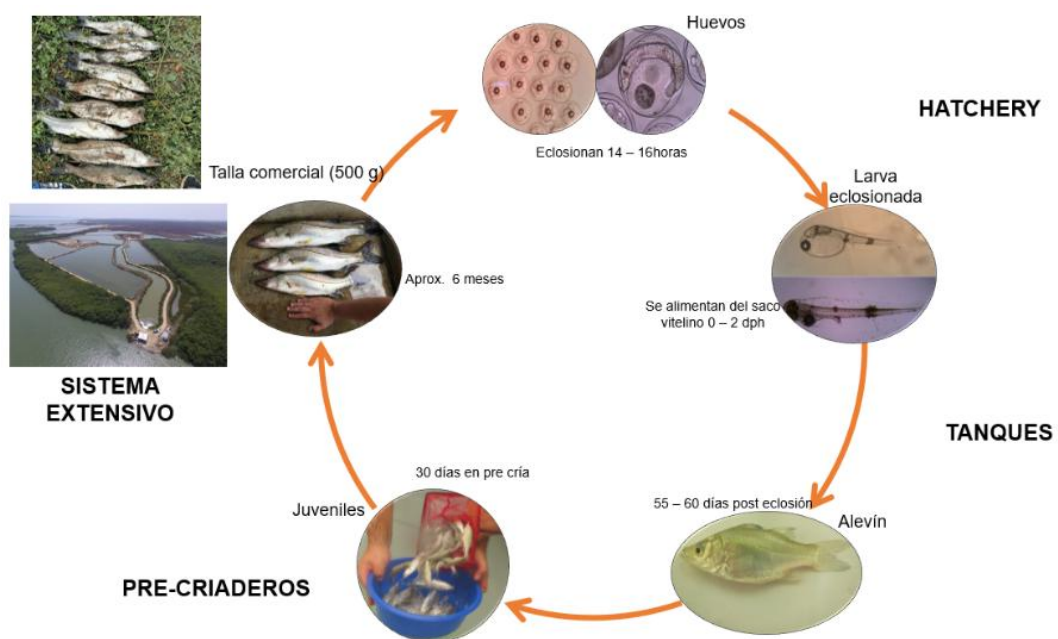


Figura 3.1. Esquema general del ciclo de producción

Al igual que en los laboratorios de larvas, las granjas camaroneras cuentan con los recursos técnicos y logísticos para desarrollar la fase de engorde del róbalo (Fase 2). En el caso particular de la especie de róbalo, el medio de cultivo más difundido fue en jaulas de 1 m^3 situadas dentro de una piscina cuyas dimensiones fueron de una profundidad de 2 m, 10 m de ancho y 40 m de longitud, en la camaronera CAMCOMARCA S.A

comuna Palmar con una sobrevivencia del 100 % en 165 días obtuvieron una talla promedio de 28 cm (195 g), alimentados con alimento vivo *Poeciliidae* spp, a densidad de 10 ind/m³ con una talla promedio inicial de 13 cm (20 g) (Barreno, 2015).

La mayoría de las granjas camaroneras presentan piscinas comerciales (≥ 5 ha), por lo que para comenzar un plan piloto para engorde de róbalo se realizaron proyecciones correspondientes con los estanques de pre cría (precriaderos), puesto que éstos cuentan con menores dimensiones (1 – 3 ha) y una altura promedio de la columna de agua de 1.2 m, convenientes para la etapa inicial de ejemplares juveniles de 6 g (7 cm), durante 30 días hasta obtener una cosecha de 30 g y transportarlos a un sistema extensivo.

Tabla 3.5. Estimaciones de pre-engorde del róbalo posterior engorde

Siembra	Tiempo	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Supervivencia	Biomasa final
380,000 juveniles	30 días	3 g - 6 g	30 g	97%	11,058 kg

Tabla 3.6. Estimaciones de engorde para róbalo.

	Peso Tamaño inicial	Peso Tamaño final	Siembra	Biomasa inicial	Biomasa final	Cosecha
Engorde	30 g 13 cm	500 g 33 cm	368600 juveniles	11,058 kg	147,440 kg	294880 róbalos

Se estimó un supervivencia del 80% en estanques de 15Ha con una profundidad de 1.5 m

Determinación del período de crecimiento del *Centropomus* spp de 30 g a 500 g, con una temperatura media 28°C (26 – 30°C), se asumió un factor de condición (K) de 1.2 para el género *Centropomus* (Fraga, y otros, 2006).

$$3.1 \quad cm \rightarrow g : \left(\frac{100 (g)}{K} \right)^{1/3}$$

$$cm \rightarrow 30 g : \left(\frac{100 (30)}{1.2} \right)^{1/3} = 13 cm$$

$$cm \rightarrow 500 g : \left(\frac{100 (500)}{1.2} \right)^{1/3} = 33 cm$$

Cambio total en la longitud entre 30 g y 500g: 20 cm

3.2 Análisis de Factibilidad Económica

Previo a los procesos operativos se debe estimar o considerar toda la infraestructura y el equipamiento necesario para llevar a cabo los ciclos productivos. Los equipos requeridos básicamente permitirán llevar un control sobre la evaluación del desarrollo gonadal de los posibles reproductores y posteriormente serán utilizados para evaluar el crecimiento larvario (ver anexos equipos y materiales), se debe definir adecuadamente las áreas y materiales que se requiere en cada unidad de producción.

3.2.1 Área laboral

El emplazamiento dispondrá de diferentes áreas de trabajo, cada área debe estar bien definida. Se considera como unidades productivas, a las áreas donde se acondicionan reproductores y donde se desarrollan las larvas, mientras las unidades de soporte permitirán abastecer directa o indirectamente al ciclo de producción primario, como sería el caso de la zona de cuarentena, áreas de tratamiento hídrico y los cultivos accesorios. Cada área deben contar con sus propios equipos (Tabla 3.7), los mismo no pueden ser llevados de una unidad productiva a otra.

Tabla 3.7. Infraestructura para el almacenamiento y logística de los ejemplares de robalo.

Infraestructura según el área laboral			
Etapa requerido	Tanques	Descripción	Costo
Transporte de ejemplares	4 tanques de 1m ³ para transporte de reproductores o juveniles.	Transporte de juveniles para la comercialización o el transporte de nuevo stock.	\$ 2.000,00
Cuarentena	2 Tanques de 5 m ³ para la depuración y aislamiento inicial.	Realizamos baños de agua dulce en tanques de 100 L para eliminar epibiontes externos. En los tanques de 5 m ³ se manejaran densidades de 1,3 kg/m ³ por tanque, recambios parciales pasanado 2 dias.	\$ 5.300,00
	2 Tanques de 100 L para los tratamiento presuntivo de depuración.		\$ 200,00
Acondicionamiento de reproductores	1 Tanques masivo de 20 m ³ de fibra de vidrio con sistema de recambios diario.	Debe contar con filtros físicos, filtros mecánicos, sistema de esterilización por UV, skimmers y sistema de aireacion. Recambio diario entre 350 - 400 %.	\$ 8.000,00
Etapa de desove	2 Tanques de 3 m ³ para el desove de cada pareja (1:3).	Tanque con flujo cerrado, con sistema de aireación constante y sistema de luces.	\$ 3.200,00
Incubacion de los huevos	2 Tanques plástico cilindrico de 200 L para desarrollo embrionario.	Sistema de luces y aireación constante. Red de malla blanda para la recolección de las larvas.	\$ 350,00
Larvicultura	4 Tanques de 2 m ³ para el desarrollo larvario.	Debe contar con filtros físicos, filtros mecánicos, sistema de esterilizacion por UV, skimmers y sistema de aireacion. Recambios 1 - 1,5 m ³ /día a partir del 20 dpe.	\$ 3.800,00
Fuente: Matthew, 2017			
VALOR TOTAL			\$ 22.850

Con base a los requerimientos volumétricos de cada área se determinó el volumen necesario diariamente. En total se requiere como mínimo 101 m³ de volumen total por diario (Tabla 3.8), cantidad de agua marina que debe ser movida al emplazamiento en 6 horas aproximadamente.

Tabla 3.8. Cantidad volumétrica estimada de agua marina al día.

Área de proceso	Infraestructuras en cada area laboral	Capacidad	Recambio diario	m ³ /día
Transporte de ejemplares	Tanques plasticos de color oscuro con tapa.	1 m ³	Distribucion	-
Cuarentena	Tanques de fibra de vidrio, con forma circular.	5 m ³	Recambio Semanal	5
Acondicionamiento	Tanque masivo con sistema de recambio.	20 m ³	400 % en el día	80
Desove	Tanques de fibra de vidrio circular con flujo cerrado y con recolector de huevos instalado.	3 m ³	-	3
Incubacion de los huevos	Tanques de plastico cilindrico con aireacion.	200 L	-	0.4
Larvicultura	Tanque de fibra de vidrio con <i>recambios regulados</i> .	2 m ³	Regulados	8
Volumen por día				96
5% adicional del volumen total				4,8
Vol total estimado en m³				101

3.2.2 Inversión en infraestructura:

El monto base de inversión solo para la infraestructura y el equipamiento son de \$43000, valor con el cual se acondiciona el emplazamiento (Tabla 3.9). En dichos rubros se tomó

en cuenta los sistemas de retención hidráulica como tanques y reservorio, sistema de tuberías para el transporte hídrico, equipos de aireación e iluminación. Al ser un ciclo productivo que se adapta fácilmente a los sistemas del laboratorio de larvas de camarón nacionales, no se consideró grupo de bombeo como rubro. Sin embargo, los cálculos sugieren que el requerimiento de una bomba de 5 HP es adecuado para el ciclo de producción.

Tabla 3.9. Monto de inversión para los equipos e infraestructura

Inversión en infraestructura y equipamiento			
Infraestructura y equipos	Valor unitario	Costo por rubro	
Reservorio de 40 m3	\$ 9.500	\$	9.500
1 Tanque de 20 m3 de volumen	\$ 8.000	\$	8.000
2 Tanques de 5 m3 de volumen	\$ 2.650	\$	5.300
2 Tanques de 3 m3 de volumen	\$ 1.600	\$	3.200
4 Tanques de 2 m3 de volumen	\$ 950	\$	3.800
Equipos del laboratorio	\$ 2.167	\$	2.337
4 tanques de 1m3 de volumen	\$ 500	\$	2.000
Esterilizador por UV	\$ 1.200	\$	1.200
4 Tanque de 500 Litros de volumen	\$ 350	\$	1.400
Reproductores seleccionados	\$ 80	\$	900
Equipos para la etapa larvaria	\$ 811	\$	811
2 Sistema de skimmers	\$ 350	\$	700
1 Filtro metalico grava 16" (550 mm)	\$ 480	\$	480
Congelador horizontal de 260 L	\$ 500	\$	500
Desktop	\$ 450	\$	450
2 tanques de 200 Litros de volumen	\$ 175	\$	350
2 tanques de 100 Litros de volumen	\$ 100	\$	200
Marcacion de reproductores	\$ 187	\$	187
Equipo operativo EPP	\$ 45	\$	135
6 Boyu LK-80 High Flow Air Pump	\$ 110	\$	660
2 Boyu Air Pump SES-40	\$ 70	\$	140
4 Boyu Air Pump SES-30	\$ 55	\$	220
6 Boyu Air Pump S-2000	\$ 50	\$	300
10 fluorescente LED 120cm	\$ 14	\$	170
Coralife bulbs	\$ 40	\$	40
Grupo de bombeo	-		-
TOTAL	\$ 30.434	\$	42.980

3.2.3 Planeamiento económico

Con rubros de producción estimados por grupo reproductivo (2:1) se espera obtener en total 1,7 millones de huevos, de los cuales gran porcentaje de ellos no llegue a juveniles,

de la cual se estima una tasa de eclosión del 70% (Ibarra-Castro., 2017) (Tabla 3.10). Al final del ciclo de producción se espera obtener 380,000 juveniles con un peso estimado de 3 gramos, en un ciclo de producción entre 50 - 60 días. Luego de la larvicultura, los juveniles podrán comenzar la etapa de pre-engorde y engorde en camaroneras. Se consideró iniciar la operatividad con dos parejas para ir alternándolas entre sí en cada ciclo. Se espera renovar el stock de reproductores cada 6 meses como mínimo, con el objetivo de otorgar variabilidad genética a los juveniles.

Tabla 3.10. Cantidad de juveniles obtenidos por pareja de robalo.

Producción de juveniles de robalo <i>Centropomus spp.</i>		
Huevos totales por cada grupo reproductivo (1:3)	1,7 Millones	
Huevos flotantes	40%	680000
Supervivencia en eclosion	70%	570000
Tasas de peces con desarrollo adecuado	80%	408000
Produccion de juveniles estimados por una pareja de reproductores (Cantidad).	Juveniles	380000
Densidad manejada por tanques	70 juveniles/Litro	
Unidades productivas requeridos	3 Tanques de 2m ³	
Cantidad de juveniles estimados al año	≥ 1,1 millones de juveniles	

Referencia: Matthew,2014; Ibarra,2017; Cenaarim,2020.

3.2.4 Ración alimenticia

La larvicultura de robalo cuenta con requerimientos similares a la mayoría de peces marinos. En casi todo el ciclo productivo requiere de aguas verdes, además de alimento vivo y para los últimos 24 días de alimentación artificial (Tabla 3.11) para dosificar a las larvas. La ración alimenticia fue establecida para 380000 juveniles albergados en 3 tanques de 2 m³ (capacidad volumétrica 1,8 m³) con una densidad de siembra de 70 larvas/tanque, se necesitara de un tanque adicional de la misma capacidad solo para la clasificación paulatina (Ver anexos de rubros de alimentación de juveniles).

Tabla 3.11. Costo estimado del alimento requerido para el ciclo productivo

Costos de alimentación para alevines		
Alimento	Descripción	Costo total
8 kg de Rotífero	315,000 rotíferos/gramo	\$ 6.000
1,5 kg de quistes de Artemia	180000 artemias/gramo	\$ 473
55 sacos de balanceado para Tilapia/Trucha	Iniciador de 20 kg con el 40 % de proteína a \$50.	\$ 2.500
12 m3 de Aguas verdes: Tetraselmis gracilis	Tonelada masiva de microalga a \$16	\$ 192
TOTAL		\$ 9.165

3.2.5 Costos operativos y Costos Fijos

Previo a definir la viabilidad económica se requiere definir correctamente los rubros a cubrir para la etapa productiva. Los variables son todos los gastos que no se ven sensibles a la variación si se realiza o no la operatividad, mientras que los *costos fijos* se deben exclusivamente de la parte productiva, ocurriendo una gran relación entre ambas ya que los mismos representan los costos totales, tal como se ve en la ecuación 3.1.

$$\text{Costo Totales productivos} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variables}$$

Definidos los gastos promedios por ciclo nos permitió establecer el costo unitario de cada juvenil, obteniendo un promedio entre ambos en donde se divide el rubro para las unidades producidas como se establece en las ecuaciones 3.2 – 3.3.

$$(3.2) \quad \text{Costo fijo unitario} = \frac{\text{Costo Fijo total}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$(3.3) \quad \text{Costo variable unitario} = \frac{\text{Costo variable total}}{\text{Unidades producidas}}$$

3.2.5.2. Flujo de caja

Los costos operativos están reflejados por ciclo, mientras que los costos fijos se evaluaron por mes y también por ciclo (Ver anexos de gastos energéticos y servicios). El precio se obtuvo mediante la fórmula 3.4, que toma en cuenta los costos variables y el

margen de ganancia unitario el cual se consideró 40%. Los índices financieros de la (Tabla 3.12) resumen los valores en dólar de los montos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

$$(3.4) \quad Pv = \frac{Cv}{1-\%}$$

En donde:

Pv: Precio de venta

Cv: Costo variable

%: Margen de ganancia

Tabla 3.12. Índice financiero para la producción de juveniles de róbaló

Indices Financieros	
Rubros	Valor
Inversion en equipos	\$ 42.980
Costos variables	\$ 11.848
Costos fijos por ciclo	\$ 12.171
Ingresos neto	\$ 41.800
Utilidad	\$ 17.781
Cantidad juveniles producidos (Q)	380000

Con los egresos (Costos *fijos* y Costos *variables*) productivos se determinó el costo unitario promedio, además se definición el punto de equilibrio mediante la ecuación 3,5 dando 380000 juveniles para cubrir los gastos operativos (Tabla 3.13). La depreciación es un factor importante de determinar, ya que los equipos e infraestructura perderán valor en cada ciclo productivo (Ver anexos de Costos).

$$\text{Ingreso total} = \text{Costo total}$$

$$(3.5) \quad Pvu * X = CF + Cvu * X$$

En donde:

Pvu: Precio de venta unitario

CF: Costo fijo por ciclo

Cvu: Costo variable unitario

X: Punto de equilibrio

$$X = \frac{CF}{Pvu - Cvu}$$

Tabla 3.13. Valores estimados por ciclo de producción

Valores por ciclo de producción	
Rubros financieros	Valor
Costos Variables	\$ 11.848
Costo fijo por ciclo (CF)	\$ 12.171
Costo total por ciclo	\$ 24.019
Costo variable unitario	\$ 0,03
Costo fijo unitario	\$ 0,03
Costo unitario promedio	\$ 0,06
Precio de venta unitario	\$ 0,11
Margen de ganancia unitaria	0,4
Punto de equilibrio	288827
Ingresos de equilibrio	\$ 30.427
Costo variable total	\$ 18.256

Tabla 3.14. Flujo de caja para los primeros 5 años de operatividad

	Flujo de ingresos	Flujo de egresos	Flujo de efectivo neto
Inversion inicial	-\$ 66.999	-\$ 66.999	-\$ 66.999
Año 1	\$ 125.400	\$ 96.400	\$ 29.000
Año 2	\$ 125.400	\$ 90.314	\$ 35.086
Año 3	\$ 125.400	\$ 90.314	\$ 35.086
Año 4	\$ 125.400	\$ 90.314	\$ 35.086
Año 5	\$ 125.400	\$ 90.314	\$ 35.086
Valor total	\$ 858.000	\$ 457.656	\$ 169.344

3.2.6 Balance general

Se determinó los ingresos y egreso en los primeros 5 años, en dicho análisis se consideró realizar tres ciclos de producción al año (Tabla 3.14). Con el sistema a considerar los ingresos anuales son capaz de cubrir los rubros por costo de operatividad y costos fijos, en la empresa (Ver anexos de Flujo de caja). El valor anual neto para el presente proyecto es de \$194,500 y la Tasa Interna de Retorno en 5 años (Tabla 3.15).

Tabla 3.15. Rubro Financieros

Egresos operativos	\$ 24.019
Ingresos operativos	\$ 41.800
Costos fijos	\$ 6.085
Costos variables	\$ 11.848
Inversion inicial	\$ 42.980
Costo total del proyecto	\$ 66.999
Tasas de interes	\$ 0,10
VAN	\$ 194.470
TIR	40%

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Los laboratorios de larvas de camarón blanco cuentan con la infraestructura y equipamiento básico necesario para la producción de alevines de róbalo, siendo una gran opción realizar ensayos en laboratorios nacionales, representando un ahorro de aproximadamente \$43000 en inversión de infraestructura y equipamiento.
- La inducción para la maduración gonadal puede ser llevada a cabo con la hormona Gonadotropina coriónica humana (HCG), la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) o algún tipo de hormona comercial.
- La viabilidad financiera, demuestra que el proyecto es ejecutable debido a la Tasa Interna de Retorno (TIR) que es del 40% y un Valor anual neto (VAN) de U\$D 194,500 para los 5 años de operatividad.
- El punto de equilibrio (PE) permite obtener una visión sobre los costos, volumen de producción y utilidades, luego de considerar las cantidades de ejemplares reproductores para la reproducción dentro de las instalaciones de un laboratorio, se determinó un punto de equilibrio de producción de 288827 de alevines de róbalo por ciclo de producción.
- Este trabajo es el punto de partida para iniciar la producción extensiva en reservorios, estanques, policultivos. Quedó claro que el róbalo es un pez muy resistente que se adaptan a sistema artificiales, logrando dar una apertura para incrementar el interés por la diversificación.

4.2 Recomendaciones

- Para llegar a la diversificación de la acuicultura nacional, es necesario seguir realizando proyectos pilotos, ensayos o estudios bibliográficos, en otro tema de investigación de pregrado con el objetivo de potenciar a los róbalo en infraestructuras existentes dentro de camaroneras para la etapa de engorde de los juveniles, además de establecer posibles dietas nutricionales que se ajusten al mercado local.
- Realizar nuevos bioensayos utilizando otro tipo de hormonas comerciales que permitan la efectividad en el desarrollo gonadal y desove para los reproductores de róbalo. Adicional, se considera oportuno realizar estudios sobre la maduración gonádica en reproductores en cautiverio en edades tempranas, longitud media de 60 – 110 cm.
- Se ha considerado que los reproductores seleccionados no serán muy grandes ≥ 60 cm, ya que tallas medias son igual de capaz de generar la cantidad genética de calidad, además de reducir costos en tratamiento hormonal.

Bibliografía

- Álvarez, M., & Marcillo, F. (2018). *Industria de Acuicultura*. ESPAE- ESPOL.
- Álvarez-Lajonchère, L., Ronzani Cerqueira, V., & dos Reis, M. (Diciembre de 2002). *Desarrollo embrionario y primeros estadios larvales del róbalo chucumite, Centropomus parallelus Poey (Pisces, Centropomidae) con interes para su cultivo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972002000200001
- Barreno, J. (2015). *Crecimiento de róbalo Centropomus viridis en jaulas a diferentes densidad de siembra alimentados con dieta artificial y alimento vivo mediante tres tratamientos en la camaronera CAMCOMARCA S.A comuna Palmar*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Barreto, M., & Solórzano, E. (2006). *Determinación de algunos componentes biológicos de las principales especies comerciales de la familia Centropomidae (róbalo) en el estuario del río Chone, Provincia de Manabí*. Bahía de Caráquez: Universidad Técnica de Manabí.
- Bearez, P. (1995). Lista de los peces marinos del Ecuador continental. *Biología Tropical*.
- Benetti, D. (2 de Marzo de 2014). *Global Aquaculture Advocate*. Recuperado el 14 de Junio de 2020, de Boutique fish farms in Brazil: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/boutique-fish-farms-brazil/>
- Blacio, E., & Alvarez, R. (2002). *Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para la diversificación de la Acuicultura Marina*. San Pedro: Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas "Edgar Arellano M."
- Camara Nacional de Acuicultura. (s.f.). *Camarón-Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Recuperado el 11 de Junio de 2020, de <http://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Carvajal, M. (1997). *Inducción a la Maduración y Desove del róbalo (Centropomus nigrescens) en cautiverio mediante la utilización de las hormonas HCG (Gonadotropina Coriónica Humana) y LHRHa (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Ethylamide)*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Castelló i Orvay, F. (septiembre de 2012). *Piscicultura marina en Latinoamérica: Base científica y técnicas para su desarrollo*. Barcelona: Universidad de Barcelona. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=QTCTBAAQBAJ&pg=PA242&dq=peces+marino+s+de+centro+america+centropomus&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjNnrqO9IHqAhVOQTABHQDqCloQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false>
- Castelló, F. (Julio de 2013). *Piscicultura marina en Latinoamérica. Bases científicas y técnicas para su desarrollo*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=QTCTBAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Castro D., L. (2019). *Growth performance and fillet of yield common snook fed with different commercial diets*. LABOMAR.
- Castro David, L. H., Mello Pinho, S., Correia, D., Yumi Tsuzuki, M., Coelho Emerenciano, M. G., & Lemos de Mello, G. (28 de Octubre de 2019). Growth performance and fillet of yield

common snook fed with different commercial diets. *Desempenho zootécnico e rendimento de filé do Robalo-Flecha Alimentado com diferentes dietas comerciais*. Brasil, Sao Paulo: Labomar.

CENAIM. (2020). *Producción de juveniles de róbalo C. nigrescens*.

Cruz, S., Roca, B., Gaitán, S., Chaparro, N., & Villamizar, N. (2017). *Natural vs Laboratory conditions on the reproductive biology of common snook Centropomus undecimalis (Bloch, 1782)*. University of Magdalena, Faculty of Engineering, Santa Marta. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.09.013

Dr Van der Heiden, A. (4 de Enero de 2000). *Genetica y taxonomia de los robalos (Centropomus sp) del golfo de california, Mexico*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfG008.pdf>

Ekos. (28 de Diciembre de 2018). *10 principales productos de exportacion del Ecuador*. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/10-principales-productos-de-exportacion-del-ecuador>

Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Puente-Gómez, M., & García-Boa, A. (December de 2017). Growth and reproduction of the robalo *Centropomus nigrescens* (Teleostei:Centropomidae) in Manzanillo Bay, Mexican Central Pacific. VI, 526-534. México: International Journal of Scientific Research.

FAO. (Junio de 1989). *Nutricion y alimentacion de peces y camarones cultivados manual de capacitacion*. Obtenido de *Nutricion esencial*: <http://www.fao.org/3/AB492S/AB492S01.htm>

FAO. (Marzo de 2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Obtenido de Panorama general: <http://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>

FAO. (2018). *Integración de la biodiversidad en los sectores de la agricultura, la pesca y la silvicultura*. Jartum : Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Food and agriculture Organization of the United Nations. (Agosto de 1978). *Programa para la Formación de Acuicultores en el Centro Regional Latinoamericano de Acuicultura*<http://www.fao.org/3/l8156s/l8156s00.htm#Contents>. Obtenido de III. Selección de especies para la acuicultura: <http://www.fao.org/3/l8156s/l8156s00.htm#Contents>

Fraga, I., Reyes, R., Ortega, N., Regueira, E., Font, R., & Bravo, A. (noviembre de 2006). *Desarrollo de un banco de reproductores de Róbalo (Centropomus undecimalis, Bloch 1792): I. Manejo del alimento*. Obtenido de <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/2077/CIVA2006%20ILIANA%5b1%5d.pdf?sequence=1>

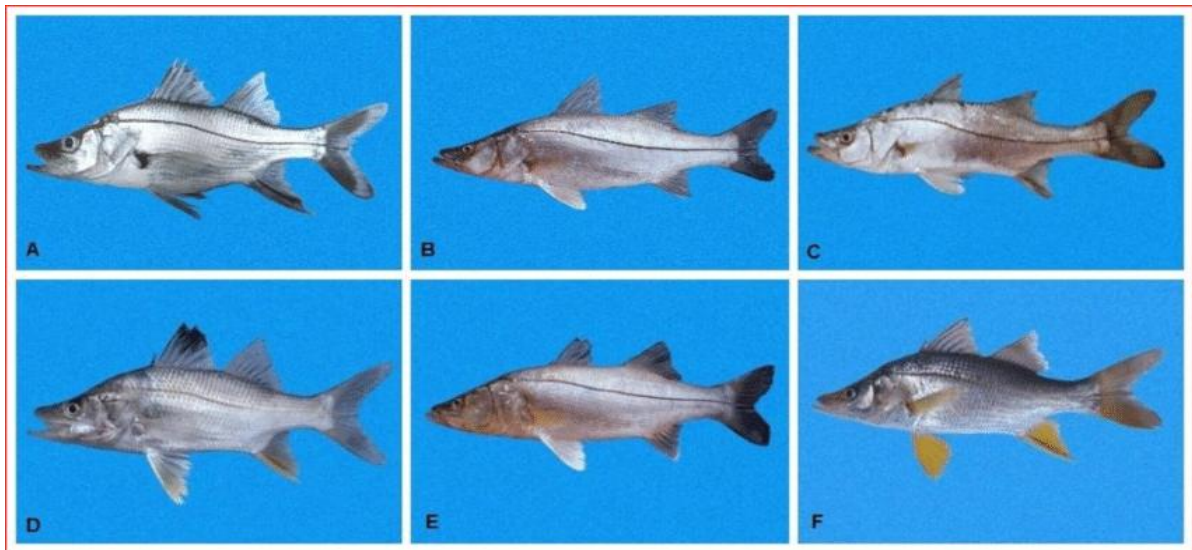
Geehan, J., & Zhou, X. (2020). Capture fisheries production. En *The State of World Fisheries and Aquaculture* (págs. 2-21). Roma: FAO.

GOAL. (Abril de 2016). *Pesca y acuicultura: Actividades hermanas con una meta comun*. Obtenido de CONAPESCA: La acuicultura debe ser reconocida, o su desarrollo se frenará: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/pesquerias-y-acuicultura-actividades-hermanas-con-una-meta-comun/>

- Ibarra, L., Alvarez, L., Rosas, C., Palomino, I., Holt, J., & Sanchez, A. (11 de July de 2011). *GnRHa-induced spawning with natural fertilization and pilot-scale juvenile mass production of common snook, Centropomus undecimalis (Bloch, 1972)*. México: The University of Texas at Austin Marine Science Institute.
- Ibarra-Castro, L., Alvarez-Lajonchère, L., Rosas, C., Palomino-Albarrán, I. G., Holt, G. J., & Sanchez-Zamora, A. (2011). *GnRHa-induced spawning with natural fertilization and pilot-scale juvenile mass production of common snook, Centropomus undecimalis (Bloch,1792)*. Facultad de Ciencias UNAM, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación. Mexico: Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.07.014
- Ibarra-Castro, L., Navarro-Flores, J., Sánchez-Téllez, J. L., Martínez-Brown, J. M., Ochoa-Bojórquez, L. A., & Rojo-Cebreros, Á. H. (September de 2017). *Hatchery Production of Pacific White snook at CIAD-Unity Mazatlan, Mexico*. (World Aquaculture) Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320106950_Hatchery_Production_of_Pacific_White_Snook_at_CIAD-Unity_Mazatlan_Mexico
- Ibarra-Castro., e. a. (Septiembre de 2017). *Hatchery production of pacific white snook at CIAD-Unity Mazatlan, Mexico*. Obtenido de Reproduccion de robalo: https://www.researchgate.net/publication/320106950_Hatchery_Production_of_Pacific_White_Snook_at_CIAD-Unity_Mazatlan_Mexico
- INP. (Febrero de 2019). *Instituto Nacional de Pesca* . Recuperado el 3 de Junio de 2020, de Programa: Seguimiento de los Desembarques de Pesca Artesanal de Peces Demersales en los principales Puertos del Ecuador.: <http://www.institutopesca.gob.ec/pesca-artesanal/>
- INP. (Febrero de 2019). *Seguimiento de los desembarques de pesca artesanal de peces demersales en los principales puertos del Ecuador*. Recuperado el 3 de Junio de 2020, de <http://www.institutopesca.gob.ec/pesca-artesanal/>
- Instituto Nacional de pesca. (Noviembre de 2019). *Seguimiento de los Desembarques de Pesca Artesanal de Peces Demersales en los Principales Puertos del Ecuador*. Obtenido de <http://www.institutopesca.gob.ec/pesca-artesanal/>
- Instituto Smithsonian de Investigaciones tropicales. (Junio de 2015). *Especie: Centropomus nigrescens*. Obtenido de <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/1087>
- Instituto Smithsonian de investigaciones Tropicales. (Junio de 2015). *Familia Centropomidae, Gualajes* . Obtenido de <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/taxon/1083>
- Izquierdo, P., Torres, G., Barboza, Y., Márquez, E., & Allara, M. (2000). *Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela*. Caracas: Universidad del Zulia.
- Labastida, A., Núñez, A., & Oviedo, J. (2013). *Aspectos biológicos del róbalo hocicudo Centropomus viridis, en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México*. Salina Cruz: Ciencia Pesquera.
- Lewis, R. R. (1989). En J. A. Kuster, *Wetland creation and restoration the status of the science* (pág. 73). New York: Regional Reviews.
- Matthew, J. (Septiembre de 2014). *Controlled Maturation and spawning of captive black snook* . Obtenido de <http://www.stockenhancement.org/pdf/Main%20-%20black%20snook%20maturation%20and%20spawning%202014.pdf>

- Melillo, R., Arabicano, V., Vinício, G., De Souza, W., Costa, D., Figueiredo, L., . . . Kennedy, R. (2016). *Early sexing techniques in Lophiosilurus alexandri (Steindachner, 1876), a freshwater carnivorous catfish*. Brazil: Theriogenology.
- Muhlia Melo, A., Arvizu Martínez, J., Guerrero Tortolero, D., Gutiérrez, F., & Muhlia Almazán, A. (1994). *Desarrollo científico y tecnológico del cultivo de robalo*. México: SEPESCA-CIBNOR.
- Muhlia, A., Arvizu, J., Rodríguez, G. D., Gutiérrez, F., & Muhlia, A. (1994). *Desarrollo científico y tecnológico del cultivo de robalo*. México: SEPESCA-CIBNOR .
- Müller, F. (2016). *Evaluación zootécnica y análisis económico de engorde de robalo flecha (Centropomus undecimalis) en un tanque de red marino*. Florianópolis: Universidad Federal Santa Clara.
- Ramos Mogollón, C. A., & Palas García, L. R. (2013). *Crecimiento, supervivencia y porcentaje de linfocitos en Centropomus sp alimentado con tres dietas*. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe:8080/xmlui/bitstream/handle/UNITUMBES/159/TEISIS%20-%20RAMOS%20Y%20PALAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SciELO. (Diciembre de 2002). *Desarrollo embrionario y primeros estadios larvales del robalo Chucumite, Centropomus parallelus Poey con interes para su cultivo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972002000200001
- The state of world fisheries and aquaculture: sustainability in action. (2020). En Q. Dongyu. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 13 de Junio de 2020, de <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>
- Timmons, M., Ebeling, J., & Piedrahita, R. (2007). Balance de Masa, Tasas de carga y Crecimiento de peces. Aquaculture Center.
- Tringali, M. (1999). Molecular phylogenetics and ecological diversification of the transisthmian fish genus *Centropomus* (Perciformis:Centropomidae). *Phylogenet*.
- Tsuzuki, M., Cardoso, R., & Cerqueira, V. (2008). *Growth of juvenile fat snook Centropomus parallelus in cages at three stocking densities*. Sao Paulo: Universidad Federal de Santa Catarina.
- Tucker, J., Landau, M., & Faulkner, B. (1985). Composition and culinary value of captive and wild common snook. *Florida Scientist*.
- Tveteras, R., Nystoyl, R., & Jory, D. E. (9 de Diciembre de 2019). *Global Aquaculture Alliance* . Recuperado el 13 de Junio de 2020, de Goal 2019: Global finfish production review and forecast: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/goal-2019-global-finish-production-review-and-forecast/>
- Yanes-Roca, C., Toledo-Cuevas, M. E., Sánchez, L. J., Born-Torrijos, A. I., Rhody, N., & Main, K. L. (20 de Septiembre de 2017). Digestive Enzyme Activity during Larval Development of Black Snook, *Centropomus nigrescens*. *Journal of the World Aquaculture Society*. doi:10.1111/jwas.12466

Anexos:



Anexo 1.1. Las seis especies de robalo de las costas del Pacífico registrados en la actualidad. A) *C. armatus*; B) *C. viridis*; C) *C. medius*; D) *C. unionensis*; E) *C. nigrescens*; F) *C. robalito*. Fuente: (Barreno, 2015), Foto de Roberto Allen.

Nombre científico	Autor	Nombre válido	Familia
<i>Centropomus ambassis</i>	Lacepède, 1802	<i>Ambassis ambassis</i>	Ambassidae
<i>Centropomus arabicus</i>	(Gmelin, 1789)	<i>Cheilodipterus arabicus</i>	Apogonidae
<i>Centropomus armatus</i>	Gill, 1863	<i>Centropomus armatus</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus aureus</i>	Lacepède, 1802	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Apogonidae
<i>Centropomus enciferus</i>	Poey, 1860	<i>Centropomus ensiferus</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus ensiferus</i>	Poey, 1860	<i>Centropomus ensiferus</i>	Centropomidae
<i>Centropomus hober</i>	Lacepède, 1802	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Lutjanidae
<i>Centropomus lupus</i>	Lacepède, 1802	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Moronidae
<i>Centropomus macrodon</i>	Lacepède, 1802	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Apogonidae
<i>Centropomus medius</i>	Günther, 1864	<i>Centropomus medius</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus mexicanus</i>	Bocourt, 1868	<i>Centropomus mexicanus</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus mullus</i>	Lacepède, 1802	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Moronidae
<i>Centropomus nigrescens</i>	Günther, 1864	<i>Centropomus nigrescens</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus niloticus</i>	(Linneo, 1758)	<i>Lates niloticus</i>	Latidae
<i>Centropomus parallelus</i>	Poey, 1860	<i>Centropomus parallelus</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus pectinatus</i>	Poey, 1860	<i>Centropomus pectinatus</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus pedimacula</i>	Poey, 1860	<i>Centropomus pectinatus</i>	Centropomidae
<i>Centropomus poeви</i>	Chávez, 1961	<i>Centropomus poeви</i>	Centropomidae
<i>Centropomus robalito</i>	Jordan y Gilbert, 1882	<i>Centropomus robalito</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus rubens</i>	Espinola, 1807	<i>Apogon imberbis</i>	Apogonidae
<i>Centropomus ruber</i>	Lacepède, 1802	<i>Sargocentron seychellense</i>	Holocentridae
<i>Centropomus rupestris</i>	Lacepède, 1802	<i>Kuhlia rupestris</i>	Kuhliidae
<i>Centropomus sandat</i>	Lacepède, 1802	<i>Sander lucioperca</i>	Percidae
<i>Centropomus undecimalis</i>	(Bloch, 1792)	<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae
<i>Centropomus unionensis</i>	Bocourt, 1868	<i>Centropomus unionensis</i>	Centropomidae ←
<i>Centropomus viridis</i>	Lockington, 1877	<i>Centropomus viridis</i>	Centropomidae ←

Anexos 1.2. Las 12 especies registradas en la actualidad en el género *Centropomus*, Fuente: Integrated taxonomic information system ITIS

Claves taxonómicas del género *Centropomus* hasta llegar a la especie. Tanto *Centropomus viridis* y *Centropomus nigrescens* comparten muchas características externas

Género:

Pez robusto de talla mediana a grande (hasta 755mm SL). Segunda espina anal lejos de alcanzar la base caudal. Aletas pélvicas cortas, de 14-22 %SL, lejos de alcanzar el ano. D1A (%SL) 36 – 45. UCLL (%SL) 21 – 32. AV (%SL) 9 – 14. DIPEL (%SL) 20 – 27. Escamas sobre línea lateral mayor a 65. De 8 – 11 branquiespinas en el limbo inferior del arco, sin rudimentos. à *Centropomus*

Especie:

A. 10 radios blandos en la aleta dorsal, inusualmente 9. Escamas sobre la línea lateral 70 – 73. Escamas desde el origen de la aleta anal hacia la línea lateral 13 – 16 (moda 15). Tercera espina dorsal menos alta o igual que la cuarta cuando están erguidas. Segunda espina anal más corta o igual que el sexto radio anal, cuando están deflexionados. Pedúnculo caudal cilíndrico. Vejiga natatoria sin ciegos laterales à *Centropomus nigrescens*

B. 9 radio blandos en la aleta dorsal, inusualmente 8. Escamas sobre la línea lateral 69 – 76. Escamas desde el origen de la aleta anal hacia la línea lateral 12 – 14 (modalmente 13). Tercera espina dorsal más alta que la cuarta, estando erguidas. Segunda espina anal más larga que el sexto radio anal cuando esta 11 – 16. Vejiga natatoria con un par de ciegos laterales proximales à *Centropomus viridis*

Anexos 1.3. Claves taxonómicas de *C. nigrescens* & *C. viridis*. Fuente: (Dr Van der Heiden, 2000)

%SL		Desde la punta anterior del premaxilar izquierdo hasta la base caudal máximo
MAX (%SL)	18.4-20.6 (promedio 19.4).	Desde el extremo anterior hasta el punto distal del puente del maxilar
SN (%SL)	8.3-9.4 (promedio 8.8).	Desde la punta anterior longitud hasta el margen carnosos anterior de la órbita.
OD (%SL)	3.1-6.3 (promedio 4.7).	Diámetro de la órbita
PEL (%SL)	17.8-19.9 (promedio 18.8).	Longitud de la aleta pelvica, de la inserción a la punta distal.
D1PEL (%SL)	20.1-23.4 (promedio 22.4).	Del origen de la primera aleta dorsal a la inserción de la aleta pélvica.
FALC (%SL)	18.4-20.8 (promedio 19.6).	Desde la parte posterior de la aleta anal al origen del lóbulo caudal inferior
FAUC (%SL)	21.5- 25.6 (promedio 23.9).	Desde la parte posterior de la aleta anal al origen del lóbulo caudal superior
ASP2 (%SL)	10.8-17.8 (promedio 13.4).	Longitud de la segunda espina anal erecta.

Fuente: Dr Van Heiden

Anexos 1.4. Medidas biométricas promedio de *Centropomus nigrescens*

Desarrollo juvenil de róbalo

Estadio de eclosión.

Edad: día 0 Las larvas recién eclosionadas flotarón en la superficie del agua o en los primeros centímetros debajo de ella. Presentaron una longitud total (LT) de 1.70 - 2.00 mm y una longitud estándar (LE) de 1.65 - 1.90 mm. Saco vitelino relativamente pequeño de 0.35 - 0.55 mm y una gota de aceite de 0.15 - 0.22 mm

Estadio con Saco vitelino.

Edad: día 1 Las larvas se distribuyen por el tanque y generalmente en la superficie. La LT fue de 2.00 - 2.75 mm y la LE fue de 1.875 - 2.60 mm. El saco vitelino se redujo a una longitud de 0.35 mm y una altura de 0.32 mm, con la gota de aceite de color amarillo pálido situada en la región centro-posterior del saco vitelino, de 0.18 mm.

Edad: día 2 Las larvas se ubican más cerca a los aireadores y cuentan con fototropismo positivo. La LT de 2.25 - 3.25 mm y de 2.05 - 2.75 mm de LE. Saco vitelino más reducido, de 0.31 mm de longitud y 0.18 mm de altura. La gota de aceite de 0.15 mm de diámetro. Ojos pigmentados, boca formada y funcional tracto digestivo en formación, estómago funcional.

Edad: día 3 Larvas con 2.25 - 3.73 mm de LT y 2.10 a 3.40 mm de LE. La longitud del saco vitelino 0.17 mm y la altura 0.16 mm; la gota de aceite: 0.10 mm. La boca abierta con mandíbula y maxilar ya desarrollado, éste último de 0.15 mm y la abertura de 0.19 - 0.24 mm. Tracto digestivo con movimientos peristálticos y aparece el primordio de vejiga de gases.

Edad: día 4 Larvas con 2.23 - 3.75 mm de LT y de 2.00 - 3.40 mm de LE. Saco vitelino considerablemente reducido a 0.11 mm, la gota de aceite de 0.06 mm de diámetro. Ojos bien pigmentados y vejiga de gases ligeramente inflada. Aparecen los dientes en el maxilar, por lo que ya requiere de rotíferos en la dieta.

Estadio de Preflexión:

Edad: día 5 Larvas con 2.50 - 4.00 mm de LT y de 2.38 - 3.65 mm de LE. El saco vitelino y la gota de aceite se han consumido completamente. Vejiga de los gases más inflada y se encuentra por encima del estómago. Alimentación completamente exógena.

Edad: día 6 Larvas con 2.50 - 4.03 mm de LT y de 2.33 - 3.73 mm de LE. Aparecen delineadas las aletas dorsal y anal.

Edad: día 7 Larvas con 2.50 - 4.00 mm de LT y de 2.30 - 3.65 mm de LE. Se observa que el número de radios caudales se incrementa y algunos radios en la región anal también.

Edad: día 8 Larvas con 2.75 a 4.53 mm de LT y de 2.50 a 4.05 mm de LE.

Edad: día 9 Larvas de 2.73 a 4.73 mm de LT y de 2.48 a 4.15 mm de LE. Aparecen los dientes en la mandíbula en los individuos mayores.

Estadio de flexionamiento de aleta caudal:

Edad: día 10 Larvas de 2.73 a 5.00 mm de LT y de 2.50 a 4.35 mm de LE. En los ejemplares mayores se inicia la flexión del notocordio para formar la futura aleta caudal.

Edad: día 11 Larvas de 2.70 a 4.73 mm de LT y de 2.43 a 4.30 mm de LE. Se observan las aberturas nasales y las narinas

Edad: día 12 Larvas de 2.70 - 4.50 mm de LT y de 2.45 - 4.00 mm de LE. Maxilar de 0.34 ± 0.03 mm, abertura de la boca de 0.44 a 0.52 mm. Vejiga de gas bien formada.

Edad: día 13 Larvas de 3.25 - 4.70 mm de LT y 2.95 - 4.10 mm de LE. En la mayoría de las larvas con 4 mm o más de LT ya ocurrió la flexión, con los radios caudales en formación avanzada y el perfil de la aleta anal bien marcado.

Edad: día 14 Larvas de 3.00 - 5.25 mm de LT y 2.85 - 4.50 de LE. Flexión en todas las larvas con LT de 4 mm, con los radios caudales bien formados. Mandibulares presentes en todas las larvas de 3.50 mm o más de LT. Se aprecian bien las delimitaciones en la aleta anal, dorsal y en los radios anales.

Edad: día 17 Larvas con 3.55 - 6.53 mm de LT y 3.25 - 5.50 de LE. Todas las larvas con flexión o en proceso de metamorfosis.

Estadio de postflexión:

Edad: día 20 Larvas de 4.53 - 7.25 mm de LT y 3.90 - 6.00 mm de LE. Se observan los primordios de las aletas ventrales o pélvicas. Los radios dorsales y anales se encuentran en desarrollo en todos los organismos. Maxilar: 0.38 mm, abertura de la boca de 0.59 - 0.67 mm.

Edad: día 25 Larvas con 5.13 - 8.90 mm de LT y 4.40 a 7.30 mm de LE. Los radios anales y los de la segunda dorsal bien formados y se aprecia la primera espina anal. Maxilar: 0.70 mm, abertura de la boca de 0.95 - 1.03 mm, presenta otolitos.

Edad: día 30 Larvas de 8.03 a 12.53 mm de LT y 6.90 a 10.03 mm de LE. Las aletas medias completamente formadas con espinas y radios. Primera dorsal e inicio de la aleta anal pigmentadas. Maxilar: 0.95 mm, abertura de la boca de 1.13 - 1.39 mm. Las larvas presentan agrupación en cardumen y los de menor tamaño se sitúan cerca del fondo.

Anexos 2.1. Desarrollo embrionario de los juveniles de *Centropomus parallelus* (Álvarez-Lajonchère, Ronzani Cerqueira, & dos Reis, 2002)

Ingredientes	Nivel de inclusión (%)	
	Dieta I	Dieta II
Harina de pescado	50	50
Harina de calamar	16	
Picadillo de jibia fresco		8*
Picadillo de jurel fresco		8*
Gelatina	5	5
Harina de trigo	16	15.44
Aceite de hígado de tiburón	3	3
Aceite de soya	2	2
Premezcla vitaminas + minerales	5	5
Vitamina C		0.3
Vitamina E		0.25
Carbonato de calcio	2	2
Fosfato dicálcico	1	1
Astaxantina		0.01
Proteína bruta (%)	50.1	49.0
Lípidos (%)	10.0	11.0
Hidratos de Carbono (%)	15.0	12.0
Humedad (%)	12.0	50.0
Energía (KJ/g)	16.35	15.9

* Cantidad equivalente en base seca.

Anexos 2.2. Dieta empleadas en el trabajo de (Fraga, y otros, 2006)

Equipos y materiales:

	Cantidad	Precio	Costo
PIT tag: Micro-chips electromagneticos.	\$ 10,00	\$ 2,00	\$ 20,0
Lector de chips	\$ 1,00	\$ 160,00	\$ 160,0
Implantador: PIT tag	\$ 1,00	\$ 6,00	\$ 6,0
Povidine (50ml)	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,0
TOTAL			\$ 187

Anexos 3.1. Marcación de productores

Equipos	Unidades	Costo unit	Total
Multifuncional YSI	2	\$ 550,0	\$ 1.100,0
Microscopio optico	1	\$ 685,0	\$ 685,0
Molino de carne (Electrico)	1	\$ 110,0	\$ 110,0
Caja de portaobjetos	15	\$ 2,9	\$ 43,5
Balanza (2kg - 25kg)	1	\$ 50,0	\$ 50,0
2 Refractometro de salinidad	1	\$ 30,0	\$ 60,0
1 lctiómetro	70 cm	\$ 289,0	\$ 289,0
Valor total		\$ 1.717	\$ 2.337

Anexos 3.2. Equipos requeridos para la operatividad.

Equipos	Costo del producto	Costo unitario
Esteroscopico	\$ 710,0	\$ 710,0
Caja petri de vidrio de 10 cm de diametro.	\$ 3,0	\$ 15,0
Gotas de benzocaina (83 ppm).	\$ 7,0	\$ 7,0
15 m de manguera 1/2 pulgada diametro.	0,75 ctvs por metro.	\$ 13,5
Mallas con diametro de 300 - 500 um	\$ 5,0	\$ 50,0
Sifoneador y cepillos	\$ 15,0	\$ 15,0
Total		\$ 811

Anexos 3.3. Equipos requeridos para la etapa larvaria

Operatividad:

	Descripción	Costo
Transporte de reproductores	Con una distancia promedio 35 km	\$ 100,0
Reproductores	Cada ejemplar con precio \$80	\$ 800,0
Valor total		\$ 900

Anexos 3.4. Selección de ejemplares

Mano de obra	Embalaje de los lotes (juveniles)	\$ 200,0
Materiales	Transporte de juveniles en tanques de 1 m3	-
Recarga de oxigeno	Recarga de tanque de 6 m a \$28	\$ 1.120,0
TOTAL		\$ 1.320

Anexos 3.5. Transporte de ejemplares comercializados

Reactivos quimicos	Presentacion	Costo	Costo/cicl
Formalina	Frasco de 250 pastillas.	\$ 250,0	\$ 83,3
Sulfato de cobre (II) pentahidratado	Frasco de 500 gramos	\$ 60,0	\$ 30,0
TOTAL		\$ 310,0	\$ 113

Anexos 3.6. Tratamiento de asepsia

Equipos	Costo unitario	Costos por ciclo
4 Ampollas de HCG por pareja	\$ 16,30	\$ 65,2
6 Jeringas desechables de 3 ml de capacidad	\$ 0,30 ctv	\$ 1,8
Etanol 70%	\$ 3,5 / Litro	\$ 3,5
Eugenol	\$ 45,00	\$ 11,3
TOTAL		\$ 81,75

Anexos 3.7. Tratamiento hormonal

Insumos	Precio/gr	Cantidad	Costo/ciclo
Thiosulfato	\$ 0,00	\$ 1,0	\$ 4,5
Cloro líquido (L)	\$ 0,46	\$ 3,5	\$ 1,6
Solucion Yodo (ml)	\$ 0,00	\$ 100,0	\$ 25,0
Agua oxigenada (L)	\$ 0,00	\$ 2,0	\$ 2,5
Protacid	\$ 0,01	\$ 10,0	\$ 56,0
Vitamina C	\$ 0,01	\$ 6,0	\$ 36,0
TOTAL			\$ 126

Anexos 3.8. Insumos para la producción de artemia

Gasto energético y servicios:

Equipo de aireación	Capacidad	Potencia	Horas	Días	Potencia por ciclo (KW)	Costo por ciclo	
1 Tanques 20 m ³	4 Boyu LK-80 High Flow Air Pump	4800 Litros/h	50 W	24 h	60 días	288	\$ 25,92
2 Tanques 5 m ³	2 Boyu LK-80 High Flow Air Pump	4800 Litros/h	50 W	24 h	60 días	144	\$ 12,96
2 Tanques 3 m ³	2 Boyu Air Pump SES-40	2400 Litros/h	30 W	24 h	4 días	5,8	\$ 0,52
4 Tanques 2 m ³	4 Boyu Air Pump SES-30	1800 Litros/h	25 W	24 h	60 días	144	\$ 12,96
2 Tanques 200 L	2 Boyu Air Pump S-2000	480 Litros/h	5 W	16 h	2 día	0,32	\$ 0,03
4 Tanques de 500 L	4 Boyu Air Pump S-2000	480 Litros/h	5 W	24 h	35 días	16,8	\$ 1,51
					599		\$ 54

Anexos 3.9. Sistema de aireación

Operación	Rubro	Consumo	Gasto/ciclo
Energía para la potencia de carga de la bomba	Caudal de 17 m ³ /h para una bomba de 5 HP (3,8Kw).	0,09 ctv/Kwh para mover al emplazamiento agua marina por 6h/día	\$ 123,1
Energía para la aireación del sistema	18 motores que abastecen a los tanques de O ₂ . La potencia varía según el modelo del motor.		\$ 53,9
Luz requerida: Flourescentes de 20 W	16 h/día de luz, aireación y energía para el congelador.	230 KW para iluminar el emplazamiento por ciclo	\$ 20,7
Esterilizador UV	150 W de potencia durante 12 h por día.	Requiere 110 Kw para todo el ciclo productivo.	\$ 9,9
Coralife bulbs (1000 °K)	150 W de potencia durante 8 h por día.	75 Kw por ciclo productivo	\$ 6,8
Cogelador de 260 L	200 W de potencia para 24 horas diarias	290 Kw para todo el ciclo productivo.	\$ 26,1
Filtros de grava 16"	0,75 HP de potencia para 24 horas diarias	810 KW de consumo en el ciclo de producción	\$ 72,9
Agua potable	Tarifa estimada con la empresa Aguapen-EP	Consumo 100 m ³ /mes estimado, costo \$130/mes	\$ 260,0
TOTAL			\$ 573

Anexos 3.10. Gasto energético en operatividad

Rubros en alimentación de juveniles:

1 gramo de quiste ≈ 180,000 Nauplio de artemia
 1,5 Artemia/ml
 180000 Artemias - 1 gr
 3 millones x
 x = 17 gr/día
 x12 días= 204 gr de artemia

1 gramo de huevos ≈ 315,000 Nauplio de artemia
 12 Artemia/ml
 315000 Artemias - 1 gr
 24 millones x
 x = 76,2 gr/día
 x11 días= 840 gr rotífero (huevos)

1 gramo de quiste ≈ 180,000 Artemia metanauplio
 2 Artemia/ml
 180000 Artemias - 1 gr
 4 millones x
 x = 22,22 gr/día
 x11 días= 245 gr de artemia

1 gramo de huevos ≈ 315,000 Nauplio de artemia
 22 Artemia/ml
 315000 Artemias - 1 gr
 44 millones x
 x = 140 gr/día
 x14 días= 1960 gr rotífero (huevos)

X = 204 gr + 245 gr = 450 gr
 450 gr * 3 Tanques = 1350 gramos de quistes

X = 704 gr + 1960 gr = 2664 gr
 ≈ 2664 * 3 tanques

X ≈ 1,4 kg de artemia (quistes)
 \$ 315 * 1,5kg = \$473

X = 7,9 kg rotífero (huevos)
 \$0,75*8 kg = \$6000

Aguas verdes para las unidades productivas

≈ 3 m³ de aguas verdes*3 Tanques = 9 m³
 2 m³ de aguas verdes para Rotíferos
 1 m³ de aguas verdes para Artemia
 9 m³ + 2 m³ + 1 m³ = 12 m³ de aguas verdes

Anexos 3.11. Gasto energético en operatividad

Costos

Requerimiento	Descripción	Costo unitario	Costo	Costo operativo
Harina de pescado	40 kg harina procesada		\$ 45,0	\$ 7,5
Harina de trigo	10 kg harina procesada		\$ 15,0	\$ 3,0
Camaron crudo	4 kg canaron sin cabeza		20	
Aceite de pescado	Tanque de 200 Litros		\$ 200,0	\$ 20,0
Premezcla vitamina + minerales	Reducir el estrés en los peces, 1kg neto		\$ 12,0	\$ 4,0
Lisitina de soya	Emulsionante, 1kg neto		\$ 5,0	\$ 5,0
Carbonato de calcio	Saco de 45 kg		\$ 3,0	\$ 0,6
Pescado fresco y congelado	5 libras de pescado por semana		\$ 4,0	\$ 4,0
Vitamina E y C	Sacos de 1 kg		\$ 45,0	\$ 5,6
Vitaminas B12	Frasco de 60 ml de 5000 mg a \$40		\$ 40,0	\$ 8,0
Astaxantina	1 kg en polvo		\$ 45,0	\$ 15,0
TOTAL			\$ 434,00	\$ 73

Anexos 3.12. Costos de alimento para los reproductores

Etapas de larvicultura	Días de la dieta	Densidad en el día	Cantidad estimada/día	Cantidad absoluta/tanque	Costo por Tanque	Costo total
Nauplio de Rotifero	11 días	10 ind/ml	20 millones de rotiferos	220 millones de rotiferos	\$ 528,0	\$ 1.584,0
Rotifero Enriquecido	14 días	22 ind/ml	44 millones de rotiferos	616 millones de rotiferos	\$ 1.482,0	\$ 4.446,0
Nauplio de Artemia	12 días	1,5 ind/ml	2 millones de artemias	24 millones de artemia	\$ 64,3	\$ 193,0
Metanauplio de Artemia	11 días	2 ind/ml	4 millones de Metanauplio	44 millones de Metanauplio	\$ 77,0	\$ 231,0
Balanceado de tilapia 40%	24 días	3,5 % biomasa	13,5 kg/día en varias frecuencias.	280 kilogramos de balanceado	\$ 825,0	\$ 2.475,0
Aguas verdes: Microalgas	36 días	250.000 cel/ml	50 - 100 Litros de microalgas	3000 L para el ciclo larvario	\$ 48,0	\$ 144,0
					\$ 3.024	\$ 9.073

Anexos 3.13. Costos de alimento para los reproductores

Flujo de caja

	Descripción	Costo mensual	Costo/Ciclo
Costos fijos			
	Gastos de administracion	\$ 600	\$ 1.200
	Impuestos tributario	\$ 200	\$ 400
	Seguros en general	\$ 100	\$ 200
	Agua potable	\$ 180	\$ 360
	Luz electrica	\$ 60	\$ 60
	Impuestos inmobiliarios	\$ 340	\$ 680
	Servicio de internet	\$ 55	\$ 110
	Telefono	\$ 30	\$ 60
	Mano de obra indirecta	\$ 35	\$ 70
	Materiales de oficina	\$ 60	\$ 120
	Alimentacion del personal	\$ 300	\$ 600
	Alimentacion de reproductores	\$ 291	\$ 582
	Emplazamiento	\$ 1.200	\$ 2.400
	Ing. Acuicultor	\$ 950	\$ 1.900
	Depreciacion estimada	\$ 292	\$ 584
	Salario de Tecnicos 2 operadores Tecnicos	\$ 700	\$ 2.800
	Total	\$ 4.693	\$ 12.125
Costos Variables u Operativo			
	Alimentacion de juveniles	Dieta de juveniles	\$ 9.165
	Gastos operativos	Energia electrica	\$ 573
	Tratamiento profilactico	Desinfeccion y limpieza	\$ 113
	Tratamiento hormonal	Hormona HCG	\$ 82
	Insumos para el cultivo de artemia	Operatividad en cultivos	\$ 126
	Insumos para el cultivo de rotiferos	accesorios	\$ 119
	Transporte de juveniles	Embalaje y distribucion	\$ 1.320
	Mantenimiento operativos de infraestructura	Limpieza de los tanques	\$ 200
	Total	\$	11.698
	Costo total por ciclo de produccion	\$	23.824

Anexos 3.14. Flujo de caja para la operatividad

Depreciación de equipos e inmuebles

	Costo unitario	Valor residual en	Vida util en años	Devaluación de los equipos	Devaluacion por cada ciclo
1 Tanque de 20 m3 de	\$ 8.000,00	\$ 6.500,00	\$ 15,00	\$ 100,00	\$ 33,50
2 Tanques de 5 m3 de	\$ 2.650,00	\$ 1.500,00	\$ 15,00	\$ 76,67	\$ 60,00
2 Tanques de 3 m3 de	\$ 1.600,00	\$ 850,00	\$ 15,00	\$ 50,00	\$ 33,50
4 Tanques de 2 m3 de	\$ 950,00	\$ 680,00	\$ 15,00	\$ 18,00	\$ 24,00
4 tanques de 1m3 de	\$ 500,00	\$ 300,00	\$ 15,00	\$ 13,33	\$ 18,00
4 tanque de 500L de volumen	\$ 200,00	\$ 160,00	\$ 15,00	\$ 2,67	\$ 4,00
2 tanques de 100 Litros de	\$ 100,00	\$ 60,00	\$ 15,00	\$ 2,67	\$ 2,00
2 tanques de 200 Litros de	\$ 175,00	\$ 40,00	\$ 15,00	\$ 9,00	\$ 6,00
1 Congelador horizontal	\$ 450,00	\$ 340,00	\$ 15,00	\$ 7,33	\$ 2,50
2 Multifuncionales YSI	\$ 550,00	\$ 300,00	\$ 10,00	\$ 25,00	\$ 8,33
1 Microscopio optico	\$ 685,00	\$ 420,00	\$ 10,00	\$ 26,50	\$ 9,00
1 Esteroscopico	\$ 710,00	\$ 480,00	\$ 10,00	\$ 23,00	\$ 8,00
2 filtros canister capacidad	\$ 125,00	\$ 20,00	\$ 5,00	\$ 21,00	\$ 14,00
2 Sistema de skimmers	\$ 65,00	\$ 30,00	\$ 5,00	\$ 7,00	\$ 5,00
1 Computadora de escritorio	\$ 450,00	\$ 250,00	\$ 5,00	\$ 40,00	\$ 13,50
6 Boyu LK-80 Air Pump	\$ 110,00	\$ 70,00	\$ 5,00	\$ 8,00	\$ 16,00
2 Boyu Air Pump SES-40	\$ 70,00	\$ 45,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 3,50
4 Boyu Air Pump SES-30	\$ 55,00	\$ 30,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 7,00
6 Boyu Air Pump S-2000	\$ 50,00	\$ 30,00	\$ 5,00	\$ 4,00	\$ 8,00
10 fluorescente LED 120cm	\$ 14,00	\$ 7,00	\$ 5,00	\$ 1,40	\$ 5,00
Coralife bulbs	\$ 40,00	\$ 25,00	\$ 5,00	\$ 3,00	\$ 1,00
3 Equipo operativo EPP	\$ 45,00	\$ 15,00	\$ 3,00	\$ 10,00	\$ 10,00
TOTAL					\$ 292

Anexos 3.15. Depreciación lineal

	Mes	Egresos	Ingresos	Saldo	Ciclos anuales
Año I	1-dic	\$ 6.085,46			Ciclo productivo #1
	1-ene				
	1-feb	\$ 24.019,25			
	1-mar		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-abr	\$ 6.085,46			Ciclo productivo #2
	1-may				
	1-jun	\$ 24.019,25			
	1-jul		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-ago	\$ 6.085,46			Ciclo productivo #3
	1-sep				
	1-oct	\$ 24.019,25			
	1-nov		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
1-dic	\$ 6.085,46				
Valor total		\$ 96.399,57	\$ 125.400,00	\$ 29.000,43	
Año II	1-ene				Ciclo productivo #4
	1-feb	\$ 24.019,25			
	1-mar		\$ 41.800,00	\$ 17.780,75	
	1-abr	\$ 6.085,46			
	1-may				Ciclo productivo #5
	1-jun	\$ 24.019,25			
	1-jul		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-ago	\$ 6.085,46			
	1-sep				Ciclo productivo #6
	1-oct	\$ 24.019,25			
	1-nov		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-dic	\$ 6.085,46			
Valor total		\$ 186.713,69	\$ 250.800,00	\$ 64.086,31	
Año III	1-ene				Ciclo productivo #7
	1-feb	\$ 24.019,25			
	1-mar		\$ 41.800,00	\$ 17.780,75	
	1-abr	\$ 6.085,46			
	1-may				Ciclo productivo #8
	1-jun	\$ 24.019,25			
	1-jul		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-ago	\$ 6.085,46			
	1-sep				Ciclo productivo #9
	1-oct	\$ 24.019,25			
	1-nov		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-dic	\$ 6.085,46			
Valor total		\$ 277.027,81	\$ 376.200,00	\$ 99.172,19	
Año IV	1-ene				Ciclo productivo #10
	1-feb	\$ 24.019,25			
	1-mar		\$ 41.800,00	\$ 17.780,75	
	1-abr	\$ 6.085,46			
	1-may				Ciclo productivo #11
	1-jun	\$ 24.019,25			
	1-jul		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-ago	\$ 6.085,46			
	1-sep				Ciclo productivo #12
	1-oct	\$ 24.019,25			
	1-nov		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-dic	\$ 6.085,46			
Valor total		\$ 367.341,92	\$ 501.600,00	\$ 134.258,08	
Año V	1-ene				Ciclo productivo #13
	1-feb	\$ 24.019,25			
	1-mar		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-abr	\$ 6.085,46			
	1-may				Ciclo productivo #14
	1-jun	\$ 24.019,25			
	1-jul		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-ago	\$ 6.085,46			
	1-sep				Ciclo productivo #15
	1-oct	\$ 24.019,25			
	1-nov		\$ 41.800,00	\$ 11.695,29	
	1-dic	\$ 6.085,46			
Valor total		\$ 457.656,04	\$ 627.000,00	\$ 163.258,51	

Anexos 3.16. Balance general