



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

TÍTULO

**CARACTERIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN EN EL
CRECIMIENTO DE CACHAMA NEGRA (*Colossoma macropomum*)
EN SISTEMAS DE CULTIVO**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención de título de:

Biólogo Marino

Autor:

Luis Enrique Ortiz Ramirez

Tutor:

Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2021

TRIBUNAL DE GRADO



firmado electrónicamente por:
MAYRA MAGALI
CUENCA ZAMBRANO

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.
Decana
Facultad Ciencias del Mar



firmado electrónicamente por:
JIMMY AGUSTIN
VILLON MORENO

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
Director
Carrera de Biología Marina

Blga. Dennise Tomala Solano, M.Sc.
Docente Tutor

Qui. Farm. Mery Ramirez Muñoz, Mgt.
Docente de Área

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, que siempre ha inculcado en buenos valores e impulsaron los estudios que he podido desarrollar todo este tiempo.

A la docente Blga. Dennis Tomalá Solano M. Sc. por su asesoría y orientación brindada durante el desarrollo de este trabajo.

A los docentes de la Carrera de Biología Marina de la Universidad Estatal Península de Santa Elena quienes fueron parte de mis enseñanzas y a través de sus conocimientos pude adquirir experiencia y he podido desempeñarme en las diversas actividades que he realizado en durante el camino a profesional.

RESUMEN

La cachama negra (*Colossoma macropomum*) es una especie ampliamente conocida por países afluentes del río Amazonas y Orinoco, debido al sabor de su carne y la creciente demanda. El cultivo de cachama se ha incrementado a lo largo de los años en las regiones amazónicas y tropicales de Sudamérica, debido a características favorables que posee la especie. En este documento se revisó material bibliográfico para caracterizar la alimentación suministrada y protocolos de alimentación en los cultivos de cachama negra. Además, se describió aspectos sobre el crecimiento y ganancia en peso según lo establecido en diferentes investigaciones. Con base a lo investigado se encontraron ventajas y desventajas sobre el desarrollo de estos cultivos. En los resultados, aparentemente la cachama puede aceptar sin inconvenientes dietas alternativas en donde se sustituya la harina de pescado para reducir costos en la formulación del balanceado comercial. Existen planes alimenticios, los cuales registran las raciones suministradas para cachama en tres etapas: inicial, crecimiento y engorde. En cuanto a la tasa de conversión alimenticia (TCA) y el crecimiento puede ser deficiente cuando el oxígeno disuelto en el agua es bajo. Dado que el manejo de cachama es fácil por la buena adaptación a cultivo y a las diferentes condiciones ambientales, es una especie potencial que puede cultivarse y comercializarse local, regional e internacionalmente. En base a la información obtenida sobre los tipos de dietas empleadas en el cultivo de *C. macropomum* se vinculan el uso de alimentos comerciales (balanceados y piensos) experimentales, donde se puede sustituir ingredientes en la formulación como la harina de pescado, con alimentos naturales como amaranto, quinua, harina de yuca y otros alimentos de origen vegetal.

Palabras clave: dieta; alternativa; crecimiento; ganancia; potencial.

ABSTRACT

The 'cachama negra' (*Colossoma macropomum*) is a species widely known by affluent countries of the Amazon River and Orinoco, due to the flavor of its meat and the growing demand. Cachama cultivation has increased over the years in the Amazon and tropical regions of South America, due to the favorable characteristics of this species. In this document, bibliographic material was reviewed to characterize the feeding provided and feeding protocols in the cultures of black cachama. In addition to this, aspects of growth and weight gain were described as established in different investigations. Based on the research, advantages and disadvantages were found on the development of these crops. In the results, apparently the cachama can easily accept alternative diets where fishmeal is substituted to reduce costs in the formulation of the commercial balance of this species. There are food plans, which record the rations supplied for cachama in three stages: initial, growth and fattening. Regarding the feed conversion rate (TCA) and growth can be poor when the dissolved oxygen in the water is low. Since cachama management is easy due to its good adaptation to cultivation and different environmental conditions, it is a potential species that can be cultivated and commercialized locally, regionally and internationally. It is concluded that based on the information obtained on the types of diets used in the cultivation of black cachama, the use of commercial foods (balanced and feed) is linked with the natural foods that are available in the water (zooplanktonic organisms, microalgae, etc.).

Keywords: diet; alternative; increase; gain; potential.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Justificación.....	5
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 Objetivo general:.....	7
1.3.2 Objetivos específicos:	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Generalidades de la Cachama.....	8
2.1.1 Características físicas.....	8
2.1.2 Hábitat y Distribución	9
2.1.3 Escala taxonómica de <i>C. macropomum</i>	9
2.1.4 Reproducción en medio natural	10
2.1.5 Alimentación en medio natural.....	11
2.2 Características de los cultivos de cachama negra	11
2.2.1 Protocolos de cultivo de la <i>C. macropomum</i>	13
2.3 Alimentos destinados para el sector acuícola	16
2.3.1 Alimento vivo	17
2.3.2 Alimento artificial.....	18
2.3.3 Alimento suplementario	19
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo de estudio.....	20
3.1.1 Enfoque del estudio	20
3.1.2 Fases de este estudio.....	20
CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
4.1 Caracterización de la dieta suministrada en cultivos de cachama	22

4.1.1 Tipo de alimentación en medio natural y en cultivo	22
4.1.2 Ingredientes sustitutos empleados en la formulación del alimento balanceado con la respectiva ganancia de peso	25
4.2 Protocolos de alimentación de la cachama negra	27
4.3 Alimentación en etapas de inicio, crecimiento, engorde y cosecha	29
4.3.1.4 Cosecha	30
4.3.2 Factor de Conversión Alimenticia (TCA) y ganancia de peso	31
4.4 Ventajas y desventajas del cultivo de <i>C. macropomum</i>	35
4.4.1 Ventajas	35
4.4.2 Desventajas	37
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1 Conclusiones	39
5.2 Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cachama negra (<i>Colossoma macropomum</i>)	10
Figura 2. Ciclo de cultivo de cachama negra	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros para calidad del agua en estanques de cultivo de cachama.	12
Tabla 2. Aspectos relevantes de la reproducción de la cachama negra.	14
Tabla 3. Aspectos relevantes del proceso de incubación de la cachama negra.	15
Tabla 4. Tiempo de eclosión de cachama negra en función de la temperatura del agua durante la incubación.	16
Tabla 5. Tipo de alimentación y alimentos que consume la cachama negra. ..	23
Tabla 6. Ingredientes o sustitutos incluidos en la formulación de alimento balanceado para cachama negra.	26
Tabla 7. Valores obtenidos sobre el crecimiento de la cachama al utilizar dietas con diferentes porcentajes de inclusión de amaranto citado por Ortiz et al. (2007).	33
Tabla 8. Ganancia peso (g) y factor de conversión que obtuvieron Pereira- Pereira et al., 2013.	34

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es un proceso que busca satisfacer la demanda alimenticia de la población, siendo algunas especies de peces de suma importancia para garantizar la seguridad alimentaria, que generan una nueva fuente de ingresos económicos (Lujan Monja & Caruajulca, 2020). En la actividad acuícola se realiza el cultivo de especies marinas y de agua dulce, que comprende a la maricultura y piscicultura, respectivamente. En varias partes de mundo se desarrollan actividades piscícolas, como en la cuenca Amazónica que no solamente es conocida porque posee el río de mayor longitud, por ser el más caudaloso, profundo y amplio, sino también por presentar una gran variedad piscícola, identificando a más de 2000 especies de peces, convirtiéndose en la principal fuente de proteínas de la región para los pobladores locales (Campos, 2015).

Existen varias especies de peces que se cultivan en la actualidad debido a la calidad de su carne la rusticidad del cultivo como el bocachico amazónico (*Prochilodus nigricans*), paiche (*Arapaima gigas*), bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*), guanchiche (*Hoplias malabaricus*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y cachama negra (*Colossoma macropomun*), siendo esta última una de las especies más resistentes en condiciones adecuadas del cultivo y presenta buenos índices de crecimiento y uniformidad en tallas (González Alarcón, 2001)

C. macropomum se caracteriza por gran tamaño y desde el inicio de su cultivo se han tomado en cuenta varios aspectos relevantes sobre comportamiento en cautiverio, su reproducción y la talla que alcanzan para ser comercializada (FAO, 2010). Es una especie ampliamente conocida por países afluentes del río Amazonas y Orinoco, principalmente Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, realiza migraciones en cardúmenes con fin alimenticio y de reproducción, con un régimen alimenticio omnívoro que varía según su etapa de desarrollo, se encuentra en aguas con temperatura de 23 C° y 30 C° (Bello & Gil Rivas, 1992). El cultivo de cachama se ha incrementado a lo largo de los años debido a su importante demanda comercial en las regiones amazónicas y tropicales de

Sudamérica, adaptándose bien al cultivo y existiendo dominio de las técnicas de reproducción y producción para su desarrollo (Woynárovich & Van Anrooy, 2019).

Para el desarrollo del cultivo, los productores se basan en los protocolos que han utilizado a lo largo de los años para la producción de esta especie, destacando las técnicas de alimentación, la cual juega un papel fundamental para el crecimiento y el engorde, que en la cosecha cada unidad el peso ideal es 1 kg (Kohler et al 2005., citado por Ortiz et al 2007.).

La difusión comercial de esta especie está basada en la baja exigencia tecnológica que se aplica, por tener cultivo de fácil manejo, resistentes ante enfermedades y cualquier condición ambiental, además porque su rápida adaptación a cautiverio permite a los piscicultores que la cultiven y comercialicen local o regional, o solamente para subsistencia y recreación (Estévez, 2018).

Debido a que en el medio natural tiene una alimentación omnívora, en cultivo los productores suministran dietas artificiales cuya formulación incluye proteína de origen animal y vegetal. La harina de pescado es el principal ingrediente para la formulación del balanceado, posee altos valores nutricionales, aporta con aminoácidos esenciales fáciles de digerir, minerales y vitaminas (Borrell, 2013).

Los alimentos artificiales se emplean con regularidad en el sector acuícola, y *C. macropomum* tiene buena disposición para ingerirlos, por lo que suministrar estas dietas no representa ningún problema. Sin embargo, el balanceado no atiende al 100% los requerimientos nutricionales de esta especie, por lo que una dieta con bajos nutrientes podría afectar el crecimiento y engorde. Es así como se utilizan diferentes dietas, para etapa inicial una enriquecida alimentación con nutrientes esenciales, que pueden adquirirse de organismos zooplanctónicos y que deben encontrarse a disposición de los alevines en el agua. Seguidamente, la etapa de crecimiento, en la que se disponen de piensos y alimento vivo. Por último, la etapa de engorde, en la que los peces consumen grandes cantidades de alimentos para ganancia de peso.

El comercio de *C. macropomum* se basa en el peso, el cual está relacionado con el tiempo que permanezcan en cultivo y la dieta que se suministre. Calderón-Deza (2006) señaló que la cachama puede obtener los nutrientes necesarios que favorecen su desarrollo cuando en el agua existen organismos planctónicos, por lo que se considera que el cultivo en piscina es mejor ya que provee estos alimentos a la cachama, a diferencia del cultivo en jaulas flotantes donde estos alimentos son escasos, pero si el alimento artificial posee buenos nutrientes esto no representa ningún inconveniente (Ortiz et al., 2007).

Por lo tanto, este estudio se enfocó en realizar un análisis sobre los tipos de alimentación utilizados en el cultivo a través de una revisión bibliográfica para evaluar el crecimiento de la especie.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La especie *Colossoma macropomum*, denominada comúnmente como cachama negra, es parte de la implementación de cultivos desarrollados para animales acuícolas nativos del Amazonas, convirtiéndola en una especie importante para la Acuicultura continental. Dado a la gran demanda que existen en los mercados, sobre el peso ideal que debería alcanzar la cachama en los cultivos, muchos autores señalan que a pesar de presentar un hábito alimenticio diversificado y de ser una especie con buena adaptación al sistema de cultivo al que se someta, la información existente aún es limitada y está dispersa.

El cultivo de *C. macropomum* se ha incrementado a lo largo de los años debido a su importante demanda comercial en las regiones amazónicas y tropicales de Sudamérica. Es claro que aún se carece de información y reconocimiento de especies dulceacuícolas de alto valor económico y comercial, como el que representa para la acuicultura continental. Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo (2009) citaron que es necesario que se realicen más estudios enfocados en la evaluación de la alimentación de la cachama, de manera que se encuentren otras fuentes sustitutas de la harina de pescado, y así reducir los gastos que representa la utilización de este producto en la formulación de piensos.

Los balanceados pueden carecer de nutrientes esenciales que difícilmente podrían superar los que posee el alimento vivo, principalmente el zooplancton. Dado que la harina de pescado posee gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales su uso es esencial, pero para reducir el costo de la elaboración de piensos se deben buscar dietas alternativas con componentes proteicos que igualen o superen los niveles de proteínas que ofrece el uso de harina de pescado.

Cabe indicar que dentro del régimen alimenticio utilizado por los productores para el crecimiento y engorde de la cachama en los sistemas de cultivos (jaulas flotantes, piscinas y estanques) juega un papel muy importante el protocolo de

alimentación, el cual muchas veces no se respeta, debido a eso el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia se ve afectado, en la reducción o pérdida de peso y generando gastos de alimento.

En Ecuador se han estudiado dietas alternativas para *C. macropomum*, pero muchos productores aún se rigen en el uso de los balanceados comerciales de otras especies que existen en el mercado para la alimentación de la cachama, así como para otros peces de agua dulce. El cultivo aún no ha alcanzado reconocimiento a nivel nacional, exclusivamente es una alternativa acuícola a nivel local y requiere de apoyo de entidades o instituciones enfocadas en el desarrollo del sector acuícola y autoridades del gobierno.

1.2 Justificación

En la actualidad el ser humano ha ido buscando la manera de aprovechar los recursos sustentables. El creciente cultivo y reproducción de *C. macropomum* ha sido parte de cultivos desarrollados por comunidades en varias regiones que pueden aprovechar la presencia de dicho valioso recurso, ya que posee un alto valor económico y comercial.

Es importante el aporte científico de la investigación en cuanto al aprovechamiento comercial de la cachama negra, para lo que es necesario revisar aspectos sobre la alimentación, que juega un rol importante en el desarrollo de cultivos de la especie. Indagando en la información publicada, en donde destacan aspectos relevantes sobre la alimentación, se puede explicar la necesidad de estudiar dietas alternativas, donde la intención de reducir los costos de la formulación de piensos es evidente, ya que la harina de pescado representa un gran gasto, pero su sustitución es algo que debe de analizarse. Del mismo modo, las técnicas que se emplean para suministrar la alimentación en los cultivos de *C. macropomum* podrían ofrecer una base para incluya aspectos que resalten del programa de alimentación.

Para demostrar los beneficios nutricionales de diversas materias prima, las cuales podrían ser más económicas, este trabajo se enfocó en analizar los tipos de alimentación utilizados en el cultivo de *C. macropomum* a través de una revisión bibliográfica, en donde se detallan aspectos relacionados los protocolos de alimentación, ganancia de peso y tasa de conversión alimenticia (TCA).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general:

Comparar los tipos de alimentación utilizados en el cultivo de *C. macropomum* a través de una revisión bibliográfica estableciendo la eficiencia de la dieta que favorece el crecimiento de la especie.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar los diferentes alimentos empleados en el cultivo de cachama determinando la dieta que presente mayor rendimiento.
- Detallar los procedimientos y protocolo de alimentación de la cachama negra en sistemas de cultivo.
- Determinar la ganancia en peso de *C. macropomum*, obtenidas con los diferentes tipos de alimentación. para el establecimiento del crecimiento.
- Identificar las ventajas y desventajas reconocidas hasta la actualidad del cultivo de *C. macropomum*.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la Cachama

La especie *Colossoma macropomum* conocida comúnmente como cachama o cachama negra se caracteriza por su adaptación a las condiciones ambientales y a los factores esenciales de cultivo en la Amazonia (Heredia & Miño, 2003).

C. macropomum se caracteriza por ser un pez con cuerpo robusto, la especie es nativa del río Amazonas y también se encuentra en el río Orinoco, ambos que forman parte de América del Sur (Ochoa Renteria & Cedeño Naranjo, 2009). La especie usualmente es solitaria, pero también viaja en grupos o cardúmenes para la búsqueda de alimentos y realizar la reproducción (Romero, 2020).

Dado que *C. macropomum* comparte similitudes genéticas con *Piaractus brachypomus* (Cachama Blanca) se pueden obtener ejemplares híbridos por el cruce de ambos, presentando híbridos con características biológica y físicamente intermedias (Romero, 2020), su coloración es oscura y la cabeza es de tamaño mediano. Cuando se encuentra en condiciones óptimas de cultivo, son más resistentes, haciendo que su aceptación en el mercado sea más exitosa (Lobão de Souza et al., 2012).

2.1.1 Características físicas

Es un pez alargado que en el medio natural posee una mide longitud de 40 a 60 cm, aunque también se ha señalado que puede alcanzar una longitud corporal de hasta 108 cm, con un peso que oscila desde 1 kg hasta 4 kg. No existen características que permitan diferenciar hembras de machos, no obstante, su sexo se puede conocer a los 3 años cuando alcanzan su madurez sexual (Pineda, Restrepo, & Ángel, 2002).

Presenta un cuerpo comprimido lateralmente, su garganta y aleta anal poseen una coloración negra y el resto del cuerpo es color gris oscuro. En su región ventral y ventro lateral del cuerpo el color es oscuro o negro, y su región dorsal es color es cobrizo o plomo, lo cual puede observarse de manera uniforme en peces adultos y en juveniles grandes (Machado-Allison, 2006).

Los juveniles tienen un cuerpo con manchas redondas u ovaladas que se distinguen de sus aletas pectorales y pélvicas que son incoloras en peces pequeñas de esta especie. Por otro lado, sus aletas pectorales y pélvicas, y la aleta anal son de color negro en juveniles que superan los 100 mm de largo (Bello & Gil Rivas, 1992).

2.1.2 Hábitat y Distribución

C. macropomum, es un pez abundante en las cuencas del río Amazonas, Paraná-Paraguay y Orinoco (Campos, 2015; Calderón-Deza, 2006; Machado Allison, 1982). Presente en los 8 países con los que comparte sus cuencas: Brasil, Perú, Bolivia, Guyana, Venezuela, Surinam, Colombia y Ecuador. Se caracteriza por ser una de las especies de peces de agua dulce más grandes de Sudamérica (Bello & Gil Rivas, 1992).

En su ambiente natural habita en cuerpos de agua permanecen en un mismo sitio o denominados ecosistemas lenticos, como lagos que generalmente se encuentran cubiertos de flora silvestre, aunque también se pueden encontrar en ambiente con aguas puras y claras (Plataforma de Comunicación Agrotendencia, 2018).

2.1.3 Escala taxonómica de *C. macropomum*

C. macropomum Cuvier 1816, conocido comúnmente como cachama negra, pacú negro, gamitama o tambaqui, es un pez de agua dulce originaria de las cuencas del río Amazonas y el río Orinoco.



Figura 1. Cachama negra (*Colossoma macropomum*).

Fuente: Romero, 2002.

Escala taxonómica:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Subfamilia: Serrasalminae

Género: *Colossoma*

Especie: *Colossoma macropomum* (Cuvier 1816)

2.1.4 Reproducción en medio natural

Según Pineda et al (2002), no existe dimorfismo sexual, pero puede reconocerse el sexo cuando llegan a los 3 años y alcanzan su madurez sexual. No obstante, Campos (2006) citó que *C. macropomum* alcanza la madurez sexual a partir del año, proceso que se lleva a cabo en la creciente de los ríos entre los meses de noviembre y diciembre, extendiéndose posiblemente hasta el mes de abril.

Generalmente, los alevines y los juveniles de cachama negra se desarrollan en aguas negras de llanuras inundadas hasta que alcanzan su madurez sexual. Por otra parte, realizan el desove una vez al año cuando los niveles de agua

aumentan debido a las estaciones lluviosas y migran a zonas inundadas de los ríos (Muñoz-Viana & Revollo-Barrios, 1988).

Por otra parte, su reproducción también ocurre en aguas más correntosas cuando se da un ascenso en el nivel de agua de los ríos y los cardúmenes recorren entre 400 hasta los 1300 km (FAO, 2010).

Cuando está cerca de la época reproductiva realiza viajes cíclicos en busca de aguas limpias y superficiales para realizar la fertilización. Los huevos fertilizados y sus larvas se desplazan por medio de la corriente hasta los 15 días, mientras que sus alevines se dirigen en dirección a cuerpos de aguas marginales en donde luego pasan a la fase juvenil y la fase de pre adulto (Maldonado Salazar, 2004).

2.1.5 Alimentación en medio natural

C. macropomum tiene un hábito alimenticio muy variado, con un régimen alimenticio omnívoro. En hábitat natural consumen alimentos de origen animal como zooplancton que incluye pequeños crustáceos, insectos, caracoles. El alimento de origen vegetal se basa abundante vegetación que cae sobre en la superficie del agua y algas (Calderón Deza, 2006). Dentro del grupo de algas se encuentra el fitoplancton destacan las diatomeas y clorofitas (Sanchez Navarro, 2018).

Los adultos suelen encontrarse en sitios selváticos inundados en los primeros meses durante la época lluviosa y cuando está en estos ambientes su dieta se base en granos y frutos (Guerra et al., 2000).

2.2 Características de los cultivos de cachama negra

Dado que la especie es adaptable al cultivo, las técnicas de reproducción y producción están dominadas. Por lo general, la producción de peces se

caracteriza por ser una actividad económica favorable para los productores y acuicultores de empresas de menor y mayor escala (FAO, 2010).

Su interés de cultivo se debe a que su crecimiento es rápido y rústico, además se adapta fácilmente al consumo de alimento balanceado en cultivo, el cual se caracteriza por no requerir gastos económicos muy altos. El cultivo se realiza de manera seminatural en estanques. Las condiciones del agua para su cultivo en estanques son comparables a las condiciones de cultivo del paiche (Peñuela-Hernandez et al., 2007, citado por Saint-Paul, 1986).

La producción de *C. macropomum* es una actividad económica importante para los acuicultores industriales. Dentro de los aspectos relevantes para su reproducción existen parámetros de calidad del agua, los mismos que son esenciales y están reflejados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros para calidad del agua en estanques de cultivo de *C. macropomum*.

PARÁMETROS	VALORES
Oxígeno	Superior a los 4,5 mg/l –Puede tolerar concentraciones menores a 1 mg/L por algún tiempo.
Dureza del agua	5 a 200 mg/L de CaCO ₃
Ph	6 a 7,5 – Puede tolerar un pH 9
Amonio-no-ionizado	Resiste 0,5 mg/l
Nitrito “DL50”	1,8 mg/l

Fuente: FAO, 2010.

Por otra parte, se realiza una estimulación hormonal para el desove, el que consiste en el uso de extracto obtenido a partir de la hipófisis de peces (sábalo, carpas, entre otros), hormona LHRha y HCG y otros. El uso de los extractos hipofisarios está en 2 dosis al día, cada 12 horas en hembras y una vez al día en machos. La densidad del cultivo puede estar en relación 1:2 es decir, 1 hembra y 2 machos. Para la fertilización los óvulos y semen se mezclan por medio de una solución de fertilización, la que consiste en 40 gramos de sal de mesa, 30 gramos de urea y 10 litros de agua; por otro lado, FAO (2010) indica que para fertilizar los óvulos solo se mezclan en seco en conjunto con la esperma, con

una pluma y luego se añade gradualmente cantidades de agua. El tiempo de eclosión varía según la temperatura, el cual se encuentra entre las 10 a 42 horas (Gomes, Araujo-Lima, Chippari-Gomes, & Roubach, 2006)

2.2.1 Protocolos de cultivo de la *C. macropomum*

2.2.1.1 Proceso de reproducción en cultivos

El desarrollo de la producción de alevinos permite que se pueda disponer de los mismos durante todo el año (Figura 2). Las características que deben tener las ejemplares hembras deben ser de 3-4 años y pesos de 3 kg en adelante y los machos de 3 años y peso de 4 kg en adelante para ser aptos para reproducción (Cabezas, Amaguay, Diéguez-Santana, & Sablón Cossío, 2017)

Los ejemplares se mantienen en estanques de tierra a densidades bajas 7 a 12.5 m² /Kg de reproductor, alimentados con concentrado comercial con contenido proteico entre 25 % hasta 32 %. La tasa de alimentación varía entre el 5 % y el 2.5 % de la biomasa/día. Existen tres estados de maduración: desovados, en maduración y maduros; y se deben hacer revisiones periódicas del estado de los animales para prevenir infestaciones por parásitos.

Además, debe ser revisado el estado de madurez tanto de hembras como de machos. Las hembras se manipulan y por medio de canulación o de cateterización se conoce el estado de madurez. También se puede realizar una extracción lateral, en la que se utiliza una jeringa para obtener la muestra de huevos, los machos se revisan por presión abdominal.

Para garantizar el éxito de la reproducción es necesario una adecuada selección de los reproductores a inducir, teniendo en cuenta las características externas de las hembras tales como abdomen abultado, papila genital protuberante y enrojecida y en los machos obtención de semen mediante una leve presión abdominal. En los huevos se determina aspecto general, color, tamaño, posición y forma del núcleo. En los machos el aspecto del semen, densidad y en

ocasiones conteo y motilidad; de esta forma se conoce el grado de desarrollo de los productos ganada (FAO, 2010).

Las hormonas empleadas en la inducción al desove pueden ser realizadas con hormonas sintéticas comerciales y con naturales como hipófisis de carpa. La hormona más usada es la gonadotropina coriónica humana (HCG), en el caso de las hembras se le suministra una dosis de 2,6 ml/kg, mientras que en machos se emplea el 25% de la dosis suministrada en hembras. La ampolla intramuscular se aplica en la región dorsal del pez, justo por debajo de la aleta posterior (dorsal). También se puede aplicar de manera intraperitoneal en la aleta pélvica con intervalo de 12 horas entre inyección (Tabla 2).

Tabla 2. Aspectos relevantes de la reproducción de *C. macropomum*.

ASPECTOS	DATOS SOBRE LA REPRODUCCION
Parámetros de calidad de agua para el cultivo de cachama	Oxígeno: 4,5 mg/l
	Dureza: 5-200 mg/l CaCO ₃
	pH: 6-7,5. Resiste pH 9
	Amonio no-ionizado: Resiste 0,5 mg/L
	Nitrito "DL50": 1,8 mg/L
Tipo de estimulación hormonal	Extracto de carpas: Hembra: dos veces cada 12 horas. Primera dosis: 0,5 mg/kg. Segunda dosis: 4,5-5 mg/kg Macho: 1 vez 1-2 mg/kg al momento de la segunda dosis de las hembras.
	Ovulación / Desove 8 a 11 horas luego de la segunda dosis en 27°C
Número de machos/hembras	1 a 2 machos por hembra
Fertilización	Se mezclan óvulos y semen de 2 machos y 1 hembras en una solución de fertilización en proporción de 30-50%

Fuente: FAO (2010).

La maduración de la cachama negra ocurre dentro de las primeras 11 horas después de aplicar una dosis en 25°C de temperatura, en los siguientes desoves el periodo se acorta. Una vez que se obtienen los óvulos se los coloca en una

bandeja y se vierte el semen, se mezclan en seco con una pluma y luego se añade gradualmente cantidades de agua (Campos, 2015)

Por otro lado, Bello & Gil Rivas (1992) indicaron que el desove se efectúa con el extracto de hipófisis de curimbatá (*Prochilodus linneatus*), los reproductores deben tener 6 años; las hembras reciben dosajes hormonales de 5 a 6 mg/Kg en métodos de aplicación: a) dosis crecientes y b) dosis dobles; los machos reciben una dosis total de 1 mg/kg en una o dos aplicaciones. Después de 7 a 9h de recibir la última inyección, la hembra ovula en una temperatura de 24 a 36°C, obteniéndose 821 óvulos por gramo).

2.2.1.2 Incubación

El tiempo de incubación es de 18 a 20 h a temperatura de 25 a 27°C en una incubadora, otros autores (González, 2001; Ochoa & Cedeño, 2009) reportan que el tiempo de incubación es de 13 a 18h (Tabla 3).

Tabla 3. Aspectos relevantes del proceso de incubación de *C. macropomum*.

DETALLES	VALORES
Tanque de incubación	De forma cónica, capacidad de 60 a 200 litros.
Densidad	1000 hasta 2000 huevos fecundados/l
Flujo de agua	2-10 litros de agua/min
Temperatura	26 hasta 29°C
Oxígeno disuelto "O ₂ "	>4 mg/l
Duración en el saco vitelino	Cinco días
Alimentación externa	Desde tercer día se alimenta con zooplancton menor a las 60 micras.
Supervivencia	Mayor del 70%

Fuente: FAO (2010).

2.2.1.3 Eclosión

El tiempo alcanzado para la eclosión esta entre las 12 hasta 21 horas, los rangos de temperatura se encuentran entre 26 a 29°C. Las larvas salen del huevo moviendo su cola violentamente para romper la membrana y tienen unos 5mm de longitud; en los siguientes 4 a 6 días completan su desarrollo (Tabla 4).

Tabla 4. Lapso para eclosión de *C. macropomum* basado en la temperatura del agua en la incubación.

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO PARA ECLOSIÓN (HORAS)
22	42
24	28
26-27	18-22
28-29	13-16
31	10-11

Fuente: FAO (2010).

2.2.1.4 Larvicultura

Las larvas se trasladan a piletas donde los primeros 2-5 días se alimentan de saco vitelino, los días 5,6 y 7 y se las alimentan con artemia y plancton (Woynárovich & Van Anrooy, 2019). La postlarva alcanza su desarrollo total a los 10 días de su inicio de alimentación con artemia con una longitud de 1,5 a 2,0 cm de longitud. La densidad de siembra es de entre 10 y 500 larvas /L. A partir del día 5 ya se siembran en estanques de concreto y al día 10 ya se transfieren a estanques de tierra, en esta etapa son alimentadas con alimento comercial que debe contener al menos de 23% de proteína cruda (Lobão de Souza, y otros, 2012).

2.3 Alimentos destinados para el sector acuícola

La alimentación juega un papel muy importante en el sector acuícola, ya que las dietas se vinculan estrechamente con el éxito o fracaso de los cultivos de

organismos acuáticos. Estos alimentos se destinan para los organismos acuáticos según el tamaño, edad y sus hábitos alimenticios. Gracias a los alimentos utilizados en las actividades de cultivo existe un incremento en la producción acuícola, que, por lo general, se destina al sector alimentario (Arcos, 2015).

Aunque cabe mencionar que no todos los organismos acuáticos se cultivan con la intención de consumo, muchos se cultivan con el objeto de repoblar especies que en algún momento se encontraban en peligro de extinción. Se han originado varias alternativas alimenticias (artificial, viva, natural, suplementaria), dietas que se suministran según el cultivo que se realice: intensivo, superintensivo o extensivo (Toledo-Pérez & García-Capote, 2000).

2.3.1 Alimento vivo

El alimento vivo en la acuicultura hace referencia a la gran variedad de seres vivos u organismos planctónicos de origen animal y vegetal, fundamentales en las diferentes fases o etapas de vida de moluscos, crustáceos, peces, entre otros. Debido a la composición bioquímica del plancton (fitoplancton y zooplancton) se considera como el alimento con mayores nutrientes esenciales, el cual se usa en dietas experimentales para su aprovechamiento (Prieto-Guevara, 2006).

El plancton comprende a los organismos que se encuentran en la columna de agua, zooplancton y fitoplancton (Giraldo, Valencia, Acevedo, & Rivera, 2014). Por su parte, el fitoplancton se conforma por grupos de organismos microscópicos autótrofos que habitan en aguas marinas y dulces, poseen capacidad fotosintética, destacando grupos de microalgas clorofitas, diatomeas y cianofitas. Las microalgas albergan una gran cantidad de nutrientes favorables para el crecimiento de especies acuáticas principalmente a los que se alimentan por medio de filtración, por ejemplo, el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, una de las especies más cultivadas en el mundo (Boyd, 2017). Entre las microalgas utilizadas como alimento se encuentran: género *Thalassiosira* (ej.

Thalassiosira pseudonana, género *Tetraselmis*, género *Chaetoceros*, género *Isochrysis*, entre otros.

Por otra parte, el zooplancton se constituye por una gran variedad de seres vivos presentes en ambientes marinos, salobres y de agua dulce, se emplean en dietas para cultivos acuícolas debido a que poseen un alto valor nutritivo principalmente en las primeras etapas de vidas de organismos acuáticos, es así como tenemos en este grupo a crustáceos, larvas de peces, cnidarios, rotíferos, foraminíferos, etc. (Lagos-Tobías, y otros, 2014). Entre ellos el grupo de crustáceos es uno de utilizados como alimento vivo e incluye especies como artemias como *Artemia salina*, pulgas de agua del género *Daphnia* y copépodos (Plataforma BIOSFERA, 2018).

2.3.2 Alimento artificial

Estos alimentos consisten en una combinación de ingredientes de origen animal y vegetal, caracterizados por el contenido de proteínas, grasas, fibras, color, densidad y textura (FAO, 1978). En el sector acuícola varias empresas que producen alimentos balanceados para peces y crustáceos, de diferentes composiciones, cuya elaboración contiene diferentes formulaciones, pues existen piensos para cada una de las etapas de desarrollo, ya sean fases larvarias, alevines, juveniles y adultos.

Los alimentos balanceados se producen en diferentes presentaciones, húmedo, semihúmedo y seco. La materia prima utilizada en la elaboración debe presentar buena consistencia, debe ser de fácil manejo y almacenamiento (Castelló, 2000).

2.3.2.1 Alimentos alternativos

Alimentos artificiales elaborados con el objetivo de sustituir uno de los ingredientes que utilizados en la formulación de piensos. La harina de pescado es uno de los ingredientes de mayor costo, por lo que muchos investigadores

explican la necesidad de buscar ingrediente de menor costo, pero con buena digestibilidad y contenido proteico similar o superior al de la harina de pescado (Loy, 1998).

2.3.3 Alimento suplementario

Dado que varias especies no presentan buena disposición para recibir una dieta artificial, y puesto que esta dieta muchas veces no contiene los nutrientes necesarios, existe un déficit en el crecimiento y desarrollo de varios organismos acuáticos. El suplemento alimenticio puede ser alimento vivo o proteína vegetal seca, y se caracterizan por presentar elevados valores nutricionales. El alimento suplementario se agrega en la formulación del alimento balanceado, o bien se puede agregar directamente en el cultivo como las microalgas del género *Chlorella* y *Thalassiosira* (Prieto-Guevara, 2006).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

El presente estudio se realizó por medio de una investigación de tipo documental en la que se reunieron los aspectos más relevantes, destacándose información sobre la caracterización de la alimentación en el crecimiento de cachama negra (*C. macropomum*), en donde se resaltan las dietas suministradas en sistemas de cultivo.

3.1.1 Enfoque del estudio

Esta investigación permitió destacar los datos más relevantes sobre los alimentos suministrados, para obtener información relacionada a la ganancia en peso y crecimiento, donde los protocolos de alimentación juego un papel importante. A su vez se determinarán las ventajas y desventajas de realizar estos cultivos.

3.1.2 Fases de este estudio

En este estudio documental, la metodología utilizada se compuso de dos fases esenciales para su elaboración:

a) **Revisión sistemática general de artículos:** Se realizó una recopilación de la información relacionada a la alimentación de cachama. En esta revisión se utilizaron documentos de países de Sudamérica como Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Chile, Brasil.

b) **Identificación, clasificación y análisis de la información:** A partir de la información obtenida de las diferentes herramientas bibliográficas utilizadas, se realizó una identificación de los aspectos con mayor relevancia tales como los diferentes tipos de alimentación suministrada en los experimentos, ensayos de trabajos de investigación y tesis de grado, lo cual permitió organizar detalladamente los aspectos que se analizaron en cada sección.

3.1.2.1 Recopilación de información bibliográfica

Para la elaboración del presente documento se realizó una búsqueda sistemática de la información (artículos científicos, tesis, libros, revistas indexadas) relacionada al cultivo de cachama, empezando por una revisión exploratoria preliminar de la literatura para identificar la disponibilidad de información y finalmente se revisó la literatura encontrada de manera minuciosa de la cual se pudo extraer y recopilar la información relevante y necesaria sobre la temática.

Una vez obtenidos, analizados y discernidos todos los recursos bibliográficos se consideró la potencialidad del cultivo, esquematizar el cultivo cerrado e identificar las ventajas y desventajas de la cachama negra.

Para el desarrollo del presente estudio se utilizaron un total de 25 fuentes y herramientas bibliográficas, llevadas a cabo en países de Sudamérica, Europa y Centroamérica, en donde tenemos, a continuación:

- ✓ Siete proyectos de tesis, de países como: Bolivia, Perú y Ecuador.
- ✓ Ocho artículos publicados por diversas revistas de: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú.
- ✓ Tres libros impresos y publicados en la web de: Perú y Colombia.
- ✓ Tres guías, Perú e Italia.
- ✓ Dos informes técnicos de Perú e Italia
- ✓ Dos boletines técnicos Brasil y Ecuador

CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Caracterización de la dieta suministrada en cultivos de cachama

De acuerdo con la revisión de literatura se obtuvo información de la alimentación natural en *C. macropomum*, tal como se menciona en la Tabla 5.

4.1.1 Tipo de alimentación en medio natural y en cultivo

Varios autores han señalado que en medio natural su tipo de alimentación es variada según los alimentos que se encuentran a su disposición (Tabla 5). No obstante, es claro que para determinar el tipo de alimentación se ha observado su comportamiento en cautiverio, de tal modo se ha confirmado que entre los alimentos destaca zooplancton, fitoplancton, algas, frutas, semillas.

Ciertamente, la alimentación natural es la mejor aprovechada por los organismos acuáticos, principalmente cuando esta se encuentra en el agua formando parte del plancton que provee nutrientes esenciales. Sin embargo, debido a la dificultad de mantener constantemente estos organismos en el medio acuático a disponibilidad de la *C. macropomum*, se opta por la utilización de alimentos balanceados o piensos, cuya formulación consiste en harina de pescado, trigo, polvillo de arroz, soya aceite de pescado, aceite vegetal, antioxidante y antimicótico; ingredientes que se utilizan con regularidad en la elaboración del balanceado, pero pueden variar según el contenido proteico o el tipo de ingrediente que se desee utilizar en la formulación (Guerra et al., 2000).

Estos ingredientes para la formulación de piensos se han empleado en estudio realizado por Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo (2009) en la evaluación de dietas alternativas para alimentar cachama negra a diferentes densidades de siembra en Santo Domingo de los Tsáchilas, en donde demostraron la viabilidad de emplear las dietas evaluadas y lo efectivo que resulta cuando esta se aplica en cultivo cuyas densidades oscilan entre 5 y 9 peces/m³.

En la Tabla 5 se muestran los tipos de alimentos naturales de acuerdo con publicaciones de diferentes autores y los alimentos que generalmente consume *C. macropomum*.

Tabla 5. Tipo de alimentación y alimentos que consume la cachama negra.

AUTOR	AÑO	PAÍS	TIPO DE ALIMENTACIÓN	ALIMENTOS QUE CONSUME
Vega, A. L., & Vinatea-Jaramillo, J. E.	1995	Perú	Frugívora en época llena / Omnívora en época seca	Semillas, frutos; zooplancton: cladóceros, copépodos, ostrácodos.
Machado-Allison, A.	2006	Venezuela	Omnívora	Zooplancton; caracoles; insectos; plantas
Campos Baca, L. E.	2006	Perú	Omnívora	Frutos secos y blancos, granos, nueces; zooplancton, insectos terrestres y acuáticos, larvas de moluscos.
Estévez, I. E.	2018	Ecuador	Omnívora planctófagos en primera etapa de vida / Frugívora en etapa final	Microcrustáceos planctónicos; semillas; frutos; larvas y algas
Maldonado Salazar, 2004 (como se citó por Ayala 1997; citado en Goulding 1980)	2004	Bolivia	Omnívora con tendencia a frugívora	Frutos y semillas que carecen de partes carnosas
Iñiquez Rojas, V. & Francois Renno, J.	2004	Bolivia	Juveniles omnívoros / Frugívoros en Inundaciones o épocas lluviosas	Intensivo consumo de frutos y semillas
FAO	2010		Generalmente omnívoro / Época lluviosa dieta frugívora	Frutos y semillas

Fuente: Luis Ortiz (2021).

Dado que *C. macropomum* se caracteriza por su comportamiento de alimentación filtradora, gracias a la que es capaz de aprovechar los nutrientes esenciales que brindan algunos organismos zooplanctónicos, es uno de los motivos por los que estos peces poseen una buena conversión alimenticia ya que se ubica en 31, un rango de 1,0 y 2,0 (Poleo G. et al. 2011, citado por Estévez, 2018).

Según Gómez et al. (2006), las cachamas tienen gran éxito en la piscicultura mundial, y se basa en el gran avance de las técnicas de cultivo en sistemas intensivos y super-intensivos; y la mejora genética para la aparición de híbridos comerciales con gran aceptación de los consumidores y de los técnicos de cultivo con miras a mejoras en la productividad.

Además, Vega & Vinatea-Jaramillo (1995) destaca como una de las especies más promisorias en actividades piscícolas por su facilidad de cultivo y adaptación a condiciones desfavorables, resistencia a condiciones bajas de oxígeno y a parásitos y bacterias, rápido crecimiento, hábito omnívoro, producción masiva de alevinos y posibilidad de varios desoves durante el año en ambientes controlados (González, 2001; Campos, 2015).

Posee un rápido crecimiento debido a su tasa de conversión alimenticia y hábito alimenticio omnívoro, cuando se encuentran en estado juvenil se alimentan de zooplancton y cuando son adultos se alimentan de frutos, semillas y algas y larvas (Estévez, 2018; González, et al. 2018).

En la figura 2 se observa el ciclo de cultivo de *C. macropomum*, detallando cada una de las fases de la especie desde que inicia la etapa reproductiva hasta la cosecha.

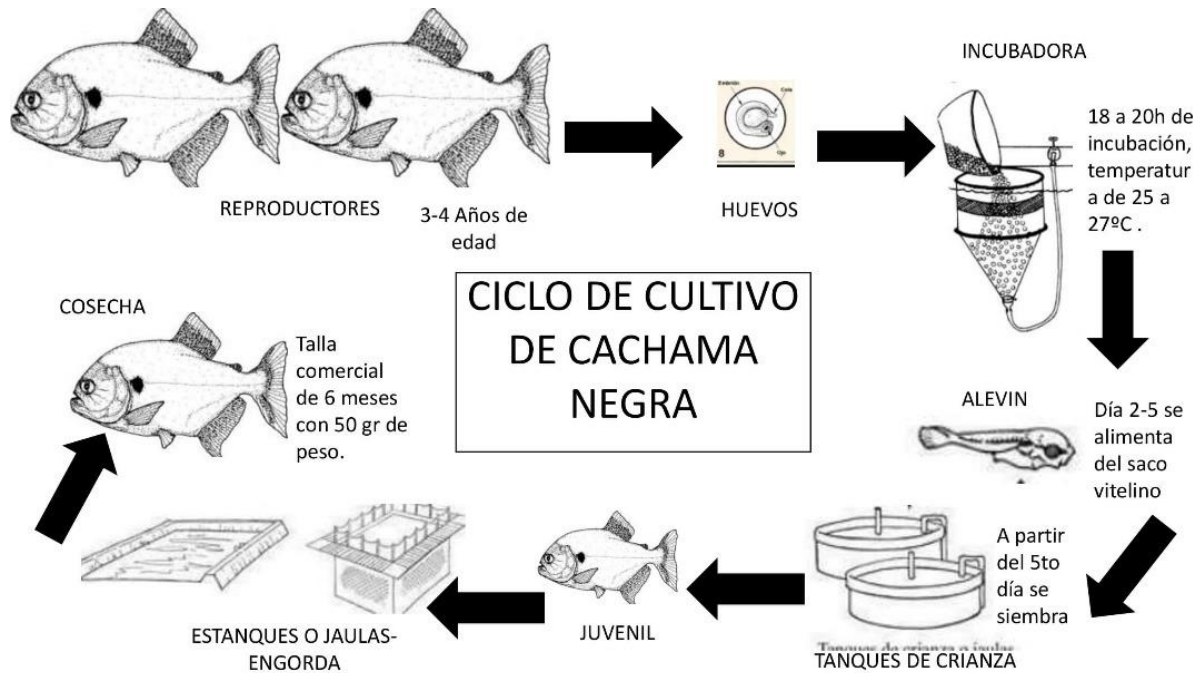


Figura 2. Ciclo de cultivo de *C. macropomum*.

Fuente: Luis Ortiz (2021).

4.1.2 Ingredientes sustitutos empleados en la formulación del alimento balanceado con la respectiva ganancia de peso

C. macropomum es una especie apetecida por su sabor, textura y su alto valor nutricional con 18% de proteína y 2.5% grasa, su carne contiene proteínas con aminoácidos esenciales de fácil absorción y digeribles, además presenta una fuente importante de minerales y vitaminas. Por otra parte, el contenido en ácidos grasos es muy importancia para el ser humano, debido a que el consumo habitual se asocia con una posible disminución de riesgos cardiacos.

Ya que en cautiverio acepta una alimentación artificial se han realizado estudios experimentales utilizando la formulación común para el alimento balanceado que se suministra habitualmente, para ello se incluyen otros ingredientes que pueden sustituir la proteína seca (Tabla 6).

En el Ecuador, Ortiz et al. (2007) utilizó harina de amaranto como un sustituto de la harina de pescado, con el fin de demostrar que existen alimentos alternativos para la cachama, también indicó que en jaulas flotantes dicha alimentación

genera buenos rendimientos. Del mismo modo Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo (2009) realizaron una experimentación basada en dos dietas alternativas, en cada una se utilizó como ingrediente de inclusión la harina de quinua, lo cual produjo buenos resultados (Tabla 6).

Tabla 6. Ingredientes o sustitutos incluidos en la formulación de alimento balanceado para cachama negra.

AUTOR	AÑO	PAÍS	INCLUSION / SUPLEMENTO	PORCENTAJE (%) DE INCLUSIÓN	GANANCIA EN PESO
Ortiz et al.	2007	Ecuador	Amaranto (Sustituto de harina de pescado)	A 0%; A 25%; A 50%; A 75%; A 100%	1,2 a 1,5 g día ⁻¹
Ochoa Rentería, C. R. & Cedeño Naranjo, M. I.	2009	Ecuador	Harina de quinua (Sustituto de harina de pescado)	Dieta 1 (50%); Dieta 2 (100%)	Cuarto mes 500 – 800g, al sexto mes 0,8 - 1,3kg. Séptimo mes 1,5kg
Lobão de Souza et al	2012	Brasil	Pasta de yuca blanca (Complementó pienso industrial extruido 28%)	V1 solo pienso (0%); V2 50%; V3 sin pienso 100%	V1 0,28 g/día; V2 0,26 g/día; V3 0,27 g/día
Pereira Pereira et al. (2013)	2013	Brasil	Harina de mandioca (Sustituto del maíz)	Control(0%); I(20%); II(40%) III(60%); IV(80%); V(100%)	Altos en: III (30,6 ± 4,1 g); IV (29,0 ± 1,9 g); V (28,5 ± 6,7 g) y II (27,8 ± 5,1 g); menores en control (24,8 ± 7,5 g) y I (23,8 ± 8 g).

Fuente: Luis Ortiz (2021).

Cabe indicar que tanto como el amaranto y la quinua son ingredientes potenciales para sustituir la harina de pescado en la formulación del alimento balanceado para cachama, lo cual reduciría gastos en la compra de cada uno de los componentes. Por otra parte, según Díaz-Sobac et al. (2019) el amaranto se caracteriza por presentar altas cantidades de minerales (calcio-hierro-magnesio-fósforo) y la quinua presenta los mismos minerales, pero en menores cantidades.

A pesar de poseer un perfil mineral semejante, el amaranto tiene nutrientes esenciales mayor porcentaje proteico, por lo que su inclusión en la dieta de la cachama sería favorable, ya que contribuiría en el cumplimiento de requerimientos nutricionales necesarios para la supervivencia de esta especie.

4.2 Protocolos de alimentación de la cachama negra

En esta sección, se exponen los aspectos más relevantes relacionados con el plan de alimentación al que se basan algunos investigadores en la producción de cachama según la información analizada.

Para suministrar la alimentación, se estiman raciones que se relacionan con la cantidad de peces que se coloquen en el sistema de cultivo que utilicen. Estudio realizado por Estévez (2018) presentó en la experimentación un programa de alimentación, el cual incluía raciones según las fases o etapas de desarrollo de los peces, que eran alimentados en horarios fijos, considerándose peces de etapa inicial o alevines aquellos que tenían 30 días de edad y se suministraba cuatro raciones diarias, para peces en etapa de crecimiento (alevines desarrollados que posiblemente superaran la etapa de cría y pasaran a la etapa de transición juveniles) 45 – 90 días se abastecían 3 raciones diarias, y por ultimo a los peces de engorde (juveniles a juveniles cerca de la etapa adulta) se les daban 2 raciones diarias, con el fin de controlar que no existan perdidas del alimento, de esto modo los productores se aseguraban de que el alimento fuera aprovechado por los peces. Lo cual concuerda con Heredia & Miño (2003) que para el control del alimento consumido debería llevarse un registro de las raciones suministradas al cultivo que se realiza, en ambos casos desarrollados en piscinas y estanques.

La alimentación es muy importante para las diferentes etapas de los peces, es por eso que los productores, deben asegurarse de abastecer sus cultivos con suficientes raciones, ya que en cultivo la cachama negra requiere alimentos de nutrientes esenciales que aprovechan para su crecimiento, que a su vez podría

favorecer el óptimo desarrollo y con ello que en la etapa de engorde alcance el peso que demandan los mercados.

Por otro lado, al implementar cultivos en jaulas, sistema de cultivo utilizado por regularidad según lo indicado por Silva (2012) en el desarrollo de jaulas flotantes para realizar el engorde de cachama en la ciudad de Quevedo (Provincia Los Ríos-Ecuador), se puede suministrar una alimentación en base alimento concentrado o balanceado comercial, al cual las cachamas aceptan sin dificultad. Además de esto, se indica que el balanceado se debe suministrar entre 4 y 6 semanas, el alimento debe contar con buen registro de control de calidad y buen contenido nutricional (Beltran, 2008, citado por Silva, 2012) como es el caso del balanceado comercial Piscis 28% utilizado en dicho estudio.

Calderón-Deza (2006) indicó que en el programa de alimentación durante el proceso de engorde, la dieta se debe ser consumida por los peces en 15 minutos y abastecida en 2 raciones diarias, lo que concuerda con otros autores en el cultivo de cachama en jaulas flotantes, así como con Heredia & Miño (2003), quienes suministraban 2 raciones en cultivos desarrollados en piscinas.

Silva (2012) en su experimentación, el programa alimenticio para peces de 30 días incluía 3 raciones diarias, lo dice de lo citado por Estévez (2018) quien sugiere que se deben abastecer de 4 raciones diarias. Es claro, que en las primeras etapas de vida la cachama requiere mayor absorción de nutrientes, por lo que suministrar más raciones diarias en esta época con un debido control de alimentación, podría favorecer tanto a los productores, ya que peces tendrían un óptimo desarrollo y aprovecharían los nutrientes necesarios para su crecimiento.

Cuando la cachama pasa de 31 a 60 días tanto Silva (2012) y Estévez (2018) señalaron que pueden suministrarse 3 raciones diarias. Al realizar apropiados suministros de alimentación los productores podrían obtener buen rendimiento en sus cultivos, ya que las tasas de conversión alimenticia (TCA) serían buenas, siendo evidente que en engorde de cachamas en jaulas sería muy bueno al igual que si se desarrollara en piscinas y estanques.

4.3 Alimentación en etapas de inicio, crecimiento, engorde y cosecha

Después de que ocurra el desove, seguido del proceso de fertilización e incubación de los huevos, la postlarva consume el saco vitelino en 3 a 5 días. Posteriormente, sale del huevo en su forma de larva donde según Sanchez Navarro (2018) pueden recibir el alimento tres a seis veces al día, dieta con 45% de proteína, en esta etapa al consumir una alimentación externa los productores los denominan alevinos.

4.3.1.1 Etapa de inicio

En estas fases según Heredia & Miño (2003) en la comparación productiva de la cachama empleando cuatro balanceados comerciales, en su experimentación los alevines se liberaron en la piscina, y luego de aclimatarse se alimentaron por 30 días con una mezcla equilibrada de todos los piensos incluyendo el control, la alimentación diaria se suministró según el consumo de los peces tratando de no excederse. Esta cantidad al ser no se considera dentro de las tablas de controles alimenticios de los alevines (González Alarcón, 2001).

4.3.1.2 Etapa de crecimiento

Ya en la fase de crecimiento Heredia & Miño (2003) explicaron que emplearon mallas con poros de tres y cuatro cm de diámetro, en este proceso los grandes se separan de los peces de menor tamaño, para la alimentación se utilizó balanceado de crecimiento con el 6 % de la biomasa diaria procurando realizar el proceso con paciencia para que todos los peces puedan alimentarse. Cabe mencionar que los peces deben alimentarse generalmente en los mismos horarios, además control de calidad de agua previene tasas de mortalidad, garantizando la supervivencia de los alevines, etapa en la que se requieren mayores nutrientes para el crecimiento (Estévez, 2018).

4.3.1.3 Proceso de engorde

Este proceso se puede llevar en jaulas flotantes de cultivo o en estanques, la densidad de siembra depende del recurso que se pueda invertir y se quiera obtener, sistema de cultivo que se vaya a realizar puede ser entre monocultivo, policultivo y piscicultura asociada. En esta etapa se usa alimento comercial generalmente concentrado extruído y el contenido de proteína varía de acuerdo con los días de cultivo.

El cultivo para alcanzar la talla comercial es de 6 meses y alcanza 500 gr de peso, en todo este proceso se hace un seguimiento al crecimiento con un muestreo del 3 al 10% de la población que se realizan cada 15 a 20 días, controlando la tasa de alimentación, de crecimiento y de conversión alimenticia para hacer ajustes a tiempo (Figura 2).

4.3.1.4 Cosecha

Un día antes de la cosecha la dieta suministrada a los peces es suspendida, el tiempo de cosecha se realiza en diferentes periodos, según Heredia & Miño (2003) se realiza en 120 días donde se puede realizar una evaluación del peso final de la biomasa (Kg) una vez que se concluyen las primeras tres etapas.

Dado que la *C. macropomum* según los productores debe cumplir con estándares de presentación, ya que su peso comercial se encuentra entre 400g a 600g deben someterse al menos de 4 a 5 meses de cultivo, no obstante, otros productores también exigen que el peso mínimo alcanzado debe encontrarse entre 1 a 1,5 kg para lo cual el periodo de cultivo esta entre 6 a 7 meses (Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo, 2009, citado por Estévez, 2001).

En base a la información estudiada en esta investigación, cabe mencionar que el crecimiento y engorde tiene una gran dependencia de la las condiciones ambientales que se ofrezcan en el desarrollo del cultivo, Cabezas et al. (2017) señaló en su investigación sobre la adaptabilidad, en donde explicaron que la

especie se adapta con facilidad a la alimentación que se suministre y las condiciones de cultivo, haciendo hincapié que en la etapa de alevinaje, es donde existe mayor absorción de nutrientes esenciales.

Como resultado, en este apartado se puede hacer un reconocimiento de los beneficios de alimentar la especie de estudio, al utilizarse una dieta basada entre un 50% de pienso y 50% de organismos zooplanctónicos, para ello se debe mantener este equilibrio. Si los productores procuraran mantener controlado el ambiente acuático de los peces en sus cultivos, estos podrían aprovechar todos los nutrientes que brindan los organismos planctónicos, los cuales precisan adquirir para un óptimo crecimiento mientras se encuentren ya sea en cultivos desarrollados en piscinas, estanques o jaulas flotantes.

Hasta ahora según la información citada en este estudio, cuando los autores señalaron aspectos relacionados con el periodo de cultivo y las diferentes demandas que existen entre los productores de cachamas, ya que los estándares de peso son variados, realizándose cosechas principalmente entre los primeros 5 meses, podría ser ideal que la cosecha se realice cuando el cultivo alcance un mayor tiempo, es decir, al superar al menos los 10 meses en donde probablemente obtenga pesos superiores a los 1,8 o 2 kg.

4.3.2 Factor de Conversión Alimenticia (TCA) y ganancia de peso.

Varios autores según las herramientas bibliográficas investigadas recalcan que la cachama se caracteriza por tener una buena tasa de conversión alimenticia (TCA), esta información ha sido el pilar de muchos investigadores, que, en la búsqueda de alimentos alternativos, encontraron valores significativos. Estudio realizado por Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo (2009) explicó que no existieron diferencias significativas en cuanto a los valores obtenidos a partir del Factor de Conversión Alimenticia (TCA). Sin embargo, entre las dos dietas donde la base fue la harina de quinua, la dieta 2 (100% de quinua) presentó la mejor TCA. Pese a que muchos autores señalan que *C. macropomum* tiene buena TCA, se debe

reconocer que para alcanzar una eficiente TCA es necesario investigar más sobre los efectos de los alimentos alternativos para esta especie.

Cabezas et al. (2017) citaron que el oxígeno disuelto influye directamente en la calidad del agua del cultivo de cachama negra por lo que se considera el parámetro más importante, es así como cuando existe un déficit, el crecimiento se ve afectado al igual que la tasa de TCA (Cabezas et al., 2017, citado por Araujo-Lima y Goulding, 1997 & de Carvalho et al., 2006). Es probable que una de las razones por las que existe este déficit se deba al tipo de sistema de cultivo empleado, por lo que los productores deberían mejorar el control y manejo que realizan de sus cultivos, lo cual generaría un mejor rendimiento, garantizando la mejora del crecimiento y la TCA.

Ortiz et al. (2007), demostraron en su trabajo de investigación enfocado en encontrar alternativas alimenticias para *C. macropomum* en jaulas flotantes en el Ecuador, que la especie tiene una buena tasa de supervivencia y el amaranto es un ingrediente apto para incluirse en la formulación de alimento balanceado, el crecimiento de la cachama según el autor está relacionado con la temperatura, presentando una ganancia de peso (Tabla 7) de 1,2 a 1,5 g día⁻¹ en temperaturas de 21°C.

Tabla 7. Valores obtenidos sobre el crecimiento de la cachama al utilizar dietas con diferentes porcentajes de inclusión de amaranto citado por Ortiz et al. (2007).

TRATAMIENTOS	A 25%	A 50%	A 75%	A 100%	CONTROL
Peso inicial (g)	83.00±8.47	86.19±7.00	84.48±8.85	89.05±9.84	8.38±9.64
Peso final (g)	207.78±17.54	231.34±13.27	221.06±16.6 ₃	226.72±10.28	258.55±17.23
Longitud inicial (cm)	14.56 ± 0.92	14.87 ± 0.66	14.80 ± 0.46	14.93 ± 0.51	14.07 ± 0.51
Longitud final (cm)	22.17 ± 1.65	23.15 ± 1.22	22.85 ± 1.38	23.15 ± 0.79	24.17 ± 0.88
Alimento consumido (g)	255.9±15.5	498.4±10.7	448.0±18.4	503.9±7.5	561.1±14.6
Ganancia de peso (g día ⁻¹)	1.10 ± 0.12	1.27 ±0.07	1.20 ± 0.05	1.21 ± 0.01	1.50 ± 0.14
TCA	2.05	3,44	3,39	3,68	3,34

Fuente: Ortiz et al. (2007).

La cachama demuestra adaptarse con facilidad al alimento comercial, sea que este contenga o no la inclusión de nuevos ingredientes en sus formulaciones, al alimentarse con pienso a base de amaranto en 50% de sustituto de harina de pescado (Ortiz et al., 2007), lo cual concuerda con Ochoa Rentería & Cedeño Naranjo (2009), cuando en su experimentación suministraron una dieta en base

de harina de quinua (50%) también con la intención de sustituir harina de pescado. En ambos los resultados fueron positivos, es decir, puede adaptarse a estos alimentos alternativos, ya que existieron buenos rendimientos, y las tasas de supervivencia fueron del 100%.

Es por esta razón que esta especie presenta buenas ventajas para su cultivo, debido a su potencialidad y su hábito alimenticio diversificado se ha realizado ensayos experimentales con el fin de determinar la mejor dieta alternativa para cachama.

Por otra parte, Pereira-Pereira et al. (2013), indicaron que es muy factible sustituir otro de los ingredientes de la formulación del balanceado, para esto se reemplazó el maíz, en lugar de eso utilizaron harina cruda de yuca lo cual generó buenos resultados (Tabla 8), ya que quedó en claro que la harina cruda de yuca podría reducir los costos de la producción de alimento balanceado para cachama, y que además favorece la ganancia de peso. Esta harina puede ser aprovechada por el pez, ya que asimila muy bien los alimentos de origen vegetal, sin embargo, los valores de TCA son bajos (Tabla 8), pero se ubican dentro del rango ideal citado por Medri *et al.* (2005), donde los valores se encuentran entre 0.9 a 1.8 (Medri *et al.* 2005, citado por Pereira-Pereira et al., 2013).

Tabla 8. Ganancia peso (g) y factor de conversión que obtuvieron Pereira-Pereira et al., 2013.

VALORES	PORCENTAJES (%) DE LOS NIVELES DE SUSTITUCIÓN					
	0	20	40	60	80	100
Ganancia peso en g (GP)	24.8±7.5	23.8±8.1	27.8±5.1	30.6±4.1	29.0±1.9	28.5±6.7
Factor de conversión alimenticia (TCA)	2.8±0.1	2.8±0.1	2.9±0.2	3.0±0.1	3.0±0.0	3.0±0.1

Fuente: Pereira-Pereira et al. (2013).

A pesar de la buena asimilación de la cachama para los diferentes tipos de dietas alternativas, los distintos investigadores han señalado que los valores de TCA citados en sus estudios no se encuentran dentro de los rangos óptimos. En base

a esto debería realizarse un mejor control de los parámetros ambientales, en donde se podría encontrar si existe influencia de algún otro parámetro, tal como se indicó anteriormente sobre la escasez del oxígeno disuelto en el agua que genera una baja en el crecimiento y TCA.

Además, para obtener buenos resultados de TCA debe existir un buen programa alimenticio (Kholer 2005, citado por Silva, 2012) en donde explica en el tratamiento tres donde colocó una densidad de siembra de 30 Cachamas/m³ obteniendo una tasa de 1,76. Por eso es necesario que los productores deben realizar una tabla de alimentación más estricta, en donde se registren datos como la cantidad de raciones y la cantidad de alimento en cada ración, de este modo se garantiza que tengan una buena alimentación, el alimento no sea desperdiciado y las TCA tendrían mejores resultados.

4.4 Ventajas y desventajas del cultivo de *C. macropomum*.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada se presentan las ventajas y desventajas que se identificaron con respecto al desarrollo de sistemas de cultivo de cachama *Colossoma macropomum*.

Debido a que los hábitos alimenticios de la cachama negra son ventajosos para la especie en el medio natural, esto favorece su adaptación para cultivo porque esto le permite inclusive alimentarse los organismos presentes en el agua del estanque o piscina en donde se realice la siembra.

4.4.1 Ventajas

Los cultivos se caracterizan principalmente, por presentar bajos costos de producción, en comparación con otras especies de peces, como la tilapia. *C. macropomum* tiene propiedades nutricionales muy buenas, tiene un buen crecimiento y rendimiento económico. Por otro lado, en los mercados existe una gran demanda de esta especie, debido a que su carne tiene un sabor suave y

delicado (FAO, 2010), lo que la hace una especie apetecible que comercialmente podría generar ingresos a nivel regional e internacional.

Respecto al desarrollo de sistemas de cultivos, existen buenos aspectos de reconocer:

- a) Existe disponibilidad de áreas para aumentar la superficie de cultivo, incluso se puede cultivar con otras especies (policultivo).
- b) Las proyecciones de mercado han demostrado que existe muy buena aceptabilidad en el mercado externo.
- c) Es una especie de rápido crecimiento y con facilidad para engordar, omnívora, con una buena tasa de conversión alimenticia y la reproducción es simple técnicamente.

C. macropomum tiene grandes posibilidades de exportación como por ejemplo en Brasil. Una de las razones por las que se exportaría a otros países podría ser la presentación que los productores ofrezcan para la venta del producto, el cual puede comercializarse en conservas, filete, descabezado.

El ingeniero acuicultor Paúl Aguirre que forma parte de la empresa Amazon Fish según la entrevista realizada por Sarmiento (2015) & la Plataforma Huella Empresarial, explicó que la cachama se puede comercializar en presentación de enlatados, destacando que al ser una nativa del Ecuador y ser un producto único para el mercado, su introducción en el mercado es potencial.

Al darse un gran crecimiento del cultivo de cachama negra en varios países como en el Ecuador, se generarían más oportunidades de empleos y a su vez se aprovecharía el buen rendimiento del cultivo de esta especie para realizar un crecimiento comercial.

Si estos cultivos se desarrollan en nuestro país tienen, para garantizar el éxito de la producción debería suministrarse una alimentación suministrada, es decir, una dieta con los nutrientes necesarios para el crecimiento del pez, esto a su vez favorece la ganancia de peso, principalmente cuando se utiliza proteína de fácil asimilación.

La especie tiene una alimentación omnívora y puede aceptar una dieta alternativa, reduciendo los costos de producción de piensos, cuya formulación tiene como principal ingrediente la harina de pescado.

Los ejemplares de *C. macropomum* pueden utilizarse en estudios experimentales, en los que se pueden ofrecer dietas alternativas para el crecimiento y engorde en cautiverio. Considerando la información revisada al momento, la inclusión de ingredientes de origen vegetal en sustitución de la proteína animal (harina de pescado) tiene TCA será buena, produciendo ganancia en peso en gramos por día.

4.4.2 Desventajas

Una de las debilidades del comercio de *C. macropomum* principalmente en su presentación de descabezado se debe a las espinas en forma de “Y” y muy finas lo que dificulta para muchos consumidores la preparación de este pez.

A pesar de tener una gran demanda en el mercado, el reconocimiento alcanzado mayormente se ha producido en países que forman parte de las cuencas del río Amazonas, países en donde por lo general se desarrollan los cultivos. En este punto, cabe agregar que, en el Ecuador, a pesar de ser una especie nativa, aun no es reconocida a nivel nacional, el reconocimiento es más amplio se ha alcanzado en la región Amazónica.

En estudios del mercado sobre *C. macropomum*, se vinculan los pocos conocimientos de los productores para mejorar las fuentes de alimentación que proveen a sus cultivos con la carencia de alimentos específicos para atender los requerimientos nutricionales de la especie.

Hasta el momento, no existe una buena difusión sobre aspectos de cultivo, venta y comercialización de cachama negra en los diferentes mercados de nuestro país. Por lo tanto, el comercio de la especie es deficiente en el Ecuador.

El bajo apoyo por parte del gobierno y por la falta de personal técnico, el cultivo aún no se ha desarrollado de manera creciente en nuestro país, por eso se mantiene mayormente en la región amazónica, donde *C. macropomum* es aprovechado comercialmente.

Estudios realizados en el Ecuador sobre la cachama negra se enfocan en la aceptación de dietas alternativas, crecimiento y engorde, pero no se percatan de la influencia de los parámetros como oxígeno disuelto y temperatura, que pueden provocar que los valores de TCA sean bajos y la ganancia de peso sea menor de lo esperado.

Para sustituir la harina de pescado, deben estudiar diferentes alternativas y encontrar la mejor, lo cual continuaría generando costos hasta conseguir la más ideal y de mejor asimilación para *C. macropomum*, donde el crecimiento se produzca con buenos resultados y sea más alto diariamente.

A pesar de que los autores de la literatura revisada indican que el amaranto, quinua y harina de yuca generan buenos valores de TCA y ganancia de peso, esto casi no se ha estudiado, por lo que conocer la eficiencia de estas dietas sin el uso de la harina de pescado debe analizarse en más experimentaciones.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base a la información obtenida sobre los tipos de dietas empleadas en el cultivo de *C. macropomum* se vinculan el uso de alimentos comerciales (balanceados y piensos) con los alimentos naturales que se encuentran disponibles en el agua (organismos zooplanctónicos, microalgas, etc.), debido a que posee una alimentación omnívora acepta piensos comerciales con formulaciones variadas entre proteína de origen animal y vegetal.

La eficiencia de la dieta se puede evidenciar tanto en la fase de engorde como en la etapa de crecimiento, ya que su cultivo puede alcanzar el peso óptimo y requerido por los piscicultores.

Regularmente, se utilizan balanceados de una formulación específica, pero si uno de los ingredientes es reemplazado en la dieta suministrada habitualmente, no representa dificultad, ya que puede consumir dietas alternativas sustituyendo harina de pescado por ingredientes de menor costo como la quinua, amaranto y harina de yuca y otros alimentos vegetales.

Para el régimen alimenticio de la cachama negra sometida a cultivo los productores manejan planes de alimentación, los cuales han garantizado que aproveche la mayor cantidad de nutrientes en las etapas iniciales y con ello el crecimiento y tiene buen rendimiento.

Los protocolos de alimentación están relacionados con la ganancia de peso, crecimiento y TCA.

El cultivo tiene un gran potencial debido a las características de *C. macropomum*, por ser resistentes al manejo, enfermedades y tolerancia a bajos niveles de oxígeno, indicando que tiene buena aceptación en el mercado.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar más investigación sobre esta especie y poner en práctica para comenzar con una industria de producción de peces con este potencial acuícola.

Se debería fomentar más la especie para que exista una mayor apertura comercial de la misma en nuestro país, mejorando así también el ciclo de producción y comercialización.

Buscar la manera de hacer una difusión sobre la importancia comercial, de manera que las autoridades locales apoyen al sector acuícola y piscícola en el desarrollo de cachama negra.

Incentivar a los productores de *C. macropomum* a utilizar un plan de alimentación estricto y alimentos adecuados para que los peces pueden aprovechar los nutrientes que requieren para su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arcos, M. A. (2015). *Condiciones de demanda de harina de pescado y aceite de pescado para piensos acuícolas en México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.: Maestría en Ciencias (Tesis de grado)*. Recuperado el 10 de abril de 2021, de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/108/1/Arcos%20Mendez%20Andres.pdf>
- Bello, R. A., & Gil Rivas, W. (1992). *Evaluación y aprovechamiento de la cachama cultivada, como fuente de alimento. Organización de Naciones Unidas para Agricultura y la alimentación (FAO): Proyecto GCP/RLA/075/ITA*. Recuperado el 26 de febrero de 2021, de <http://www.fao.org/3/ab494s/AB494S00.htm#TOC>
- Borrell, S. (2013). *La harina de pescado como alimento en acuicultura. Veterinaria Digital: Artículo en línea*. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-harina-de-pescado-como-alimento-en-acuicultura/>
- Boyd, C. E. (2017). *El fitoplancton es un componente crítico de los ecosistemas de estanques acuícolas. Plataforma Global Aquaculture Alliance: Artículo en línea*. Recuperado el 10 de mayo de 2021, de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-fitoplancton-es-un-componente-critico-de-los-ecosistemas-de-estanques-acuicolas/>
- Cabezas, B., Amaguay, J., Diéguez-Santana, K., & Sablón Cossío, N. (2017). *Factores medio ambientales que influyen en el desarrollo de la cachama en la Amazonía Ecuatoriana. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador (septiembre 2017). En línea: http://hdl.handle.net/20.500.11763/ec17desarrollo-cachama-ecuador*. Recuperado el 28 de abril de 2021, de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/desarrollo-cachama-ecuador.html>
- Calderón Deza, C. (2006). *Informe Final Técnico "Cultivo de Tilapia y Gamitana en Jaulas Flotantes en el Lago Sauce, Región San Martín". Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES): Proyecto Sauce*. Perú:

- Gerencia de Acuicultura: Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica.
- Campo, B. L. (2006). Cultivando peces amazónicos. En I. d. Peruana, *Cultivando Peces Amazónicos* (pág. 200). San Martín (Perú): IIAP. 2da. Edición revisada y corregida por Salvador Tello Martín y Fernando Alcántara Bocanegra.
- Campos, B. L. (septiembre de 2015). El cultivo de la Gamitana en Latinoamérica. 1. Iquitos , Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado el 30 de abril de 2021, de http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/109/1/Campos_2015.pdf
- Castelló, O. F. (2000). Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos. pp 550-569. *En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.). La Paz, B.S.C., México: Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998.*
- Díaz-Sobac, R., Fuentes, C. F., Blasco López, G., Lezama, P. L., & Vásquez-Luna, A. (2019). *Comparación de contenido nutrimental de quinoa andina (Chenopodium quinoa willd) y amaranto mexicano (Amaranthus hypochondriacus). Universidad Veracruzana: Ciencias Básicas-Nutrición; Pontificia Universidad Católica de Chile: Agronomía-Ingeniería Forestal.* Recuperado el 02 de marzo de 2021, de <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congreso-quinua/ejes-tematicos/3.-tecnolog%C3%ADa-de-alimentos-nutrici%C3%B3n-y-gastronom%C3%ADa/contenido-nutrimental-de-quinoa-y-amaranto-chile-y-m%C3%A9xico.pdf?sfvrsn=2>
- Empresarial, P. H. (Dirección). (2020). *Enlatados de lomitos de cachama una especie endémica del Ecuador, entrevista realizada al Ingeniero Acuicultor Paúl Aguirre* [Película].
- Estévez, I. E. (febrero de 2018). *Evaluación de la adaptabilidad de tres especies de cachama negra (Colossoma macropomum), blanca (Piaractus brachypomus), e híbrida (Colossoma x piaractus) en la comunidad San Pedro, Cantón Ibarra, Provincia Imbabura. Universidad Técnica del Norte (Tesis).* Recuperado el 30 de abril de 2021, de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8078/1/03%20AGP%20228%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- FAO. (1978). *Programa para la Formación de Acuicultores en el Centro Regional Latinoamericano de Acuicultura*. ADCP/REP/78/6. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Documento electrónico. Recuperado el 17 de mayo de 2021, de <http://www.fao.org/3/l8156s/l8156s0g.htm>
- FAO. (2005). *La importancia de la pesca sostenible. Información por sala de prensa de la FAO*. Recuperado el 20 de febrero de 2021, de http://www.fao.org/newsroom/es/news/2005/1000112/article_1000116es.html#:~:text=La%20pesca%20y%20la%20piscicultura,alimentaria%20en%20tres%20formas%20principalmente.&text=El%20pescado%20tambi%C3%A9n%20resuelve%20el,utilizan%20para%20comprar%20otros%20a lim
- FAO. (enero de 2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica, N°1. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO)*. Recuperado el 27 de febrero de 2021, de <http://www.fao.org/3/i1773s/i1773s.pdf>
- Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo, J. D., & Rivera, M. (2014). *Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca*. *Rev. biol. trop vol.62 suppl.1 San José Feb. 2014. Biblioteca electrónica Scielo*. Recuperado el 10 de mayo de 2021, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000500008
- Gomes, L. C., Araujo-Lima, C., Chippari-Gomes, A., & Roubach, R. (2006). *Transporte de juveniles de tambaqui (Colossoma macropomum) en sistema cerrado*. *Revista Brasileña de Biología*, 66 (2a), 493-502. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000300015>.
doi:<https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300015>
- González Alarcón, R. (2001). *Capítulo XV: El cultivo de la Cachama*. Rodríguez, Gómez Horacio; Victoria, Daza Piedad; Carrillo, Avila Mauricio en el libro sobre "Fundamentos de acuicultura continental". Colombia: Instituto

- Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA. Recuperado el 30 de abril de 2021
- González, Á., Mendoza, J., Arocha, F., & Márquez, A. (2018). Estimación de la edad y crecimiento de la cachama negra mediante la inferencia multimodal, en la región media del Orinoco en Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 1, 36 (1-2): 27-39. 2018, Vol. 36 (1-2), 27-39.
- Guerra, H., Rebaza, M., Alcántara, F., Rebaza, C., Deza, S., Tello, S., . . . Tello, F. H. (2000). Cultivo y procesamiento de peces nativos: Una propuesta productiva para la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú: Instituto de Investigadores de la Amazonía Peruana: Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/cultivoprocespeces.pdf>
- Heredia, J., & Miño, M. (2003). Comparación productiva del cultivo de la cachama híbrida (*Piaractus brachypomus* x *colossoma macropomun*) utilizando cuatro balanceados comerciales. Capítulo I: 1.71pp, 2003. Universidad Técnica del Norte: Tesis de pregrado. Recuperado el 26 de febrero de 2021, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1181>
- Iñiguez Rojas, V., & Francois Renno, J. (2004). *Variabilidad genética de Colossoma macropomum y Piaractus brachypomus en la región del Alto Madera (Amazonía Boliviana) para el análisis del polimorfismo de la longitud de secuencias intrónicas (EPIC-PCR)*. Universidad Mayor de San Andrés: Tesis de grado. Recuperado el 28 de abril de 2004, de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-11/010036903.pdf
- Lagos-Tobías, A. M., Angulo, A., Daza, A., Toro, D., Gonzalez, J. A., León, M. V., . . . Quiroga, S. (2014). *Zooplankton. INFOZOA Boletín de Zoología*. Vol. 3 ISSN: 2346-1837 . Recuperado el 14 de mayo de 2021, de https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1029-20181004104749_622.pdf
- Lobão de Souza, A. d., Lobão de Souza, R. A., Alves Correia de Melo, N. F., Pantoja Rocha, C., Souza Silva, R., & Ferreira Brabo, M. (2012). Crescimento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Utilizando Massa da Mandioca (*Manihot esculenta*) Branca como Alimentação Suplementar. Belén, Pará, Brasil: Universidadl Federal Rural de

- Amazonía (ULFRA): Boletín Técnico Científico de CEPNOR, v. 12, n. 1, p: 35 - 44, 2012. doi:10.17080/1676-5664/btcc.v12n1p35-44
- Loy, D. (1998). *Alimentos alternativos y su valor. Curso de postgrado Sistema Intensivo de Producción de Carne. Convenio Ohio State University - U.N.R.C.* Recuperado el 12 de mayo de 2021, de https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/27-alimentos_alternativos_y_su_valor.pdf
- Lujan Monja, M., & Caruajulca, A. (2020). Acuicultura: definición, historia, importancia y clasificación. Chimbote (Perú): Revista digital AquaHoy. . Obtenido de <https://www.aquahoy.com/el-acuicultor/34373-acuicultura-definicion-historia-importancia-clasificacion>
- Machado-Allison, A. (1982). *Estudios sobre la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte 1.- Estudio de los juveniles de la cachama de Venezuela (Géneros Colossoma y Piaractus). Acta. Biol. Venez., 11 (3), 1. (1982).*
- Machado-Allison, A. (enero-junio de 2006). *Contribuciones al conocimiento de la Ictiología Continental Venezolana. Acta Biol. Venez., Vol. 26(1): 13-52.* Recuperado el 26 de febrero, de <https://www.yumpu.com/es/document/read/14568405/2006-ictiologia-hist-aquatic-experts>
- Maldonado Salazar, L. E. (2004). *Biología de la reproducción y crecimiento de colossoma macropomum en la Amazonía Boliviana. Universidad Mayor de San Andrés: Tesis de grado.* Recuperado el 27 de febrero de 2021, de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/010036426.pdf
- Muñoz-Viana, R., & Revollo-Barrios, A. (1988). Cultivo intensivo de la cachama *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) en estanques tipo compesino en Gaira - Magdalena. Santa Martha: Universidad Tecnológica de Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera. Recuperado el 03 de abril de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/270124161.pdf>
- Ochoa Renteria, C. R., & Cedeño Naranjo, M. I. (2009). *Evaluación de dos dietas alternativas para alimentacion de Cachama (Colossoma Macropomum) bajo diferentes densidades de siembra en Santo Domingo de los Tsáchilas. Escuela Politécnica del Ejército: Informe Técnico del proyecto*

de *investigación*. Recuperado el 29 de abril de 2021, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2529/1/T-ESPE-IASA%20II-002275.pdf>

- Ortiz, T. J., Saltos, N., Giacometti, V. J., Arrobo, A., Peñafiel, C., & Falconi, C. R. (2007). Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes. *Boletín Técnico 7, Serie Zoológica 3: 72-81*. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida Carrera de Ciencias Agropecuarias (IASA I).
- Peñuela-Hernandez, Z., Hernández-Arevalo, G., Corredor Matus, J. R., & Cruz-Casalias, P. E. (2007). Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. *Orinoquia*, vol. 11, núm. 1, 2007, pp. 49-55. Universidad de Los Llanos. Meta, Colombia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/896/89611105>.
- Pereira Pereira, J. G., Oliveira Pereira, E. M., Pereira Filho III, M., Barbosa, P. d., Shimoda, E., & Valente Brandão, L. (2013). *Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) em substituição ao milho (Zea mays)*. *Acta Amaz. vol.43 no.2 Manaus June 2013*. Recuperado el 28 de febrero de 2021, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672013000200013
- Pineda, S. H., Restrepo, F. L., & Ángel, M. O. (2002). Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. *Revista AquaTIC, N°17, Octubre 2002*, 24-29.
- Plataforma BIOSFERA. (2018). *Organismos plantónicos – Zooplancton y fitoplancton*. *Plataforma BIOSFERA: Consultoría Medioambiental*. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de <http://www.biosfera.es/organismos-planctonicos-zooplancton-fitoplancton/>

- Plataforma de Comunicación Agrotendencia. (2018). *Cultivo de cachama. Distribución geográfica y hábitat*. Recuperado el 26 de febrero de 2021, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-cachama/>
- Prieto-Guevara, M. J. (2006). *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuicola. Vol. 2 Núm. 2 (2006). Universidad de Córdoba: Departamento de Ciencias Acuícolas*. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1597>
- Romero, P. (2020). *Escala taxonómica. Pacú negro (Colossoma macropomum)*. Recuperado el 25 de febrero de 2021, de <http://animalandia.educa.madrid.org/ficha-taxonomica.php?id=2747&nivel=Genero&nombre=Colossoma>
- Sanchez Navarro, H. J. (2018). *Alimentación alternativa en alevines de especies nativas y promisoras de Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia Ibagué, Tolima (Colombia): Artículo de revisión*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13795/1/2018_Alimentaci%C3%B3n%20alternativa%20en%20alevines-%20Yeni%20Osorio.pdf
- Sarmiento, J. (Dirección). (2015). *Lomitos de cachama amazónica en lomitos como enlatados* [Película].
- Silva, S. (2012). Engorde de cachama (*Colossoma macropomum*) en jaulas flotantes utilizando diferentes poblaciones. 1, 74 pp. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Engorde de cachama (*Colossoma macropomum*) en jaulas flotantes utilizando diferentes poblaciones. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: Tesis de grado (Ingeniero Agropecuario).
- Toledo-Pérez, S. J., & García-Capote, M. C. (2000). Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe. La Paz, B.S.C., México: En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998.
- Vega, A. L., & Vinatea-Jaramillo, J. E. (1995). Piscicultura tropical: especies nativas y exóticas. En A. L. Vega, & J. E. Vinatea-Jaramillo. Lima: UNMSM - Fondo Editorial.

VOTO, R. (2000). *El Cultivo de la Cachama (Colossoma macropomun). Pirasununga Brasil, Editdo por A: Hernández: Pag. 116- 142*. Recuperado el 25 de febrero de 2021

Woynárovich, A., & Van Anrooy, R. (2019). Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). Roma (Italia): FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 624. Rome, FAO.132 pp. .