

ARTÍCULO DE REVISIÓN

RECOPILACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN LOS DEPARTAMENTOS DEL HUILA Y CAQUETÁ, COLOMBIA

Compilation of the current status of fish production in the departments of Huila and Caquetá, Colombia

Faiber Daniel Calderon Trujillo¹, Edgar Martínez Moyano^{2*}

¹Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad de la Amazonía. Colombia

²M.Sc. Laboratory of Plant Signal Transduction, Institute of Genetic Engineering and Molecular Biology (INGEBI), National Scientific and Technical Research Council (CONICET), Buenos Aires C1425FQB, Argentina

[*nacionaledgar2012@gmail.com](mailto:nacionaledgar2012@gmail.com)

Recibido: 19 de febrero 2024. Aceptado: 30 de mayo de 2024

Resumen

La piscicultura es una de las actividades agroalimentarias con mayor crecimiento a nivel mundial, representando el 47% del suministro pesquero global. En América del Sur, países como Chile y Brasil lideran la producción, mientras que en Colombia, pese a contar con un notable potencial hídrico, la producción aún enfrenta importantes desafíos. Este artículo presenta una recopilación del estado actual de la producción piscícola en los departamentos del Huila y Caquetá, regiones con alta participación en la acuicultura nacional. Se identifican limitaciones técnicas, económicas y ambientales que afectan a los pequeños y medianos productores, quienes constituyen el 90% del sector y aportan alrededor del 30% de la producción nacional. La falta de planificación y ordenamiento productivo es una barrera significativa para el desarrollo competitivo de la actividad. Esta recopilación busca servir como herramienta para la toma de decisiones, la formulación de políticas regionales y la implementación de prácticas sostenibles que impulsen el desarrollo acuícola en Colombia.

Palabras clave: Producción piscícola, Huila, Caquetá, acuicultura en Colombia, desarrollo sostenible, pequeños productores, ordenamiento territorial.

Abstract

Fish farming is one of the fastest-growing agri-food activities worldwide, accounting for 47% of the global fish supply. In South America, countries like Chile and Brazil lead in production. In contrast, Colombia, despite its significant water resource potential, still faces major challenges. This article compiles the current state of fish production in the departments of Huila and Caquetá, regions with a strong presence in national aquaculture. The analysis highlights technical, economic, and environmental limitations that affect small and medium-scale producers, who represent 90% of the sector and contribute approximately 30% of national fish production. A key obstacle to competitiveness is the lack of structured planning and production organization. This compilation aims to support decision-making processes, guide regional policy design, and promote sustainable practices to enhance aquaculture development in Colombia.

Keywords: Fish production, Huila, Caquetá, aquaculture in Colombia, sustainable development, small producers, territorial planning.

Introducción

De acuerdo con los reportes dados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2021), la producción de peces en el mundo es la actividad con mayor dinamismo aportando así en 47% de la productividad al mercado globalizado; siendo así el sector alimenticio con mayor crecimiento, con una estimación productiva de más de 78,3 millones de toneladas. Si bien todos los continentes han mostrado una tendencia general de crecimiento, en lo que corresponde a América del Sur se destacan Chile y Brasil por ser los países que han intensificado en mayor grado y progresivamente su cuota de producción a nivel regional (FAO, 2020).

Lo antes mencionado pone en evidencia la desigualdad del crecimiento en los países, en lo que corresponde a Colombia se destaca una producción cercana a las 112.000 toneladas de pescado según datos oficiales del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR (OCDE, 2021). Donde, cerca del 90% son productores con recursos limitados, pequeños y medianos, contribuyendo a cerca del 30% de la producción nacional actual (Flores, 2021). No obstante, la acuicultura de recursos limitados es un sector que presenta deficiencias para optimizar su producción, lo que impide la competitividad de Colombia frente a otros países; esto a pesar del importante potencial hídrico del país para desarrollar la actividad de forma sostenible (Merino et al., 2021).

Una de las grandes barreras que presenta Colombia para el fortalecimiento del sector piscícola es la forma en la que desarrolla dicha actividad, a falta de un ordenamiento y planificación real que haga que los productores resuelvan problemas de orden técnico, económico y ambiental con mayor eficacia (Autoridad

Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP, 2020). Es por esto que, reconociendo la importancia que tiene la piscicultura para la sociedad, el desarrollo de la presente monografía será con el objetivo de recopilar información acerca del estado actual de la producción piscícola en los departamentos del Huila y Caquetá, Colombia; lo que sería de gran ayuda para el entendimiento del estado actual de dichas producciones no solo como herramienta útil para la toma de decisiones y el enfoque real de los planes de ordenamiento territorial y la comercialización de peces en la región, sino que al conocer el tipo de manejo que se le está dando a las producciones podemos resolver problemáticas de tipo técnico y productivo con mayor eficacia.

Metodología

Área de estudio

El estudio se centró en la información obtenida de investigaciones realizadas en el área de la producción piscícola en el Huila y el Caquetá, soportada por autores internacionales, Nacionales y regionales respectivamente con información secundaria, abarcando aspectos relacionados con las principales especies de peces explotados en el Departamento del Huila y el Caquetá, así como, tener un conocimiento previo de la normatividad legal vigente para la producción piscícola en Colombia.

Recopilación de la información secundaria

Para la recopilación de la información se llevó a cabo una búsqueda intensiva de literatura en las bases de datos: ScienceDirect, Scielo, PubMed, Ebsco, Doaj, Dialnet, RedLAyC, Lilacs, SEPEX, AUNAP, FEDEACUA, Asociación De Piscicultores Del Juncal, Asociación De Piscicultores De Garzón Centro Del Huila Y El Quimbo, Asociación De Piscicultores Emprendedores, ASOPIR (Restrepo), COINPROAGRO (Castilla), ASOJUANIA (Acacias), ASOSANJOSE (Acacias), ASOPESCARIM (Granada), AGROPESCA (Lejanías y Granada) y ACUIORIENTE; utilizando palabras claves como: Piscicultura en Huila, Piscicultura en Caquetá, tipos de piscicultura, principales especies cultivadas, departamentos con mayor demanda de piscicultura, producción piscícola, normatividad legal para la producción piscícola. Los resúmenes junto con las citas de los documentos encontrados, serán incluidos en una base de datos, es necesario mencionar que se procederá a eliminar las citas que se encuentre más de una vez en las bases de datos. Se incluirá literatura científica y literatura gris en idiomas español, inglés y portugués.

La elaboración del trabajo se realizó en medio magnético con el empleo de un computador con los programas Microsoft Word 2010 y Adobe Reader para la visualización del material bibliográfico producto de la búsqueda en diferentes fuentes. Se requirió del uso de Internet como herramienta para la búsqueda del material bibliográfico empleando el buscador Google Chrome.

Aspectos abordados en el documento monográfico

- Dar un acercamiento a los datos de producción piscícola para los departamentos del Huila y Caquetá en la actualidad: Para obtener una buena producción es necesario que las personas encargadas del cultivo piscícola realicen un seguimiento constante de los estanques donde se encuentran los peces, lleven un registro completo de la actividad y con anticipación realizar un cronograma de operaciones. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se puede tener una idea de la cantidad y tipos de alimentos que se les suministrara a los peces, si dichos suplementos tiene una correcta eficacia y si es así, la velocidad en la que actúa; además se puede planificar la siembra, cosecha y transferencia de los individuos, y lo que algunas considera más importante, se puede tener un conocimiento previo de los costos y rentabilidad. Por lo que se hizo una búsqueda intensiva de documentos que contuvieran información acerca de las toneladas producidas por estos dos Departamentos, identificando las especies más explotadas.
- Identificar las especies que más se producen en los departamentos del Huila y Caquetá, además de conocer en qué proporción lo hacen, para esclarecer vínculos y cantidades de siembra en dichos departamentos, por lo que se identificó los artículos, tesis y monografías más actualizadas, que discutían las especies más explotadas en Colombia, por lo cual se describió las especies de peces con la que más trabajan en los Departamentos del Huila y Caquetá.
- Conocer la normatividad legal vigente para la producción piscícola en nuestro país y de esta manera realizar un cultivo con todas las normas, para que pueda exponerse al comercio internacional sin ninguna clase de problemas, se buscó cada decreto, ley y artículo que mencionara la piscicultura y los requerimientos para emplear esta actividad, es necesario mencionar, que hizo uso de documentos que ya contenía esta información, para hacer un poco más fácil la búsqueda.

Contexto de la piscicultura

La piscicultura es la actividad económica que se encarga de cultivar peces en sus distintos estadios de desarrollo, y de acuerdo con las condiciones establecidas se encargan de criar y levantar a los individuos, según los requerimientos específicos que tenga la especie (Durán, 2012). Para que la piscicultura se implemente de la forma en que se conoce, tuvo que desarrollarse a lo largo de los años y constituirse en dos momentos: La primera es la pesca, que es un conjunto de técnicas y actividades mediante las cuales el hombre captura peces; y la segunda es la acuicultura, que consiste en la producción de peces con el objetivo de aprovechar los recursos naturales (Agronegocios, 2015).

A mediados del siglo pasado se empezó a implementar la actividad piscícola en Colombia, años después se implementó la producción de cultivos de peces nativo como la cachama (*Colossoma macropomum*), y otras especies como la tilapia y la trucha se introdujeron, con el fin de satisfacer las demandas existentes para ese

tiempo, así mismo se buscó promover el desarrollo de la región del Amazonas. Al principio, esta actividad fue implementada con el objetivo de auto abstenerse a las comunidades del sector rural, y no se podía expandir debido a que no se contaba con el presupuesto para una mayor producción (Sanabria, 2016).

Cada actividad donde se intente utilizar organismos vivos con el propósito de cultivarlos y reproducirlos va a ser considerado una tarea difícil, y por supuesto que la piscicultura no es la excepción, ya que para su correcto desarrollo se debe contar con un espacio amplio y que conste de todas las características necesarias para brindarle bienestar y cuidado a los ejemplares que ahí cultiven, habría que decir también que algunas de las problemáticas que se generan en esta actividad es el desarrollo de peces en diferentes entornos (AUNAP, 2014).

Es debido a esto, que los productores buscan emplear estrategias y métodos de cultivos, donde produzcan ejemplares de muy buena calidad para el mercado competitivo y disminuir costos de producción en el proceso (Jaramillo et al., 2007). Sin embargo, para llevar a cabo estas técnicas, es necesario contar con información biológica de los organismos, así mismo, con conocimiento en el ámbito económico, técnico y empresarial; para que en el momento que inicien con las actividades no se llegue a afectar su capacidad y productividad, generando pérdidas en la empresa hasta llegar a su quiebra, razón por la cual las grandes industrias piscícolas implementan lo anteriormente mencionado para mantenerse en el sector competitivo (García, 2013).

Producción piscícola en el mundo

La piscicultura es una actividad que no solo se implementa para la comercialización de peces, sino también para el autoconsumo de las comunidades; sus inicios datan en los años 500 a.C en el imperio Chino, donde surge de manera empírica y tradicional agrícola. En el presente, esta actividad abarca la producción de especies animales y vegetales (algas, plantas superiores, algunos vertebrados e invertebrados) mediante el uso de agua, ya sea directa o indirectamente (Luchini y Panné, 2008).

En la década de los 70 los productores piscícolas se interesaron en desarrollos tecnológicos y científicos para implementarlos en su actividad, de esta forma surgieron los laboratorios en donde se estudiaron muchas especies de peces, camarones y otros crustáceos marinos. Es debido a esto, que a medida de esta década aumentaron las investigaciones de estos organismos en todos los continentes, ocasionando que se lograra extender el cultivo a otras especies similares por su rápido desarrollo, jugando de tal forma un papel fundamental en la producción de alimento de origen acuático (Sanabria, 2016).

Teniendo en cuenta lo mencionado, en la actualidad se cuenta con tecnologías desarrolladas para ser aplicada a diversas especies marinas como lo son las algas, crustáceos, peces y demás ejemplares de importante valor comercial, otorgándole un crecimiento inigualable en la mayor parte del mundo y de una manera intensiva,

en especial a los cultivos que utilizaban jaulas suspendida en diferentes ambientes (naturales o artificiales), para el caso exclusivo de los peces (Esquivel et al., 2014).

China, el país de origen de la acuicultura ha tenido niveles altos de crecimiento, convirtiendo a dicha nación en la mayor productora piscícola. El progreso de esta actividad en los últimos 10 años, permitió el aumento de la producción sostenible en un 14%, siendo China la más beneficiada con aproximadamente 70% de la producción, seguida del continente latinoamericano y el caribe con el 21,3%. Asimismo, la región del Cercano Oriente, junto a África del Norte y África Subsahariana, mostraron un 10,8 y 10,7 % respectivamente (Acuña et al., 2020).

Producción piscícola en Colombia

Dentro de la producción de alimentos la actividad piscícola representa un gran porcentaje en el sector, ya sea para el consumo nacional o la exportación. El origen de la piscicultura en el país data de finales de la década de los 30, cuando fue introducida la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con el objetivo de restablecer la especie para su aprovechamiento por su precio en el mercado (Merino et al., 2013). Sin embargo, en la siguiente década la actividad se estancó a causa de la insuficiencia de tecnología, equipos e infraestructura, pero no fue hasta 40 años más tarde que la piscicultura se consolidó y se abrió al mercado internacional, es de mencionar que el crecimiento fue acelerado, el desarrollo no se realizó de manera ordenada en cada una de sus partes, ni tampoco planificada de alguna manera (Parrado, 2012).

Los primeros comerciantes de la piscicultura se dedicaron exclusivamente al cultivo de camarón, pero gracias a los esfuerzos ejecutados por la Federación Nacional de Cafeteros y seguida por el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) se da inicio a la exploración y uso de especies nativas e introducidas (Merino et al., 2013). En la actualidad, se utilizan herramientas tecnológicas para las necesidades de la piscicultura, explotando los productos generados y formando empresarios para lanzarlos al mercado competitivo (AUNAP/FAO, 2014; Neto, 2020).

En el transcurso de los años, se ha buscado estrategias para recolectar información que permita realizar un diseño de lineamientos donde se logre ejecutar un manejo sostenible para el correcto desarrollo de la piscicultura; para el año 2013 el MADR se encargó de efectuar una Encuesta Nacional Piscícola para determinar la cantidad de agua que era utilizada en la piscicultura en Colombia. Un año después la AUNAP y el FAO realizaron una encuesta de la situación piscícola del país, lo que derivó en el Plan Nacional para la Acuicultura Sostenible (PlaNDas) (Merino et al., 2013).

Para mejorar la información obtenida, años después las mismas organizaciones establecieron 11 sectores geográficos que denominaron “núcleos”, conformados por 39 municipios albergados en 8 departamentos en los que se caracterizó una suma de 575 granjas de acuicultura; los expertos consideran necesario ampliar los sectores caracterizados, por lo se registró 5.224 granjas junto con los volúmenes producidos (Roca et al., 2016).

El territorio nacional cuenta con las condiciones necesarias para realizar una acuicultura marina y continental, puesto que se encuentra en todo el tópico, y es un país con abundantes recursos hídricos ofreciendo grandes oportunidades en la piscicultura impulsadas por la AUNAP (FAO, 2019), esta actividad cumple con todos los parámetros técnicos para el incremento de la producción con la tilapia (*Oreochromis sp.*), la trucha (*Salmo sp.*) y especies nativas como el Pirarucú (*Arapaima gigas*), Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), Trucha (*Oncorhynchus mykiss*), bocachico (*Prochilodus nigricans*) y la cachama (*Colossoma macropomum*), estos últimos destinados al mercado nacional y seguridad alimentaria; en la última década la piscicultura en Colombia ha crecido a una tasa promedio de 9,02%, pasado de 103.114 toneladas a 109.300; es así como desde el sector acuicultor se registra para el año 2020 exportaciones de US\$54 millones, lo que demuestra el gran potencial de esta actividad no solo para generar seguridad alimentaria, sino para apoyar los recientes procesos de postconflicto (AUNAP, 2022).

Grupos de piscicultores en Colombia

Como en cualquier país del mundo, Colombia cuenta con grupos de trabajos y asociaciones referentes con la piscicultura, algunos de ellos son: La Asociación Colombiana de piscicultura y pesca, Piscicultores de Taganga, Federación Colombiana de Acuicultores y Cooperativa de Piscicultores del Amazonas (Esquivel et al., 2014; FAO, 2018).

Piscicultura en Huila-Colombia

La piscicultura es una actividad relativamente importante para Huila, tanto así que genera cerca del 11,50% del total de la producción agropecuaria del departamento; además de un gran impacto socioeconómico por la generación de 5.288 nuevos empleos. De acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Minería de la Gobernación del Huila (2021), para el año 2020 se produjeron 65.396 toneladas de pescado, con un valor aproximado de \$429.536.000 COP, siendo la Tilapia el de mayor producción con el 53% a nivel Nacional, y un aporte de \$395.271.000 COP. No obstante, existen otras especies que no tienen un valor tan predominante para las exportaciones sin embargo, cuentan con un valor clave para los mercados locales, regionales y Nacionales, este es el caso de la Cachama, Trucha, Sábalo y Bocachico (Gobernación del Huila, 2021). Es importante mencionar además, que el 95% del pescado que se exporta de Colombia proviene de este departamento, principalmente filetes de Tilapia y Mojarras, y por lo general su destino es Estados Unidos (La Nación, 2021).

Por otra parte, el Huila, es el departamento de Colombia que más peces produce, con el 39% de la producción nacional, 34 granjas de las 39 existentes están certificadas en BPA (Buenas Prácticas Acuícolas), además cuenta con el 39% de UPA, es decir 1.329 unidades productoras acuícolas: 1.259 en tierra y 70 en Jaulas

y Jaulones flotantes; tiene 4 plantas de proceso certificadas con HACCP, 3 de ellas certificadas para exportar a la unión europea (ANUP, 2021), el crecimiento anual de la producción piscícola se estima entre el 9-10%, su capacidad de producción de tilapia es de 120.230 toneladas/año y participa del 46% de la producción nacional, es el consumo de proteína animal que más crece, 31.4%, después de la carne de cerdo mientras disminuye la de carne de res; y algunas de sus corporaciones son: Asociación De Piscicultores Del Juncal, Asociación De Piscicultores De Garzón Centro Del Huila Y El Quimbo, Asociación De Piscicultores Emprendedores (Bonilla, 2019).

Piscicultura en Caquetá-Colombia

La piscicultura es una de las actividades más significativas dentro de la producción acuícola, aportando al desarrollo del departamento; la producción piscícola en el Caquetá está distribuida por alrededor de 162 granjas, produciendo anualmente cerca de 1.800 toneladas de peces, siendo las principales especies a la cachama, la tilapia roja, el pirarucú y la arawana (Mora-Molina & Díaz-Grijalba, 2018). Como es de esperar, la mayor producción se encuentra localizada en la cabecera municipal donde habita la mayor parte de la población; ACUICA es una asociación gremial de segundo nivel y sin ánimo de lucro en el Caquetá, conformada por 470 asociados y cerca de 976 productores de la región que en conjunto poseen 250 hectáreas en espejo de agua destinadas a la acuicultura (Caquetá sustentable, 2017).

Algunas de estas organizaciones son: Estación Piscícola VAI, Piscícola El Rincón S A S, Piscícola Monkey Fish Zomac S A S, Asociación Piscícola De Santuario Caquetá, Empresa Piscícola Manzanares SAS. En cuanto al mercado se logra denotar que los precios de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) oscilan entre los 9.000 a los 13.000 COP por kilogramo (Kg.); el pirarucú (*Arapaima gigas*) entre los 20.000 a los 26.000 COP por kilogramo (Kg.) y la arawana (*Osteoglossum sp.*) entre los 1.000 a los 3.000 COP por alevino, cabe aclarar que los valores mencionados hacen referencia a los precios comerciales que usan dichos productores (Martínez, 2020).

Principales especies de peces explotadas en el Huila y el Caquetá

Según expertos, las especies más utilizadas para los cultivos piscícolas en el país son la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), pirarucú (*Arapaima gigas*), arawana (*Osteoglossum sp.*), trucha (*Oncorhynchus mykiss*), cachama negra (*Colossoma macropomum*) y Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (Merino et al., 2013; Martínez, 2020). Así mismo, se utilizan otras especies como acompañantes de los peces principales en los policultivos, algunos de estos ejemplares son: la carpa, el bocachito y el yamu (Arboleda, 2009). Por otro lado, se debe tener en cuenta cuales son las especie de las que se quieren hacer uso como principales en la piscicultura, y de esta forma darle el enfoque (Santamaría, 2014).

Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*)

Figura 1.

Oreochromis sp.



Nota: Tomado de Fish Colombia. Fuente:
<http://fishcolombia.blogspot.com/p/especies-nativas.html>

Taxonomía de la Tilapia Roja

Tabla 1.

Taxonomía de la Tilapia Roja.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis sp.</i>

Nota. Tomado de Caracterización de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con marcadores moleculares RAPD. Fuente: Jaramillo et al., (2010).

Descripción de la Tilapia roja

Oreochromis sp también conocida como tilapia roja (Figura 1), es un pez originario del continente africano, que cuenta con las características necesarias para que el organismo se pueda adaptar a diferentes ecosistemas, principalmente los cálidos con temperatura entre los 25 y 30°C (Saavedra, 2006). De igual forma, pueden llegar a sobrevivir en aguas con un bajo nivel de oxígeno o también en altas densidades. Los expertos consideran que es una especie apta para implementar en los diferentes cultivos, puesto que su dieta puede ser basada en alimentos naturales o concentrados (Torres, 2013).

A la hora de implementar esta especie en los cultivos, se debe tener en cuenta que debe ser mono sexo, es decir que solo son hembra o solo machos, debido a que se ha comprobado que la habilidad de crecimiento es mayor, otorgando que la

producción de carne aumente (Torres, 2013; Alvarado-Ruiz, 2015). Con esta aplicación se evita una reproducción no deseada por los comerciantes, en tal caso de que esto ocurra, las crías deben competir por oxígeno, comida y espacio. Es debido a esto que se recomienda adquirir alevinos donde se garantice el 95% los individuos del mismo sexo (Ramírez-Carty, 2015).

El elemento indispensable a tener en cuenta en los cultivos de tilapia es el agua, ya que es una especie que necesita el agua de una alta pureza, más aun cuando los cultivos son de alta densidad. Se ha registrado en promedio en el peso de la tilapia de hasta 400 gr, en el cual se requiere de aproximadamente 7 meses para alcanzar dicho peso, sin tener en cuenta la región y el tipo de cultivo (Saavedra-Martínez, 2006).

Biología de la Tilapia Roja

Estos organismos cuentan con unos orificios en la cabeza, que conectan con la cavidad nasal, se caracterizan por presentar un cuerpo discoidal y comprimido, en el que pocas veces es alargado. Poseen una boca con labios gruesos, anchos, protáctil y con dientes cónicos, en pocas ocasiones se han encontrado ejemplares con incisivos (Basantes, 2015). De acuerdo con su locomoción, tienen aletas ares conformadas por las ventrales y pectorales, y aletas impares integrada por las anales, caudales y dorsales. Las aletas anales y dorsales cuentan con una parte interior corta, con diversas espinas, mientras que la zona terminal está formada por radios suaves, las aletas dorsales están dispuesta de tal forma que parezca una cresta. Por último, la aleta caudal tiene una forma en la que parece que esta raramente cortada, es trunca y redonda, tiene la misma función que en los demás peces, mantienen el equilibrio mientras se nada (Saavedra, 2006).

Este organismo alcanza madurez sexual a los 6 meses de su nacimiento, con un peso de 100 g y una longitud de 12cmiendan un peso óptimo de 200 g para empezar con el ciclo reproductivo. Se recomienda sembrar por metro cuadrado alrededor de 7 adultos de tilapia, con una temperatura óptima que oscila entre los 25 y 30°C; las hembras llegan a ovópositor hasta 400 huevos. La dieta de estos organismos debe estar conformada por 30% de proteína cruda e acuerpo al peso corporal de los individuos, ya que de esto depende la producción de los huevos de la hembra. Cada especie de Tilapia madura en diferentes momentos, dependiendo de las condiciones ambientales en la que se encuentra, por ejemplo; la tilapia de Java (*Oreochromis mossambicus*) es más precoz que la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y la tilapia azul (*Oreochromis aureus*), además tiende a alcanzar la madurez sexual más temprano (FAO, 2009).

Cachama Negra (*Colossoma macropomum*)

Figura 2.

Colossoma macropomum



Nota: Tomado de Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua. Fuente: López & Anzoátegui, (2013).

Taxonomía de la Cachama Negra

Tabla 2.

Taxonomía de la cachama negra.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Serrasalmidae
Género:	<i>Colossoma</i>
Especie:	<i>C. macropomum</i>

Nota. Tomado de Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. Fuente: Pineda et al. (2009).

Descripción de la Cachama Negra

Colossoma macropomum, o vulgarmente cachama negra, es reconocida a nivel internacional de distintas maneras, por ejemplo, en Colombia es denominada Chema, en Brasil como Tambaquí y en Perú como Gamitana. Generalmente la

atribución a su nombre proviene de las coloraciones oscuras en la parte de su dorso, con una que otra tonalidad amarilla o bien sea verde oliva, tirando a blanco en la parte ventral; cabe destacar que se aprecian algunas manchas de color negro en su vientre, y en la parte peduncular. Así mismo, la tonalidad de su coloración varía de acuerdo a la época de reproducción en la que se encuentre el organismo (Vega, 2012).

Esta es una especie que generalmente se encuentra habitando en aguas muy cálidas, que oscilan entre los 24°C y 30°C. En cuanto a su alimentación, esta es muy variada, pues si bien, va desde frutas, insectos o semillas, razón por la cual se catalogan como omnívoros (Vega, 2012). Cuando se llevan a cabo los cultivos a gran escala de esta especie de cachama, el concentrado suministrado para su alimentación es muy bien aceptado por parte de estos organismos; sin embargo, presentan una menor resistencia a la ausencia de oxígeno y la calidad del agua, a comparación de la tilapia roja. Ahora bien, es considerada una muy buena especie para el cultivo extensivo, ya que bajo buenas condiciones llega a alcanzar los 500g de peso en tan solo 7 meses (Campos, 2015).

Biología de la Cachama Negra

Colossoma macropomum, es una especie que se caracteriza por presentar patrones de coloración muy marcados en todo su cuerpo; si bien, en los organismos más jóvenes se pueden apreciar manchas de forma circular por todo el cuerpo, donde logran diferenciarse las aletas pectorales, anales y pélvicas de color negro en los organismos más jóvenes ascendentes de 100 mm de longitud estándar y muy negras en los organismos mayores (Pacheco & Reyes, 2017).

Sus coloraciones son básicamente son oscuras, la parte ventral y ventro lateral son negras y la región dorsal tiene una tonalidad plomiza muy uniforme en organismos adultos y juveniles. Sus escamas generalmente son cicloideas, sin embargo, en adultos sufren una modificación que les da una textura espinosa en el borde superior, de igual forma se aprecian algunas escamas complementarias recubriendo las principales (Alarcón, 2001).

Así mismo, cuenta con una distribución ósea que es muy característica de la especie; cabe mencionar que todas las especies que pertenecen a la sub-familia Serrasalminae: palometa, caribe y cachama entre otras poseen de igual forma espinas con forma de horquilla en la zona intermuscular, la cual le permite sobrellevar el tejido natural, actuando de cierta forma como un soporte (Campos, 2015).

Posee reproducción anual naturalmente, siendo la artificial aquella que se obtiene inyectándole a la cachama neurotransmisores en la hipófisis, es necesario mencionar que la cantidad se debe calcular de acuerdo con el peso del individuo (Bard y Lemasson, 2008).

Pirarucú (*Arapaima gigas*)

Figura 3.

Arapaima gigas



Nota. Autoría de Alejandro Giraldo O.

Taxonomía del Pirarucú

Tabla 3.

Taxonomía del Pirarucú.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Osteoglossiformes
Familia:	Arapaimidae
Género:	<i>Arapaima</i>
Especie:	<i>A. gigas</i>

Nota. Tomado de La introducción de *Arapaima gigas paiche*. Fuente: Carvajal et al., (2020).

Descripción del Pirarucú

Arapaima gigas es considerado uno de los peces de mayor tamaño de agua dulce; si bien, llegan a medir cerca de 6 pies de longitud y alcanzan un peso aproximado de 100kg. Generalmente adoptan una forma de torpedo, y tienen tonalidades negras y rojizas, además poseer escamas muy grandes. Una de sus características

más relevantes es su boca hacia arriba, lo cual lo beneficia al momento de alimentarse, su lengua llega a medir 25cm de largo y 5 de ancho y tienen dientes fusiformes. Por otra parte, cuenta con escamas en la mitad trasera del cuerpo y unas aletas relativamente pequeñas, con terminaciones rojizas y posicionadas hacia atrás; su aleta caudal es oscura y adopta una forma redondeada con tonalidades pradas y aceradas, y los bordes de sus escamas son rojas y amarillas (AUNAP, 2013).

Biología del Pirarucú

Estos peces se localizan en América del Sur, generalmente en la cuenca o afluentes del Rio Amazonas. Es muy común encontrarlos en llanuras inundadas posterior a la época de invierno. Cabe aclarar que su distribución de limita debido a que no cuentan con la capacidad de nadar en aguas muy rápidas o en cascadas. Ahora bien, su etología es muy peculiar, deben salir a la superficie para poder tomar aire, y la temperaturas optima del agua para su supervivencia oscila entre los 23 °c , ya que si el agua está a una temperatura menor no pueden alimentarse y en algunos casos llegan a morir. Suelen ser muy agresivos y por lo general mantienen en un constante movimiento. En cuanto a su alimentación son considerados carnívoros, y su dieta se basa principalmente de otros peces; no obstante, en algunos casos consumen aves o pequeños mamíferos. Respecto a su reproducción es muy complejo comprender de qué manera se atraen los machos y las hembras sin embargo, se tiene entendido que el ciclo del agua repercute mucho en la época en que ovopositan sus huevos, ya que lo hacen en épocas en que los niveles de los ríos se encuentran bajos (Franco, 2005).

Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*)

Figura 4.

Osteoglossum bicirrhosum.



Nota. Tomado de Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación, 2010.

Taxonomía de la Arawana

Tabla 4.

Taxonomía de la Arawana.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Osteoglossiformes
Familia:	Osteoglossidae
Género:	<i>Osteoglossum</i>
Especie:	<i>O. bicirrhosum</i>

Nota. Tomado de Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. Fuente: Olaya et al., (2010).

Descripción de la Arawana

La Arawana pertenece a una de las 400 especies de peces ornamentales presentes en Colombia, y se encuentra distribuida en la cuenca Amazónica, así como también en los ríos de Putumayo, Orinoco y Caquetá (Rodríguez et al., 2005). Esta especie se caracteriza por poseer escamas grandes, con aletas caudales casi fusionadas con las aletas anales y dorsales, otro rasgo es que tiene ojos grandes, la cabeza comprimida en zona lateral y la presencia de barbillas de funcional sensorial ubicados en la mandíbula, estas son capaces de generar flujos de agua para que ingresen a la boca cuando cuentan con un nivel alto de oxígeno; es debido a esto que la boca cumple una función importante a la hora de captura presas o durante el cuidado parental (Urueña, 2005). *O. bicirrhosum* posee una coloración grisácea, en estado juvenil y en algunos especímenes adultos presentan en el vientre una línea amarilla-anaranjada. Su boca es grande y se encuentra inclinada, presenta dientes pequeños y filosos en el área de la mandíbula, como todas las especies de este género cuenta con una lengua ósea (Argumedo, 2005).

Biología de la Arawana

Esta especie cuenta con un dimorfismo sexual no muy marcado, haciendo difícil la identificación del género. La estrategia reproductiva de *O. bicirrhosum* es poco frecuente, ya que el que realiza la incubación de los huevos son los machos y lo hacen de manera oral, es necesario mencionar, que son organismo con una fecundidad baja, siendo esta de alrededor de 200 larvas por año (Argumedo, 2005). La conformación de parejas en estos individuos dura hasta que se produce la expulsión y la fertilización de los huevos, en ese momento las hembras empiezan el proceso de recuperar la energía invertida en la formación de los huevos en sus ovarios, mientras que los machos realizan la incubación de los huevos en la boca (Rodríguez, 2005).

Teniendo en cuenta su hábito gregario, en estado de cautiverio es necesario mantener los alevinos en agrupaciones de aproximadamente 20 individuos, con parámetros ambientales de: pH levemente acido 6.8 con una temperatura que oscile entre 26 y 28 °C, también con una columna de agua no menor a 10 cm, por otro lado, los expertos recomiendan tener una densidad de 2 ejemplares por cada litro de agua (Rubiano y Landines, 2004).

Trucha (*Oncorhynchus mykiss*)

Figura 5.

Oncorhynchus mykiss.



Nota. Tomado de Cultivo y crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con dos marcas de alimento extruido: estudio en laguna altoandina de Perú. Fuente: Mullisaca, (2020).

Taxonomía de la Trucha

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Salmoniformes
Familia:	Salmonidae
Género:	<i>Oncorhynchus</i>
Especie:	<i>O. mykiss</i>

Nota. Tomado de Alimentación de *Oncorhynchus mykiss*. Fuente: Ferriz & Iwaszkiw, (2016).

Descripción de la Trucha

Estos peces medianos a grandes tienen aletas sin espinas. Por ejemplo, la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) mide de 51 a 76 centímetros de longitud, pero puede alcanzar 1.2 metros. Cuentan con aletas pélvicas, una aleta dorsal, una aleta caudal y una pequeña aleta adiposa en la parte superior de su cuerpo, próxima a la aleta caudal. Como la mayoría de los peces, posee una vejiga natatoria que cuando se llena de gas les ayuda a flotar. Tienen mandíbula y ojos sin párpados protegidos por membranas adiposas (Zárate et al., 2018).

Su cuerpo está cubierto de escamas y muestra colores muy variados, que frecuentemente se disponen en patrones de motas que les permiten camuflarse en su entorno. Las truchas de agua dulce pueden ser marrones, amarillentas, rojizas o grisáceas, pero aquellas de agua salada o que recién llegan del mar generalmente muestran un color plateado. La trucha arcoíris es color azul verdoso o amarillo verdoso con una franja rosada en sus costados, pero esta coloración tiende a modificarse a lo largo de su ciclo de vida (Salas-Benavides et al., 2015).

Biología de la Trucha

Muchas de las especies son anádromas: migran desde el mar hacia los cuerpos de agua dulce para desovar, como lo hace la trucha común, las truchas arcoíris también pueden pasar varios años en el océano y regresar a los ríos para depositar sus huevos, recién llegadas de aguas saladas, muestran una tonalidad plateada en el cuerpo, otras truchas pasan toda su vida en aguas dulces, como la trucha de lago (*Salvelinus namaycush*); son peces cautelosos y fuertes que llegan a ser agresivos cuando se les ataca. La trucha común es especialmente difícil de capturar (García-Mondragón et al., 2016).

Desarrollo de la Comercialización Piscícola

Generalmente la actividad piscícola está constituida por diversas actividades, que de una u otra forma pueden ser comerciales, algunas de ellas son: en primer lugar la producción de alevinos, que posteriormente pasan por un proceso de levante y engorde hasta obtener su desarrollo completo, para luego ser comercializados. Cabe mencionar que cada uno de los procesos que se mencionaran a continuación son exclusivos para peces como tilapia roja, la cachama negra, la trucha, la arawana y el pirarucú, que son las principales especies cultivadas en los departamentos del Caquetá y Huila.

Alevinaje

En esta etapa o procedimiento es indispensable tener en cuenta las características de los machos y hembras que se desean cruzar, ya que deben ser las mejores, para que de este modo la producción tenga una alta eficacia; logrando obtener de esta

manera huevos fertilizados que por consiguiente serán depositados en una incubadora para que se eclosionen y surjan las larvas; el paso a seguir es agregar unos suministros especiales que contienen hormonas que actúan sexualmente, occasionando que se generen machos en mayor cantidad. Por último lo alevinos son trasladados a un estanque con mayor capacidad, el cual soportará a cada organismos con 30g de peso una vez ha pasado un mes de desarrollo (Arregui, 2013).

Figura 6.

Alevinaje. En el capítulo 4.3.1.



Nota. Tomado de El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), por L, Arregui (2013), Fundación Observatorio Español de Acuicultura.

Levante y Engorde de Peces

En esta etapa es indispensable que el alevino de especies como la trucha, la cachama, la tilapia, entre otras, alcance un peso óptimo de 180g, para que posteriormente se expuesto al periodo de engorde, hasta el punto de alcanzar los 250g de peso; en el caso de las truchas este procedimiento tarda cerca de 10 meses sin embargo, para las cachamas y tilapias tan solo toma 7 meses (Méndez, 2008; Munayco-Silva, 2021).

Figura 7.

Levante y engorde de peces.



Nota. Tomado de Empresa del Huila empieza a exportar tilapia roja a EE.UU, por El Espectador (30 de Mayo de 2014).

Comercialización de los Peces

Como su nombre lo indica, esta fase se destaca porque ya los peces vienen listos y aptos para la comercialización y posterior consumo humano; se ha reportado que el Departamento del Huila produjo alrededor de 49.319 toneladas de peces para el año 2019, así mismo, Caquetá fue capaz de comercializar 1.474 toneladas; conviene subrayar, que la mayoría de ventas de estos ejemplares se hacen mediante enlatados, hay ocasiones que se vende por filetes o en su defecto vivos, transportándolos con dosis exacta de agua, oxígeno y unos aperitivos para reducir el índice de mortalidad y que lleguen en condiciones óptimas a su destino final, para ser usados para pesca deportiva, reproducción o exhibición; por consiguiente estos productos son distribuidos bien sea en restaurantes, supermercados, plazas mayorista, donde finalmente son adquiridos por los consumidores, y en algunas ocasiones son exportados a países asiáticos para ser exhibidos (Méndez, 2008; Portafolio, 2017).

Esquemas Piscícola en Colombia

En la industria piscícola existen diferentes formas de cultivar los peces; en primera instancia están los cultivos de acuerdo a la cantidad de especies que se manejen, cuando es una sola especie se denomina monocultivo, pero cuando se trabaja con más de una especie se llama policultivo. Es importante aclarar que en este tipo de cultivos se aprovecha al máximo todos los tipos de alimentos que sean requeridos. Por otra parte están los cultivos de acuerdo a su grado de intensidad, allí se encuentran los cultivos intensivos y los extensivos (Vela y Ojeda, 2007).

Aplicación Tecnológica

Manejo Extensivo

Básicamente la piscicultura extensiva se refiere a tener por lo menos 3 individuos por metro cuadrado; de hecho, aunque el cuerpo de agua cuente con un tamaño considerable, su función específica no es la de cultivar peces, razón por la cual es el medio el encargado de generar el alimento necesario para estos organismos, el cual se constituye de larvas, huevos, insectos, algas y semillas (Vela y Ojeda, 2007).

Este tipo de cultivo tiene un propósito especial, el cual se basa en tener la mayor cantidad posible de organismos, y a su vez suministrarles el alimento necesario para su levantamiento sin embargo, para llevar a cabo este tipo de piscicultura es muy importante tener claro algunos aspectos; uno de ellos es el régimen hidrológico, ya que este varía de acuerdo al uso que se le dé al cuerpo de agua, que en casos de épocas de verano puede llegar a perder la totalidad de sus litros de agua, de modo que el cultivo va a depender directamente de la temporada en la que se encuentre (Vela y Ojeda, 2007).

Manejo semiintensivo

En la piscicultura semiintensiva se suelen usar por lo menos 4 especies de peces por metro cuadrado, con cuerpos de agua que miden cerca de 2500m² sin embargo, cuando pequeños productores apenas están iniciando con sus proyectos implementan estanques más pequeños; no obstante, los alimentos y abonos son suministrados en grandes proporciones, cuyo propósito es generar alimento natural por medio de suplementos agrícolas como lo son semillas, hojas de bore, frutos y demás. De igual forma es indispensable que se cambie por lo menos $\frac{1}{4}$ del agua en el transcurso del día, pero sobre todo que se maneja la dieta de los peces de acuerdo a su edad. Para Colombia este es el tipo de cultivo más implementado, ya que logra aportar cerca de 25 toneladas anuales, sin mencionar que el manejo y mantenimiento de los estanques son simples al igual que los costos son muy bajos (Merino et al., 2006).

Manejo intensivo

El objetivo principal de la piscicultura intensiva es tratar de tener el control de la mayoría de factores influyentes en el proceso del cultivo de los peces, es por esta razón que se hace de suma importancia criar las distintas especies de peces en estanques específicos, que garanticen los medios necesarios para los mismos. Se debe tener en cuenta que el cuerpo de agua puede ser natural o artificial (Vallejo, 2016).

Una de las nuevas estrategias para la producción acuícola es el sistema Biofloc, que es una aglomeración de materia orgánica viva y muerta, bacterias, fitoplancton y comunidades microbianas suspendida en el cuerpo de agua el estanque (Collazos et al., 2015). Este sistema se caracteriza en el aumento de la densidad del cultivo, incrementando la productividad por unidad de área, ya que va a disminuir el uso de

agua y espacio, provocando que el costo de producción sea apropiado, obteniendo producción de mejor calidad; al comparar esta nueva estrategia con los sistemas tradicionales, se obtiene mayor carne de pescado en el mismo espacio empleado, convirtiéndose en una tecnología innovadora y de vanguardia para la producción acuícola intensiva, en el marco de las producciones sostenibles (Hernández et al., 2019).

Otra forma de aumentar la densidad de cultivo por metro cuadrado, es mediante la inversión de equipos seleccionados de aireación para que cumpla con los requerimientos específicos que tiene el productor, por cual se buscan estrategias que permita incrementar los niveles de oxígenos en el agua de manera artificial la primera es burbujejar aire comprimido dentro de la columna de agua con un difusor, la segunda es arrojar agua al aire rompiendo la tensión superficial y aumentando la superficie de contacto de esta con el aire para facilitar el proceso de difusión del oxígeno; consiguiendo de esta forma, crecimiento del cultivo, una mejor conversión alimenticia, incrementación en el peso de los individuos y menor mortalidad (Gutiérrez, 2016).

Manejo superintensivo

Este tipo de piscicultura es comúnmente usado en estanques, lagos, represas o jaulas flotantes, ya que para que este tipo de piscicultura funcione correctamente se debe cambiar el agua a cada minuto, y sobre todo se debe asegurar que los peces se encuentren bajo una dieta totalmente balanceada, y con una ardua cantidad de ellos por metro cuadrado. Las principales especies usadas son la tilapia y la cachama; cabe mencionar que las inversiones para estos cultivos son muy elevadas, sin embargo, a cambio se obtienen cerca de 1000 toneladas de pescado al año (Merino et al., 2006).

Uno de Las estrategias más utilizadas para los supercultivos es el Sistema de Recirculación Acuícola (RAS), que es una aplicación tecnología que requiere de altos costos de inversión para iniciar, puesto que se deben construir las unidades de cultivos que pueden ser redondas o rectangulares, además de contar con una planta de tratamiento de aguas que permita reciclar y reutilizar el recurso. La planta cuenta con bombeo constante, filtración mecánica, filtración biológica, desgasificación, oxigenación, esterilización o desinfección y tratamiento de lodos. El sistema RAS se origina como una solución al problema de no contar con suficiente agua para la producción súper intensiva, a la necesidad de tener control sobre todos los factores ambientales que afectan la producción de los peces, así como la urgente concientización por el cuidado del medio ambiente y de los recursos hídricos. Es necesario mencionar, que al tener todas las variables en control, se pueden programar cosechas según la necesidad de los mercados evitando los problemas climáticos o estacionales (Paredes, 2017).

De Acuerdo al Número de Especies Cultivadas

Monocultivo

Este tipo de piscicultura se caracteriza por poseer una sola especie en todo su cuerpo de agua (Merino *et al.*, 2006). La mayoría de productores de país realizan esta práctica de cultivo, con especies como la cachama, la mojarra ropa o plateada, la trucha y con camarones. Con este sistema se dejan muchas fuentes de alimento sin aprovechar en el estanque y en algunos casos el exceso de alimento causa deterioro de la calidad del agua, ocasionando el florecimiento de plancton o desarrollo de plantas acuáticas, al no existir una especie que aproveche este exceso de alimento (Sanabria, 2016).

Policultivo

Este tipo de cultivo hace referencia a diferentes tipos peces en el mismo estanque, haciendo un uso adecuado de la alimentación y el espacio que está a disponibilidad, de modo que se reduce el derrocamiento de alimento y se aumenta la producción de peces, obtenido buenos costos durante la realización de esta actividad. Para tener éxito en el cultivo es muy importante seleccionar dos especies que se encuentren en mayor cantidad que las otras, y el cuerpo de agua será manejado de acuerdo a las demandas que tengan las especies principales (Merino *et al.*, 2006).

El policultivo también puede dejar otros beneficios, entre ellos que con frecuencia mejora las condiciones ecológicas de un estanque. Se ha observado que Tilapia aurea mejora el equilibrio de oxígeno al alimentarse de detritos que, si no los consumiera se descompondrían y absorverían oxígeno. La carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) y la de cabeza grande (*Aristichthys nobilis*) también mejoran el equilibrio de oxígeno al alimentarse del exceso de plancton. Estos peces también pueden crecer alimentándose de los excrementos de la carpa común (*Cyprinus carpio*) o de otros peces (de Silva *et al.*, 2017).

Organización Piscícola

Cundo se decide iniciar un proyecto de piscicultura se deben tener en cuenta diversos factores que son indispensables para que este tipo de cultivos tengan éxito, uno de los más importantes es el suelo, ya que cuando se llevan a cabo la construcción de estanques, se debe contar con un suelo impermeable que no permita la filtración del agua, además de contar con la cantidad de humus necesaria para la generación de microorganismos (Vallejo, 2016).

La fotografía del terreno es otro de los factores primordiales a tener en cuenta, lo ideal para la construcción de los lagos piscícolas es que cuente con un determinada pendiente, por lo cual los expertos recomiendan que tengan un grado de inclinación de aproximada de 0,5 - 1%, es decir, la superficie debe contar con un

declive de 50 cm a un (1) metro, por cada 100 metros de largo (Dolcemáscolo, 2020). Está pendiente va a brindar mejorías en la actividad de piscicultura, debido a que el estanque se va a llenar y a vaciar con mayor posibilidad, a causa de la gravedad que ejerce sobre el agua. Por otra parte, a la hora de escavar para la construcción del estanque va a ser más fácil, no habrá derrumbe en el mismo y los gastos serán menores (Vallejo, 2016).

De igual forma, uno de los elementos más importantes para el cultivo piscícola es el agua, debido a que este es el determinante para hacer posible el cultivo de peces. Los puntos importantes que se deben tener en cuenta son: la transparencia, la cantidad, el nivel de oxígeno, la calidad, el pH o acidez y por último, la temperatura (Dolcemáscolo, 2020).

Conclusiones

La piscicultura en Colombia ha demostrado un crecimiento significativo, siendo el departamento del Huila el principal productor a nivel nacional, con una participación del 39% del total. Este liderazgo se sustenta en la implementación de tecnologías, buenas prácticas acuícolas y una estructura productiva consolidada que ha permitido exportaciones significativas, principalmente de tilapia hacia Estados Unidos. En contraste, el departamento del Caquetá, aunque cuenta con condiciones naturales favorables y especies de gran potencial como el pirarucú y la arawana, aún presenta una producción modesta, representando solo el 1,4% del total nacional.

Ambos departamentos comparten un potencial hídrico sobresaliente y una biodiversidad que permite el cultivo de especies nativas y exóticas, siendo la tilapia roja y la cachama negra las más representativas. No obstante, existen diferencias marcadas en infraestructura, acceso a tecnología y organización del sector, lo cual limita el crecimiento equitativo.

Se identifica también que la falta de planificación estratégica y un marco normativo más riguroso son factores que afectan la sostenibilidad y competitividad del sector. A pesar de ello, se han implementado esquemas de producción (extensivo, intensivo, superintensivo) y se han adoptado tecnologías como el sistema Biofloc y RAS, que contribuyen al aprovechamiento eficiente de los recursos.

Finalmente, se destaca la necesidad de fortalecer la capacitación técnica de los piscicultores, fomentar la asociatividad y mejorar los canales de comercialización, especialmente en el Caquetá, para cerrar brechas y potenciar el desarrollo regional en el marco de una acuicultura sostenible.

Referencias

1. AcuaTIC. (2012). Historia de la piscicultura en Colombia. Consultado el 16 de abril del 2019. <https://cutt.ly/zhpjPm>.

2. Acuña, E., Castrillón, V. y Toro, K. (2020). Antecedentes, situación actual y perspectivas de la piscicultura en el departamento de Risaralda (Trabajo de grado). Universidad Católica de Pereira, Pereira, Colombia.
3. Agronegocios. (9 de Julio de 2015). Piscicultura en Colombia crece un promedio anual de 7%. Agronegocios. Recuperado de <https://www.agronegocios.co/ganaderia/piscicultura-crece-a-un-promedio-anual-de-7-2621457>
4. Alarcón, R. 2001. El cultivo de la cachama. In Rodríguez, H., Victoria, P., Carrillo, M. (eds). Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA. 423 p.
5. Alvarado-Ruiz, C. (2015). Comparación del crecimiento de machos y hembras de la tilapia *Oreochromis Niloticus* cultivadas en jaulas. *Uniciencia*, 29(1), 1-15.
6. Andersen, J. (2017). Manual Básico para la Gestión Integral de Riesgos Agroclimáticos en Paraguay. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
7. Arboleda, M. (2009). Estudio de la viabilidad del plan de negocios para un proyecto Piscícola rentable en el Valle del Cauca (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
8. Argumedo. E. 2005. ARAWANAS. Manual para la cría comercial en cautiverio. Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA). Florencia. pp. 19-83
9. Arregui, L. (2013). El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Recuperado de https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_trucha_digital_web.pdf
10. AUNAP (2013). Viabilidad del cultivo de pirarucú (*Arapaima gigas*) en zonas diferentes a su cuenca de origen en estanques en tierra. <https://www.aunap.gov.co/download/viabilidad-del-cultivo-de-pirarucu-arapaima-gigas-en-zonas-diferentes-a-su-cuenca-de-origen-en-estanques-en-tierra/>
11. AUNAP. (2014). Plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia- PlaNDAS. Recuperado de <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Plan-Nacional-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-Sostenible-Colombia.pdf>
12. AUNAP. (2017). "Por medio de la cual se establece los requisitos y el procedimiento para la expedición del permiso de pesca comercial artesanal a persona natural y jurídica en el territorio nacional". Recuperado de www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2017/06/Resolucion-ULTIMA-V-REQUISITOS-Y-PROCEDIMIENTOS-PARA-PERM.-PESCA-COMERC.-ARTESANL.pdf
13. AUNAP/FAO. (2014). Plan Nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Bogotá D.C. 84 p.

14. AUNAP. <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/19-INFORME-FINAL-PIRARUCU.pdf>
15. AUNAP. (2020). Aunap presente en VI Congreso Internacional de Acuicultura. <https://www.aunap.gov.co/2022/02/10/aunap-presente-en-vi-congreso-internacional-de-acuicultura/>
16. Ayala, D. M. (2011). Norma técnica NTC colombiana 1276.
17. Basantes Bermeo, C. F. (2015). Evaluación del uso del balanceado orgánico vs. el alimento industrial sobre la conservación alimenticia de la *Oreochromis* sp (Tilapia) criada en cultivo intensivo.(Trabajo de grado). Guayaquil, Ecuador. Recuperado de repositorio.ug.edu.ec/bitstream/.../1/TESIS%20DE%20TILAPIA%20apa%20apa.pdf.
18. Bard, M. y Lemasson, J. (2008). Sistema de depuración vegetal en lo cultivo de cachama negra. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000200008
19. Bonilla, A. Q. (2019). Génesis de la actividad piscícola en el Huila. Revista Academia Huilense de Historia, (70), 89-117.
20. Caquetá sustentable. (2021). Asociación de acuicultores del Caquetá - ACUICA. Acuicultura. <https://caquetasustentable.org/acuica>
21. Campos, L. (2001). Historia biológica del paiche o pirarucu (*Arapaima gigas*, *cuvier*) y bases para su cultivo en la Amazonía, Iquitos - Perú. ALICIA. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IIAP_c251539eac9b2377af6c1baf1e5c41b
22. Campos, L. 2015. El cultivo de la gamitana en Latinoamérica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. Primera edición. Iquitos. 50 p.
23. Carvajal-Vallejos, Fernando & Damme, Paul & Cordova, Leslie & coca, Claudia. (2020). La introducción de *Arapaima gigas* paiche. https://www.researchgate.net/publication/341327202_La_introducción_de_Arapaima_gigas_paiche
24. Ceballos, L. (2006). Estado actual de la piscicultura en el sur de la amazonía colombiana. Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola, 2(2), 1-5. Recuperado de <https://revistas.udesar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1607>
25. Collazos LF, Arias JA. Fundamentos de la tecnología Biofloc (BFT) Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Rev Orinoq 2015; 19 (1) :77-86.
26. da Silva, F. N. L., de Medeiros, L. R., da Costa, M. S. M., Macedo, A. R. G., Brandão, L. V., & de Souza, R. A. L. (2017). Qualidade da água proveniente de poço artesiano em viveiro de piscicultura. Pubvet, 11, 646-743.
27. Mora Molina, C. F., & Díaz Grijalba, D. B. (2018). Plan de mejoramiento para la gestión de procesos de negocio en la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), empleando la Metodología de Gestión de Procesos de Negocio-BPM (Business Process Management).

28. Dirección nacional de recursos acuáticos (DINARA). (2010). Manual básico de piscicultura en estanques. Consultado el 16 de abril del 2019. http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1959_manual.pdf.
29. Dolcemáscolo, J. (2020). Gestión ambiental aplicada a la acuicultura: El estado de la piscicultura en Argentina y una propuesta de gestión. (Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires - ITBA). Recuperado de <http://52.67.178.216/bitstream/handle/123456789/2793/Tesis%20Final%20Magister%20Juan%20Dolcem%c3%a1scolo%20Firmada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. Durán, C. E. (2012). Gasto hídrico en la producción de tilapia roja en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Recuperado de <http://repositorio.ufps.edu.co:8080/dspaceufps/bitstream/123456789/1028/1/28584.pdf>
31. El Espectador (30 de Marzo de 2014). Empresa del Huila empieza a exportar tilapia roja a EE.UU. El Espectador. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/economia/empresa-del-huila-empieza-a-exportar-tilapia-roja-a-eeuu/>
32. Esquivel, M. A., Merino, M. C., Restrepo, J. J., Narváez, A., Polo, C., Plata, J., & Puentes, V. (2014). La pesca y la acuicultura en Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca.
33. Espejo, C. (2001). Fundamentos de Acuicultura continental. Instituto Nacional de pesca y Acuicultura. Bogotá D.C. (2014). Hacia la sostenibilidad y competitividad de la acuicultura Colombiana. Bogotá, Colombia, Recuperado de <https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=37d850dd-342a-4dce-b83c-4421f0bd9143>
34. FAO. 2009. *Oreochromis niloticus*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Rakocy, J. E. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual). https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletilapia.htm
35. FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. 233 págs. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Recuperado de www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf).
36. FAO. (2019). Report of the 2019 Symposium on Responsible Fishing Technology for Healthy Ecosystems and a Clean Environment, Shanghai, China. Informe de Pesca y Acuicultura de la FAO nº 1269. Roma. 90 págs. Recuperado de www.fao.org/publications/card/en/c/CA5742EN/.
37. FEDEACUA. (2015). Plan de Negocio Sectorial de la Piscicultura Colombiana. Consorcio formado por In-Nova Programa de Innovación Internacional S.L. y la Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de <https://www.ptp.com.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=e4960689-709d-4fa6-9c62-d564782428f8>

38. Ferriz, Ricardo & Iwaszkiw, Juan. (2016). Alimentación de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) en el Arroyo Sacanana, Chubut, Argentina.. Historia Natural. 6. 79-85.
39. Fondo para el financiamiento del sector agropecuario (FINAGRO). (2012). La piscicultura en Colombia. Bogotá. Recuperado de http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI255&p_options=#colombia.
40. Franco, H. (2005). Contribución al conocimiento de la reproducción del pirarucú Arapaima gigas (CUVIER, 1817) (Pisces: Arapamidae) en cautiverio [universidad de la amazonia]. http://www.colcrea.com/CONTRIBUCI%D3N_AL_CONOCIMIENTO_DE_LA_REPRODUCCI%D3N_DEL.pdf
41. García, I. L. (2013). Análisis de competitividad de las empresas de acuicultura. Aplicaciones empíricas al cultivo de la dorada (*sparus aurata*) y la lubina (*dicentrarchus labrax*). Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/130967/Tesis%20ILG%20y%20Adenda.pdf?sequence=1>
42. García-Mondragón, D., Gallego-Alarcón, I., Espinoza-Ortega, A., García-Martínez, A., & Arriaga-Jordán, C. M. (2016). Desarrollo de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Centro de México. Revista AquaTIC, (38).
43. Gómez, H. (2014). Hacia la sostenibilidad y competitividad de la acuicultura Colombiana. Bogotá, Colombia, Recuperado de <https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=37d850dd-342a-4dce-b83c-4421f0bd9143>
44. Gutiérrez Ortega, O. M. (2016). Tecnificación de la producción piscícola en la granja de la asociación de usuarios campesinos del municipio de san Estanislao de Kostka. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/6115/91265557.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Hernández Mancipe, Liliana Elizabeth, Londoño Velez, Jorge Iván, Hernández García, Karen Alejandra, & Torres Hernández, Laura Camila. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 14(1), 70-99. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>
46. IDEAM. (2015). Ecosistemas - IDEAM. Ecosistemas de Colombia, 60, 34-54. <http://www.siac.gov.co/web/siac/ecosistemas>
47. Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., Rengifo Martínez, T., & de Antioquia, G. (2007). Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas.
48. Jaramillo, J. T., Muñoz, J. E., Cárdenas, H., Álvarez, L. Á., & Palacio, J. D. (2010). Caracterización de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con marcadores moleculares RAPD. Acta Agronómica, 59(2), 236-246.
49. Luchini, L., & Panné, S. (2008). Perspectivas en acuicultura: Nivel mundial, regional y local. Recuperado de

- https://www.researchgate.net/publication/276266845_PERSPECTIVAS_EN_ACUICULTURA_NIVEL_MUNDIAL_REGIONAL_Y_LOCAL
50. Martínez, E. (2020). ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA, CAQUETÁ, COLOMBIA. Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias-FAGROPEC, 12(2), 194-201.
51. Merino, M.C., Bonilla, S.P. y Bages, F. (2013). Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP. 160 p.
52. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). CADENA DE LA ACUICULTURA. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2019-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
53. Mullisaca, E. (2020). Cultivo y crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con dos marcas de alimento extruido: estudio en laguna altoandina de Perú. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo. 6. 10.17162/rictd.v6i1.1403.
54. Munayco-Silva, P. A. (2021). Diagnóstico para la implementación de un programa de buenas prácticas acuícolas en el cultivo de trucha arcoíris en la comunidad campesina de Tanta (Yauyos).
55. Neto, D. B. (2020). O ESTADO MUNDIAL DA PESCA E AQUICULTURA EM 2020. Mares: Revista De Geografia E Etnociências, 2(2), 111-114.
56. Olaya, C. H., Ramírez, E. G., & Hurtado-Giraldo, H. (2010). Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 6(1), 96-113.
57. Pacheco, A. y Reyes, G. (2017). Taxonomía y morfología de las cachamas. [Entrada de blog] Recuperado de <http://aprendamossobre.cachamas.blogspot.com/2017/04/taxonomia-y-morfologia.html>
58. Paredes Mendieta, J. D. (2017). Patologías asociadas al cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus Vannamei* en sistemas cerrados de recirculación (RAS) (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil).
59. Parrado-Sanabria, Y.A. (2012). Historia de la acuicultura en Colombia. Revista AquaTIC. 37: 60-77.
60. Portafolio. (2017). Peces de Caquetá nadan en varias metrópolis de Asia. <https://www.portafolio.co/negocios/caqueta-conquista-exportaciones-de-peces-en-asia-508513>
61. Pineda-Santis, Hermes & Betancur, Luis & Olivera-Angel, Martha. (2009). Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, ISSN 0120-0690, Vol. 17, Nº. 4, 2004, pags. 24-29. 17.
62. Ramírez Carty, S. Y. (2015). Evaluación de la inversión sexual de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) bajo un sistema de bioflocs.

63. Rodríguez, C; Landines, M, Alonso, J. 2005. Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevines de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) evaluando biomasa inicial de siembra. V Seminario Internacional de Acuicultura, Bogotá: 114.
64. Roca-Lanao, B., Polonia-Rivera, C., Altamar, J., Duarte, L.O., Manjarrés-Martínez, L. (2016). Caracterización de granjas y evaluación de la producción de acuicultura en Colombia durante el año 2016: un análisis basado en once núcleos geográficos. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Santa Marta. 28 p.
65. Roca-Lanao, B., Mendoza Ureche, R., & Luis Manjarres, M. (2018). Producción de la acuicultura en el área monitoreada por el SEPEC durante el período agosto-diciembre de 2018.
66. Rubiano, W., & Landines-Parra, M. A. (2004). Evaluación del crecimiento de *Osteoglossum bicirrhosum* en condiciones de laboratorio. In Memorias II Congreso Colombiano de Acuicultura. UNILLANOS, Villavicencio (pp. 95-97).
67. Rueda Barrios, G., Bohórquez Farfán, L., Reyes Figueroa, J. y Gómez Díaz, D. (2019). Diagnóstico de las unidades productivas en el sector piscícola de Santander (Colombia). Rev. Espacios, 40(28): 25-38
68. Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Coastal resources center. Recuperado de <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
69. Salas-Benavides, J., López-Macías, J. N., Ortega-Salas, A. L., & Gómez-Nieves, V. Y. (2015). Caracterización parasitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y su efecto en la producción de la estación piscícola flotante Intiyaco, en el lago Guamuez (Nariño). Veterinaria y Zootecnia, 8, 87-101.
70. Sanabria, Y. A. P. (2016). Historia de la Acuicultura en Colombia. Revista AquaTIC, (37).
71. Santamaría, S. (2014). Nutrición y alimentación en peces nativos. Universidad Nacional Abierta ya Distancia.
72. Tobo, W., Madera, F., Lopez, E., & Gordillo, W. (2015). La piscicultura como alternativa de desarrollo del departamento del guaviare con miras a la exportación a los estados unidos [UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS CONVENIO UNITOLIMA]. https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/946/RUNILLANO_SADF0370 LA PISCICULTURA COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE CON MIRAS A LA EXPORTACION A LOS ESTADOS UNIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
73. Torres, E. (2013). Ficha técnica tilapia roja. [Entrada de blog] Recuperado de <https://sites.google.com/site/alevinosacuicultura/portada/nuestrosproductos/ficgha-tecnica-tilapia-roja>
74. Ureña, F. 2005. Guías de producción de peces ornamentales de la Orinoquía Colombiana. Arawanas. Universidad Nacional de Colombia. Villavicencio-Meta, pp. 2-11.

75. Vallejo, B. (2016). Determinación del nivel de contaminación del agua producido por la actividad piscícola al estero Flor del Valle de la parroquia Puerto Libre, cantón Gonzalo Pizarro provincia de Sucumbios (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
76. Vega, V. (2012). Cachama negra en Quito Ecuador. [Entrada de blog] Recuperado de <http://visionagroecologica.blogspot.com/2012/04/produccion-de-cachama-negra-colossoma.html>.
77. Vega Balaguera, s. e. (2015). Análisis del comportamiento de la piscicultura en el departamento del Huila, durante el periodo 2004-2014 (doctoral dissertation, universidad surcolombiana).
78. Vela, S. y Ojeda, J. (2007). Piscicultura el revolucionario azul.
79. Villarreal España, J. D. (2012). Análisis de la situación actual y planteamiento de soluciones para los productores artesanales de pescado.
80. Zárate, I., Sánchez, C., Palomino, H., & Smith, C. (2018). Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Chincheros, Apurímac, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29(4), 1310-1314.