

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DESDE EL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA

Sobre la Invasión del Pez Basa, Panga o *Pangasius pangasius* (Sauvage, 1878) y la viabilidad de su cultivo en Colombia



Nicolás Del Castillo Piedrahita

Director General

Daniel Ariza Heredia

Secretario General

María Rosa Angarita Peñaranda

Jefe Oficina Generación del Conocimiento
y la Información

John Jairo Restrepo

Director de Administración y Fomento

Jenny Rivera

Directora de Inspección y Vigilancia

Coordinación Editorial:

Oficina Comunicaciones AUNAP, Vladimir Puentes

Diseño y Diagramación:

Oficina de Comunicaciones AUNAP

Fotografías: Patricia López y Elkin Zarante, SEPEC- AUNAP©
Michael V. McGee©, PhD Caribe Fisheries, Lajas, Puerto Rico.

ISBN (Versión Digital): 978-958-9001-06-6

Citar como:

Del Castillo N, Angarita MR, Acero A, Forero S, Marrugo C, Barreto CG, Puentes V. 2022. Análisis de Información desde el Sector Pesquero y Acuícola sobre la Invasión del Pez Basa, Panga o *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) y la viabilidad de su cultivo en Colombia. **Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP ©. 27p + anexos.**

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del contenido en este documento para fines educativos u otros no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. La información presentada en el presente documento es responsabilidad exclusiva de los autores y no compromete la posición general de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca -AUNAP- y de otras relacionadas en este trabajo.

Febrero de 2022

TABLA DE CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	4
Executive Summary	5
1. Introducción	6
2. Análisis de Información relacionada con el Pangasius en Colombia	7
2.1 Análisis Jurídico Internacional y Nacional relacionado con el cultivo de Pangasius	7
2.2 Aspectos de la Historia de Vida del Pez Pangasius relacionados con su cultivo	9
2.3 Evidencias de la invasión del Pez Pangasius en Colombia	9
2.4 El cultivo del Pangasius	16
2.5 Efectos del cultivo del Pangasius en Colombia	17
2.6 Propuesta para el Pangasius en Colombia	19
3. Conclusiones	21
4. Agradecimientos	24
5. Bibliografía	25

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DESDE EL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA SOBRE LA INVASIÓN DEL PEZ BASA, PANGA O PANGASIU *PANGASIANODON HYPOPTHALMUS* (SAUVAGE, 1878) Y LA VIABILIDAD DE SU CULTIVO EN COLOMBIA

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento se lleva a cabo un análisis sobre la información disponible que se tiene del *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) en Colombia desde la visión del sector pesquero y acuícola del país. A nivel internacional, el Convenio de Diversidad Biológica es el único instrumento que aborda la introducción, control y erradicación de especies exóticas reconociendo las posibilidades que las especies introducidas puedan ofrecer como alternativa de producción. Varios países Latinoamericanos ya han introducido el *Pangasius* con fines de cultivo y en Colombia existe una legislación que reglamenta la introducción de especies exóticas y un arreglo institucional que permite su manejo, debido a que la especie no está declarada oficialmente como especie invasora y no está reportada en los instrumentos de política al respecto. Los parámetros básicos de su historia de vida son conocidos a nivel general, pero todavía no se confirma su comportamiento en el medio natural colombiano.

La especie *Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) se reconoce como una introducción secundaria, pero aún no se puede considerar como establecida en nuestros ríos hasta no confirmarse una población reproductivamente viable. Tampoco se podría considerar una especie invasora pues no se confirman efectos negativos conocidos en lo ambiental, económico o de salud pública en Colombia. Si bien la especie ha sido reportada en varias partes de la cuenca del río Magdalena y del río Sinú, los modelos predictivos muestran una distribución potencial que puede albergar incertidumbres a las asunciones que se hacen al aplicarlos.

Aunque los análisis de riesgo aplicados catalogan a la especie *Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) como de alto riesgo de invasión, después de por lo menos 6 años de haber sido reportada en el medio natural, la información pesquera proveniente de una amplia cobertura en las diferentes cuencas hidrográficas del país muestra que las capturas de *Pangasius* son muy pocas.

También muestra que las capturas de otras especies nativas de importancia para las comunidades ribereñas cuyos nichos parecieran superponerse estarían en peligro de ser desplazadas, muestran hasta ahora que no están siendo afectadas por una aparente invasión agresiva de *Pangasius*. Es posible entonces que la similitud de las condiciones de su hábitat natural en el sureste asiático con el de nuestros ríos y las características similares de su historia de vida con otras especies nativas, no le han permitido al *Pangasius* encontrar ventajas significativas que le hagan dispersarse rápidamente, entrando a competir como una especie más en nuestras aguas.

De otro lado, se muestran las grandes ventajas de cultivar el *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) en condiciones ambientales, sociales y económicamente sostenibles, en donde hoy por hoy es una de las mejores alternativas de cultivo en todo el mundo. En este documento se plantean dos caminos para avanzar frente a la situación en Colombia sobre el *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878): i) eliminar los cultivos que ya existen, y que muchos de ellos son de personas que ejercen la acuicultura de subsistencia, con los efectos que esto puede tener, y ii) avanzar en un proceso que permita un cultivo de *Pangasius* sostenible en el país, de una forma ordenada, controlada, siendo la herramienta más efectiva para evitar fugas y por tanto llegada de más peces de esta especie a nuestro medio natural. Por lo anterior se propone un estudio piloto integral para el cultivo de *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878): en condiciones controladas, con bioseguridad, que permita demostrar la aplicabilidad y uso de sistemas que son alternativas modernas orientadas a producciones seguras y sostenibles, cuyo uso y conocimiento, sin duda aporta elementos para generar condiciones de ordenamiento que pueden evitar que la especie hoy producida de forma irregular sea parte de los impulsores de la invasión del *Pangasius* en ríos colombianos.



EXECUTIVE SUMMARY

Available information on the *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) in Colombia was analyzed from the perspective of the country's fishing and aquaculture sector. At the international level, the Convention on Biological Diversity is the only instrument that deals with the introduction, control, and eradication of exotic species, but also recognizes the possibilities that introduced species may offer as a production alternative. Several Latin American countries have already introduced the *Pangasius* for farming purposes; in Colombia, there is legislation that regulates the introduction of exotic species and an institutional arrangement for its proper management, since the species has not yet been officially declared an invasive species and is not reported in related policy instruments. The basic parameters of its life history are generally known, but its behavior in the Colombian natural environment has not yet been confirmed.

The species is recognized as a secondary introduction but cannot be considered as an established species in our rivers as a reproductively viable population has not been confirmed yet. Nor could it be considered an invasive species since there is no confirmation of negative effects on the environment, economics, or public health in Colombia. Although the species has been reported in several places of the Magdalena and Sinú river basins, the predictive models show a potential distribution that may harbor uncertainty due to the assumptions made.

Although the applied risk analyses classify the species as a high risk of invasion, after at least 6 years of having been reported in the natural environment, the wide coverage of fishing

information in the different hydrographic basins of the country shows that the captures of *Pangasius* are few. It also shows that catches of other important species for riverine communities whose niches appear to overlap and are in danger of being displaced by the *Pangasius* show that they are not affected by an apparent aggressive invasion of *Pangasius* so far. It is possible that the similarity of the conditions of its natural habitat in Southeast Asia with our rivers and the similar life histories of other native species have not allowed *Pangasius* to find significant advantages that make it invade quickly but get into competing as one more species in our rivers.

On the other hand, the great advantages of *Pangasius* farming are shown in environmentally, socially, and economically sustainable conditions, when this species is one of the best aquaculture alternatives in the world. Two paths are determined to continue with the *Pangasius* issue in the country: i) eliminate the crops that already exist with the effects that this may have, and ii) advance in a process that allows a sustainable *Pangasius* aquaculture in the country, in an organized and controlled way, being the most effective tool to prevent escapes to our natural environment. Therefore, a comprehensive pilot study is proposed for the *Pangasius Pangasianodon hypopthalmus* (Sauvage, 1878) farming under biosafety controlled conditions, allowing the applicable use of modern alternatives systems aimed at safe and sustainable productions, that with no doubt contribute to generating management conditions that can prevent the current irregular production and from being one of the drivers of the invasion of the *Pangasius* in Colombian rivers.



INTRODUCCIÓN

Desde el año 2013 se llevó a cabo un intento de introducir el *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) por parte del gremio de acuicultores del Huila (ACUAPEZ), con el acompañamiento de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Dada la oposición del sector ambiental, la AUNAP propuso adelantar cultivos experimentales en sus estaciones de acuicultura con la participación del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). De acuerdo con los resultados que se obtuviesen, se propuso desde entonces un plan de ordenamiento para que se iniciara una introducción gradual y controlada, cumpliendo con todos los estándares necesarios para evitar la fuga de ejemplares al medio natural y las normas regulatorias respectivas. El sector ambiental no aceptó la propuesta y la introducción legal fue negada a través de una resolución de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-. Por lo anterior, la AUNAP manifestó que, dadas las excelentes características del *Pangasius* para incorporarla a la acuicultura, lo que podría ocurrir era que la especie se distribuyera de manera no autorizada y se establecieran cultivos no autorizados sin control, que podrían convertirse en uno de los vectores para acelerar una eventual invasión.

En el año 2018 se retomó el tema y el presidente de la República lo direccionó para que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural lo asumieran y trabajaran de manera coordinada. A inicios del año 2019 se instaló una mesa de trabajo interinstitucional en la cual también fue convocado el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, además del INVIMA. En ese escenario se delegó a la AUNAP y al IAvH, como entidades técnicas, para que cursaran lo pertinente en pro de generar la información que permitiera una adecuada toma de decisiones, con conocimiento técnico y científico. Desafortunadamente no fue posible que la AUNAP pudiera coordinar el tema con el IAvH, no obstante que la primera ofreció hacer un estudio piloto que finalmente no se pudo concretar y finalmente se tornó al compromiso de un estudio para determinar la presencia de la especie y sus impactos en los cuerpos de agua naturales en Colombia. Por su parte, la AUNAP con la gestión del MADR y del MICT, solicitó el apoyo del MADS, para la realización de una investigación robusta con ensayos de experimentación en las estaciones piscícolas de la AUNAP y bajo condiciones controladas para evaluar el comportamiento del *Pangasius* y determinar bajo ensayos experimentales si era en realidad una amenaza como depredador de peces nativos. Así las cosas, la AUNAP llevó a cabo el proyecto de investigación con el propósito de “Evaluar aspectos biológicos, de ecología trófica y sanitarios de diferentes grupos etarios del pez basa (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) obtenidos en Colombia y mantenidos bajo condiciones de confinamiento en la AUNAP”, el cual se realizó con la participación de varios actores

estratégicos (Corporaciones Autónomas Regionales, la Academia y la Autoridad Nacional Sanitaria). Por su parte, en el año 2021, el IAvH publicó un libro sobre el *Pangasius* titulado “El pez basa, panga o pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia”.

El país importa aproximadamente USD \$90 millones/año de *Pangasius; Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) sin embargo, estas importaciones se podrían suplir con cultivos nacionales de bajo costo de producción con sistemas de circulación de agua cerrados y protocolos estrictos de bioseguridad para evitar los escapes. Las oportunidades sociales y económicas de cultivar *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) con protocolos que no afecten el medio ambiente, permiten generar empleos, aportar a la seguridad alimentaria y a la economía de algunas regiones aptas para su cultivo dentro del marco de la frontera agrícola establecida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura).

Si bien hay riesgos para el ambiente asociados a la introducción del *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) con fines de cultivo, los principales efectos nocivos al ecosistema hidrográfico y a las especies hidrobiológicas colombianas están dados principalmente y en su mayoría, por otras presiones antrópicas altamente nocivas (Ej. contaminación por residuos sólidos y aguas residuales, sedimentación por deforestación en las zonas de ladera, minería legal e ilegal, dragado de lechos, construcción y operación de represas para la producción de energía, desecación de ciénagas, lixiviación de agroquímicos a lechos de agua dulce, y eutroficación de sus aguas), más que por la presunta invasión del *Pangasius*.

La acuicultura cumple un papel fundamental en la seguridad alimentaria (FAO, 2020), y los reportes muestran que ya se encuentran en el país pies parentales de la especie (Gutiérrez *et al.*, 2012). Se considera que el crecimiento de la producción del *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) en Colombia podría superar las 10.000 toneladas/año y su cultivo respondería a la expectativa que genera una especie con gran potencial para la acuicultura, situación ya demostrada a nivel mundial.

Este documento analiza la información que se encuentra disponible sobre el *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878), ofreciendo la visión técnica desde el punto de vista del sector acuícola y pesquero sobre la eventual invasión del *Pangasius*, así como la viabilidad de establecer cultivos de la especie en condiciones ambientales, sociales y económicas sostenibles en el territorio nacional.

2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL PANGASIUS EN COLOMBIA

La información que se ha analizado en este documento se basa principalmente en los estudios que realizó el IAvH (IAvH, 2021), el informe final del proyecto realizado por AUNAP (Angarita *et al.*, 2021), la información del Servicio Estadístico Pequero de Colombia – SEPEC- y la información recolectada y analizada de otras fuentes sobre el tema.

2.1 Análisis jurídico internacional y nacional relacionado con el cultivo de Pangasius

En el contexto internacional, el cultivo de Pangasius ha sido autorizado para su cultivo en otros países de la región. (Brasil, República Dominicana, Costa Rica, México, República Dominicana), a pesar de ser una especie exótica y resaltando que algunos de estos países han suscrito al igual que Colombia el Convenio de Biodiversidad Biológica. A continuación, se relacionan los actos administrativos en Brasil:

- Instrucción Normativa No. 50 del 12 de septiembre de 2018 “Incluir especies de animales acuáticas caso *Pangasius hypophthalmus* bajo instrucciones de normas de control de cultivos previstas en la Resolución Número 05/2012”. Estado de Sao Paulo.
- Ley 10321 del 8 de enero de 2018 y Decreto 27684 del 26 de enero de 2018 “Reglamenta las actividades relacionadas con la acuicultura para utilizar especies nativas, exóticas o trasplantadas en aguas continentales o interiores, artículo 3” Estado do Rio Grande do Norte.
- Ley ordinaria 17453 del 20 de abril de 2021 “Queda permitido el cultivo de especies *Pangasius hypophthalmus*”. La norma entro en vigor el 20 de abril de 2021 Estado Do Ceará.
- Ley ordinaria 3825 del 17 de septiembre de 2021 “Queda permitido el cultivo de la especie *Pangasius hypophthalmus*”, Estado Do Tocantins.

Camelo *et al.* (2021) mencionan el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), **como el único convenio internacional vinculante** que trata de manera general aspectos sobre la introducción, control y erradicación de especies exóticas (artículo 8, literal h), y aclara que son los países suscritos al CDB, quienes deben buscar los mecanismos adecuados para su cumplimiento. Sin embargo, en el marco del CDB, se viene estableciendo una estrategia regional de biodiversidad que deberá tener en cuenta la posibilidad de que las especies introducidas puedan ofrecer nuevas alternativas de producción, por lo que ha instado a las partes a desarrollar diagnósticos con el fin de conocer el alcance y magnitud de la

problemática, así como de adoptar acciones de prevención y control.

En el contexto nacional, el decreto 2811 de 1974 (Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente) abrió la posibilidad no solo de prohibir, sino también de “reglamentar y regular la introducción, trasplante, cultivo o propagación de especies hidrobiológicas”, del artículo 266 al artículo 288 inclusive.

A nivel global, el *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) no esta incluida como una especie invasora para Suramérica por los resultados que arroja la Base de datos Global de Especies Invasoras de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -UICN- (<http://www.iucngisd.org/gisd>). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publicó su Plan Nacional para prevenir, controlar y manejar las especies introducidas, trasplantadas e invasoras y un diagnóstico y listado preliminar de estas especies, en la cual no incluyó al *Pangasius* (Minambiente, 2011). Gutiérrez *et al.* (2012b), reportaron además que el *Pangasius* no se halla incluida, ni tiene consideraciones previas por parte de las autoridades ambientales o pesqueras como una especie potencialmente peligrosa, ante lo cual no está incluida en ninguna de las Resoluciones sobre especies invasoras o de alto riesgo que ha establecido el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución No. 0848 de 2008; Resolución No. 207 de 2010, Resolución No. 654 de 2011) y no se conoce alguna nueva resolución que haya sido debidamente notificada a la AUNAP).

Por otro lado, la acuicultura está incluida **como una de las actividades pesqueras** (art. 3 de la ley 13 de 1990) y la acuicultura de subsistencia se ejerce por ministerio de la ley, por lo cual no se requiere permiso alguno de la autoridad competente para ejercerla. El Decreto Ley 4181 de 2011 creó la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y fijó sus competencias, y es la AUNAP quien luego creó un marco normativo sobre el cultivo de especies exóticas, fundada en consideraciones técnicas, económicas y sociales. De otro lado, la acuicultura debe realizarse en lo que se definió como Frontera Agrícola Nacional (Res. 261 de 2018 - Minagricultura), que establece que las actividades agropecuarias se pueden llevar a cabo en áreas determinadas del país cuya actividad económica esté circunscrita para los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, **acuícola y pesquero**.



Actualmente los pasos hacia un cultivo legal de recursos propios de la acuicultura en Colombia estarían dados por:

1. **Aplicar el Decreto 1780 de 2015 (incluido en el decreto 1071 de 2015- Minagricultura), que permite el cultivo de especies nativas y foráneas (artículo 2.16.4.1.3) introducidas o aquellas cuya introducción se acuerde conjuntamente entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la AUNAP (artículo 2.16.4.2.1).**

2. **Con base en los conceptos anteriores, la AUNAP aplicará los procesos correspondientes para hacer viable el cultivo de la especie, mediante acto administrativo fundado en consideraciones sobre las especies de peces que hayan sido introducidas o lo sean en el futuro acorde con el procedimiento al territorio nacional, sin perjuicio las normas legales vigentes sobre bioseguridad, salud pública y sanidad animal.**

Junto con la viabilidad de una especie introducida para cultivo legal, debe darse el respectivo ordenamiento para su administración. En el caso del *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El establecimiento de regulaciones que eviten la fuga de huevos, larvas, juveniles e inclusive adultos al medio natural.
- La expedición gradual de permisos de acuicultura que incluyan las regulaciones establecidas.
- La verificación de los cultivos en el marco de la frontera agrícola del país.
- El censo y registro geoespacial de los cultivos.
- El control y vigilancia por parte de la AUNAP y demás autoridades ambientales y policivas, cada una dentro del marco de sus competencias.
- La prohibición de la introducción de la especie como ornamental.
- El establecimiento de protocolos para importación de huevos, larvas, juveniles o adultos reproductores.

Camelo *et al.* (2021) por su parte, citan además varias normas, tales como la Constitución Política, el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), la Ley 99 de 1993, el Decreto Reglamentario 1676 de 2015, el Decreto Reglamentario 1071 de 2015 que incorpora el Decreto Reglamentario 1780 de 2015, en el marco de las cuales se

debe tener en cuenta el alcance y las competencias de cada institución, en donde para el cultivo de *Pangasius*, la competencia para su ordenamiento, administración, control y regulación, le corresponde a la AUNAP.

Al analizar la aplicación del artículo 329 de la ley 2111 del 29 de julio de 2021, sobre el manejo ilícito de especies exóticas, la situación actual del *Pangasius* ya existente en el medio natural, con los documentos hasta el momento publicados, **no permiten ni son suficientes para aportar las pruebas necesarias** para decidir que el *Pangasius* está poniendo en peligro la salud humana, o esté afectando significativamente el ambiente o las especies de la biodiversidad colombiana.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que el tema de las especies exóticas que hoy viene manejando el sector ambiental, se considera importante que el sector agropecuario (Minagricultura, AUNAP) pueda participar activamente en el Comité Técnico Nacional de Especies Introducidas y/o Trasplantadas Invasoras (Resolución 1204 de 2014-Minambiente) y en otras instancias que sean necesarias ya creadas o por crear, cuando las especies exóticas introducidas o por introducir tengan un interés socioeconómico que puedan traer beneficios para el país, sin perjuicio de los aspectos ambientales a considerar.



2.2 Aspectos de la historia de vida del *Pangasius* relacionados con su cultivo

De acuerdo con Riede (2004) es una especie tropical bentopelágica de agua dulce original del sur-este asiático, que puede llegar hasta 130 cm LT (Roberts y Vidthayanon, 1991), omnívoro (Ukkatawewat, 2005) y con migración reproductiva aguas arriba del río y alimentaria aguas abajo, desovador parcial, con talla de reproducción de 60 cm LT en 4 años con huevos pegajosos (Sokheng *et al.*, 1999; Van Zalinge *et al.*, 2002; Vidthayanon y Hogan, 2011), y alta fecundidad (Khanh, 1996).

Lasso *et al.* (2021) revisaron algunas características de la historia de vida y algunos aspectos taxonómicos de la especie. Sin embargo, la información existente de la especie en los ríos colombianos no permite confirmar el mismo comportamiento, al menos todavía, ya que los estudios con información in situ es muy poca en el medio natural colombiano. No es claro si ya hay una población reproductiva de la especie en nuestros ríos y no se sabe si tiene como en su hábitat natural original, el desove en lugares específicos del cauce del río, para satisfacer la condición de sus huevos pegajosos, y su adhesión a raíces de los árboles solo se puede dar en ciertos lugares de la cuenca del río Magdalena o en ciénagas que se alimentan del río. No se analizan otros parámetros de la historia de vida en el medio natural colombiano, como su crecimiento, mortalidad (total, natural, por pesca), patrón de reclutamiento, entre otros, muy seguramente porque los datos no alcanzan para hacer un análisis de este tipo. En las especies de bagres nativos, sus huevos son pelágicos y van a la deriva por las corrientes del río. Tampoco es claro si la especie resiste la salinidad, teniendo en cuenta que la salinidad del mar Caribe es alta por su condición natural ya que las desembocaduras y deltas que se forman tienen un rango estrecho de mezcla de aguas en las que la especie podría resistir la salinidad, lo que de constituiría en una presión adicional para formar poblaciones viables en esos ambientes.

El análisis llevado a cabo permite ver que Lasso *et al.* (2021) no incluyeron aspectos importantes que se requiere tener en cuenta en las redes tróficas que se desarrollan en los ríos colombianos, en donde esta especie, en sus periodos iniciales de vida (huevos, larvas, juveniles) pueden también ser presa de otros organismos y peces; además tampoco consideraron el papel que desempeña la pesca la cual se podría contar como un predador más y un regulador de la dispersión de la especie.

2.3 Evidencias de la invasión del *Pangasius* en Colombia

Para el sector ambiental, la eventual invasión del *Pangasius* es preocupante por sus características de la historia de vida que presuponen una rápida expansión. En la cuenca del río Magdalena-Cauca se reconocen 233 especies con el 68% de especies endémicas (García-Álzate *et al.*, 2020). Si el *Pangasius* se confirma como una especie establecida y con alto potencial invasivo, puede en teoría transformar la estructura y la composición de las especies en el ecosistema mediante la represión y exclusión de especies nativas, al competir por los mismos recursos o al alterar el ciclo natural de los nutrientes. De hecho, las invasiones biológicas se consideran como uno de los cinco factores de pérdida de biodiversidad, luego de la destrucción del hábitat (McNeely *et al.*, 2001).

Para el inicio de la década del 2010 ya se tenían reportes de que la especie se encontraba en el país, por lo expuesto en el Congreso Colombiano de Ictiología de mayo de 2011, donde acuicultores e ictiólogos afirmaron que en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Huila, Meta y Santander ya existían pies parentales de la especie. En ese tiempo se reportaba que no había estudios que permitieran aseverar los procesos invasivos del *Pangasius*, sobre el cual solo se conocía su presencia en el país, aunque si catalogaron la especie con un análisis de riesgo alto con puntajes por debajo de las especies de tilapia y trucha (Gutiérrez *et al.*, 2012a). En 2016 se reportó la presencia de la especie en aguas del río Magdalena (Valderrama *et al.*, 2016). Baptiste *et al.* (2021a) establecieron conceptos, criterios y factores que determinan las invasiones biológicas, y Baptiste *et al.* (2021b) describieron el proceso de invasión biológica del *Pangasius*, su establecimiento y dispersión. Por su parte, Angarita *et al.* (2021) presentaron los resultados de un estudio para “*Evaluar aspectos biológicos, de ecología trófica y sanitarios de diferentes grupos etarios del pez basa (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) obtenidos en Colombia y mantenidos bajo condiciones de confinamiento en la AUNAP*”, realizado a través del Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 301 de 2020 celebrado entre la AUNAP-CAM-CRA-USCO.



Del análisis basado en los conceptos de Babbiste *et al.* (2021a), se considera que el *Pangasius* en Colombia es una introducción secundaria en el medio natural, pues fue introducido intencionalmente como ornamental, muy seguramente referenciado con otro nombre en donde se conoce con el nombre de “*tiburoncito*” (Figura 1); solo cuando se presentaron iniciativas de cultivarlo para su consumo fue que seguramente se dieron las fugas al medio natural.



Figura 1: Juvenil de *Pangasius* comprado en una tienda de mascotas en Bogotá. Tomado de Valderrama *et al.* (2016).

Sin embargo, el *Pangasius* todavía **no se puede catalogar como especie establecida**, ya que no se ha logrado confirmar que existe una población viable reproductivamente en el medio natural de nuestros ríos. **Tampoco se puede catalogar como especie invasora** (según la definición del grupo de especialistas de la UICN – ISSG, 2010), ya que: no está establecida al no superar barreras reproductivas y **no se confirman efectos negativos conocidos** en lo ambiental, económico o de salud pública en el país. En este sentido, y según Blackburn *et al.* (2011), el *Pangasius* en Colombia es una especie transportada más allá de los límites de su rango nativo y de cultivo (Categoría B2) y también puede ser sobreviviente en el medio natural **sin reproducción confirmada** (Categoría C1).

Los biomodelos que aplican Babbiste *et al.* (2021b) son modelos geoespaciales que **predicen** la distribución y expansión **potencial** del *Pangasius*, analizando además el solapamiento de nicho con algunas especies nativas.

Para esto se toman 26 reportes de *Pangasius* confirmados entre 2015 y 2020 en Garzón y Agrado (Huila), La Dorada, (Caldas), Yondó, Cauca, Nechí, Santa Clara - río San Bartolomé-, Puerto Berrío y Sopetrán (Antioquia), Cimitarra, Puerto Parra, Ciénaga del Opión, Ciénaga de Chucurí y río Carare (Santander).

Aunque los biomodelos y herramientas estadísticas aplicados son adecuados para las predicciones que arrojan, este tipo de herramientas que predicen distribución geográfica manejan muchas variables. En este caso se comenzó con 71 variables y luego se depuraron a 11, aunque al final, según Babbiste *et al.* (2021b), no conocieron cuáles variables fueron las de mayor relevancia para el *Pangasius*, y si la pesca se incluyó como una variable que regula la población en el medio natural. Este tipo de modelos de distribución de especies (Maxent) sobre la base de reportes de ocurrencia (en inglés “presence-only”) asumen una cantidad de supuestos que pueden adicionar incertidumbre a los resultados; entre estas asunciones están

que los reportes provienen de un muestreo aleatorio o representativo y que las posibilidades de tener dicho reporte no se modifique con las covariables que determinan una probabilidad de ocurrencia; que se descarten los datos de ausencia analizando los datos de presencia-ausencia en el marco de solo datos de presencia, en donde puede haber malinterpretaciones en modelos predictivos basados en solo reportes de presencia, donde quienes corren este tipo de modelos creen poder descartar las limitaciones del diseño del muestreo (Yackulic *et al.*, 2013). Según Fourcade *et al.* (2014), estos modelos además pueden tener sesgos si el esfuerzo de muestreo es desigual en el área de estudio, lo que puede llevar producir predicciones incorrectas. En el caso de especies introducidas, Essl *et al.* (2018) intentó definir el estatus biogeográfico de una especie introducida, pero reconoce la incertidumbre en casos puntuales con respecto al tiempo transcurrido desde la introducción (no se conoce para el caso del *Pangasius* en Colombia), en grupos infra específicos (no aplica para el caso colombiano) y con respecto a las especies exóticas que dependen o no de asistencia humana para sobrevivir. Para este último caso, sin la confirmación del establecimiento de la especie en los ríos colombianos, es posible que los especímenes capturados en el medio natural provengan de fugas no intencionales de cultivos no autorizados.

El biomodelo con el escenario I (condiciones de idoneidad ambiental en el río Magdalena) de Babtiste *et al.* (2021b) muestran que la distribución **potencial** del *Pangasius* es del 51% en el río; en el escenario II asume la potencialidad de invasión del *Pangasius* en Colombia, dado que las condiciones climáticas de su área de distribución natural son muy parecidas a las del río Magdalena, por lo que en teoría sugiere que *“la especie tendría aptitudes biológicas que le permitirían potencialmente habitar la cuenca del río Magdalena, y además dispersarse en 11 ríos importantes de Colombia”* (tomado literal del texto).

En cuanto al solapamiento ambiental, los resultados de Babtiste *et al.* (2021b) muestran que el *Pangasius* puede tener un nicho ambiental que comparte con al menos tres especies nativas (el Blanquillo, la Doncella y el Bagre Rayado del río Magdalena); para el modelo de conectividad de dispersión de la eventual invasión, propone un flujo de sur a norte con flujos altos en los ríos Cauca, Magdalena (ciénagas de la cuenca baja) y Sogamoso e intermedio en el río Atrato, y 5 puntos altos de alta conectividad para la aparente invasión:

I. Río Cauca (cuenca media-baja),

II. Río Magdalena (cuenca media),

III. Ciénaga de Zapatosa,

IV. Río Cesar (cuenca media),

V. Río Atrato (cuenca baja).

Las posibles vías de introducción para su eventual dispersión en el país son:

a. Escape del confinamiento,

b. Inundaciones de instalaciones acuícolas,

c. Importación como ornamental,

d. Canales artificiales hacia el medio natural,

e. Introducida intencional a un área del medio natural desde donde después se dispersa por si sola.

Las evaluaciones del riesgo (2) de la **potencial** invasión del *Pangasius*, según Babtiste *et al.* (2012b), determinan un **riesgo alto** de invasión. Estos análisis tienen en cuenta sus características biológicas, la eficiencia de los recursos desde donde ha sido introducida, el comportamiento alimentario y reproductivo, las condiciones para su establecimiento, el historial de domesticación y cultivo en áreas de distribución no nativa, la similitud del clima, los reportes sobre su carácter invasor en otros países en donde ya haya sido introducida, y las respuestas de la comunidad a encuestas de 49 preguntas (herramienta FISK) y 55 preguntas (herramienta AS-ISK).

El modelo empleado por el IAvH (Babtiste *et al.*, 2012b) para determinar el potencial de dispersión e invasión del *Pangasius* en Colombia inició con 71 variables que se depuraron mediante técnica estadística hasta 11 variables que no fue posible conocer cuáles fueron. Se considera importante tener en cuenta otros factores (Ej. sedimentación, minería, contaminación, construcción de represas) que son importantes reguladores de dispersión y barreras para el desarrollo de poblaciones, tanto de *Pangasius*, como de especies nativas. El modelo de dispersión no alcanza a describir el proceso integral de una potencial invasión; la comparación del ambiente nativo del *Pangasius* (sureste asiático) y la del río Magdalena muestran una similitud, lo que supone reguladores ambientales similares para la especie en ambos lugares, que al corroborarse con los datos de capturas de 6 años, no parecen haber permitido a la especie tener un proceso de invasión agresiva que desplace otras especies nativas.

Por otra parte, las variables de invasividad se orientan hacia los aspectos del comportamiento de la especie, incluyendo a la acuicultura como una de las principales fuentes de dispersión, pero no considera aspectos como las relacionadas con sucesión ecológica, impactos en las cadenas tróficas y predación

por pesca. Además, que debería considerar la posibilidad de que el proyecto de navegabilidad del río Magdalena cambie diametralmente la estructura física del flujo hídrico del mismo.

Este tipo de modelos (Maxent) basados en reportes de ocurrencia (“presence-only”) asumen una cantidad de supuestos que pueden adicionar incertidumbre a los resultados; se asume que los reportes provienen de un muestreo aleatorio representativo y que la posibilidad de dicho reporte no se modifica con las covariables que determinan la probabilidad de ocurrencia; analiza solo los datos de presencia-ausencia en el marco de datos de presencia solamente, donde se puede malinterpretar resultados en modelos basados solo en reportes de presencia, descartando además limitaciones del diseño del muestreo (Yackulic *et al.*, 2013). Según Fourcade *et al.* (2014), estos modelos pueden tener sesgos si el esfuerzo de muestreo es desigual en el área de estudio, lo que puede producir predicciones incorrectas. En el caso de especies introducidas, Essl *et al.* (2018) reconoce la incertidumbre en la definición del estatus biogeográfico en casos puntuales con respecto al tiempo transcurrido desde la introducción (no se tiene certeza en Colombia), y con respecto a las especies que dependen o no de asistencia humana para sobrevivir; sin la confirmación del establecimiento de la especie en los ríos colombianos, es posible que los especímenes capturados en la pesca provengan de fugas no intencionales de cultivos no autorizados.

De otro lado, los análisis de Babbiste *et al.* (2021b) no incluyeron la información del sector pesquero. El Servicio Estadístico Pesquero Colombiano -SEPEC- recolecta su información a través de muestreos aleatorios estratificados y/o censales con muestreos diarios (cuando se puede y según las características de cada lugar) en **264 puntos** de recolección de información en todo el país (Figura 2), de los cuales por departamento serían **16 puntos en**



Figura 2. Lugares de toma de información del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano -SEPEC- a cargo de la AUNAP.

Antioquia, 15 en el Atlántico, 86 en Bolívar, 39 en Sucre, 14 en Córdoba, 28 en el Magdalena, 29 en el Cesar, 10 en Santander, 5 en Caldas, 4 en el Cauca, , 4 en Boyacá, 1 en Cundinamarca, 2 en el Tolima. A nivel de cuenca hidrográfica para el caso de los ríos Atrato, la cuenca del río Magdalena (incluyendo la cienaga de Zapatoza y el río San Jorge), el río Cauca y el río Sinú se tienen **125 puntos** de toma de información. La tabla 1 muestra dichos puntos por cuenca hidrográfica.

La información de la AUNAP-SEPEC muestra que entre 2016 e inicios del 2022, solo se han reportado 31.7 kg. de *Pangasius* entre 2016, 2019, 2020, 2021 y dos reportes en enero de 2022 (Tabla 2) en los últimos 6 años. Se puede evidenciar además que la pesca, si bien reporta muy poca captura de *Pangasius*, esta proviene de las cuencas del río Magdalena y el río Sinú.

Tabla 1. Numero de sitios de toma de información por cuenca hidrográfica y tipo de metodología del SEPEC. Fuente: SEPEC 2022.

CUENCA HIDROGRÁFICA	NO. DE SITIOS POR TIPO DE METODOLOGÍA		TOTAL
	CENSAL	MENSUAL	
Río Atrato	12	5	17
Ciénaga de Zapatosa		9	9
Río Cauca	1	21	22
Río Magdalena	17	28	45
Río San Jorge		20	20
Río Sinú		12	12
	30	95	125

Tabla 2. Reporte de la captura de Pangasius entre 2016 y enero de 2022. Unidades en Kilos. Fuente: SEPEC 2022.

TIPO DE FORMULARIO	FECHA	CUENCA O LITORAL	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	SITIO DEDESEMBARCO	PESO TOTAL (KG)
Volúmenes de pesca	6/10/2016	Magdalena	Caldas	La Dorada	Plaza de mercado (La Dorada)	3,50
Volúmenes de pesca	21/03/2019	Magdalena	Huila	Neiva	El Malecón (Neiva)	0,74
Volúmenes de pesca	4/04/2019	Magdalena	Huila	Neiva	El Malecón (Neiva)	2,60
Captura y Esfuerzo	11/04/2020	Sinú	Córdoba	Tierralta	Chapundun	6,00
Captura y Esfuerzo	10/08/2020	Sinú	Córdoba	Lorica	La Peinada	3,98
Volúmenes de pesca	27/12/2021	Magdalena	Antioquia	Puerto triunfo	Puerto Triunfo	3,10
Volúmenes de pesca	25/12/2021	Magdalena	Caldas	La Dorada	Buenavista (La Dorada)	1,50
Captura y Esfuerzo	17/01/2022	Sinú	Córdoba	Tierralta	Chapinero	6,90
Captura y Esfuerzo	28/01/2022	Magdalena	Antioquia	Nechí	San Nicolás (Nechí)	3,40
TOTAL						31,72

La tabla 3 muestra los desembarcos de especies similares (bagres nativos) y otras especies. Estos registros muestran variaciones en las capturas de año a año, pero por las capturas de *Pangasius* reportadas (tabla 1) esto no se debe a una eventual invasión de la especie, ya que no muestra en ningún caso, un descenso continuo en las capturas; así mismo, la estadística pesquera no evidencia un cambio drástico en la composición de especies capturadas (representatividad de cada especie en las capturas) que evidencie un proceso en marcha de invasión de la especie.

Tabla 3. Reporte de captura de especies nativas entre el 2016 y 2022 (enero). Unidades en Kilos. Fuente: SEPEC

ESPECIE	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Doncella	51,619.6	367,655.4	389,597.3	207,709.7	111,477.9	95,113.4	1,223,173.3
Bocachico	1,566,564.3	15,233,801.0	13,773,854.5	8,168,718.8	7,741,699.1	10,764,642.5	57,249,280.2
Nicuro	12,916.8	5,500.5	69,092.0	67,605.5	247,053.1	160,534.0	562,702.0
Capaz	38,622.2	202,664.4	215,347.2	214,471.8	287,674.2	449,446.1	1,408,226.0
Bagre del Magdalena	200,226.4	980,818.9	1,091,549.7	977,257.8	1,573,291.0	972,733.8	5,795,877.5
Blanquillo	87,847.0	621,588.8	689,446.8	657,552.7	526,524.0	394,520.5	2,977,479.9
TOTAL	1,957,799.9	17,412,029.0	16,228,887.5	10,293,335.8	10,487,772.9	12,836,990.3	69,216,815.4

La AUNAP además realizó un convenio de Cooperación científica y tecnológica (Angarita *et al.*, 2021) con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena -CAM-, Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA- y la Universidad Sur Colombiana -USCO- que tuvo además la participación del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA- y de profesores expertos de la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Córdoba, que pretendió establecer aspectos biológicos, de ecología trófica y sanitarios del *Pangasius* en cautiverio, con varios resultados de los cuales se resaltan los siguientes:

- Los patógenos identificados en los ejemplares estudiados en las estaciones piscícolas del Alto y Bajo Magdalena (EPAM Y EPBM) se asociaron al estrés ocasionado por el transporte, ya que los mismos han sido reportados en especies ornamentales sometidas a este tipo de movilizaciones.
- Todas las muestras analizadas fueron negativas para

Edwardsiella ictaluri, siendo los exámenes practicados simultáneamente por el ICA y por CorpaVet, en una muestra significativa (9%) de la población del estudio, que permitió determinar que los ejemplares de *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) no reportaron la presencia de este patógeno en Colombia.

- No hay evidencias de reproducción natural en cautiverio de la especie (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878).
- El comportamiento reproductivo del pez “basa” es similar al de nuestros silúridos nativos y los protocolos usados en otros países no se han estandarizado. Ello exige estudios que permitan desarrollar protocolos propios y realizar el seguimiento de parámetros de producción de huevos y larvas, evaluar la sobrevivencia, así como la definición de paquetes tecnológicos de alimentación para las etapas de larvicultura y alevinaje y la realización de estudios de ecología trófica en esos mismos grupos etarios.

los resultados de los ensayos experimentales de ecología trófica de este proyecto se resumen así:

- Los ejemplares de *Pangasius* (*pangasianodon hypophthalmus* sauvage, 1878) del estudio, no mostraron comportamiento caníbal intracohorte, comportamientos predatorios interespecíficos, es decir no mostraron indicios de predación o agresión. Contrariamente, se observó en los peces, un comportamiento de cardumen, ubicándose los de menor tamaño siempre a cada lado o debajo de los adultos, dando aspecto de una forma de refugio: por tanto, no se registró frecuencia de comportamiento caníbal.

- A pesar de mantener diferentes tallas en una misma pileta (en algunos casos de mayor tamaño el pez "basa"), no se observaron comportamientos agresivos por parte de los ejemplares de pez "basa" (*pangasianodon hypophthalmus* sauvage, 1878), así como tampoco se observó interés alguno de depredar a los juveniles de especies nativas; por tanto, no se reportó frecuencia de comportamientos predatorios interespecíficos.

- No se observaron comportamientos agresivos por parte de los ejemplares del pez "basa" (*pangasianodon hypophthalmus* sauvage, 1878), así como tampoco se observó interés alguno de depredar los juveniles de especies domesticadas; por tanto, no se reportó frecuencia de comportamientos predatorios interespecíficos.

- Considerando aspectos de oportunismo y necrofagia, no se observó que el pez basa realizara consumo de animales muertos de otras o de su misma especie. En contraste, algunas especies nativas como el caso de la "dorada" y el "capaz", demostraron su comportamiento carroñero oportunista, al consumir los peces que morían en los tanques.

- **No se registró en ninguno de los ensayos agresión** por parte de los ejemplares en confinamiento de la especie *Pangasianodon hypophthalmus* sauvage, 1878, hacia peces de su misma especie, hacia las especies nativas y/o hacia las especies domesticadas.

El análisis de los resultados de los biomodelos propuestos por babbiste *et al.* (2021b), por su carácter predictivo, no alcanzan a confirmar **la distribución real actual** de pangasius en el río Magdalena y ríos aledaños, y la misma naturaleza de los modelos, puede incluir una incertidumbre que puede llegar a ser significativa. la comparación de ciertos parámetros del ecosistema original del pangasius y el de los ríos colombianos parecen tener una gran similitud, y esto también puede operar como un condicionante de regulación de la invasividad de esta especie en el medio natural colombiano. si los ambientes naturales de ambos lugares son muy parecidos, los reguladores

naturales que tiene la especie en su nicho natural pueden ser similares a los que encuentre en ríos colombianos, especialmente en el río Magdalena. De esta manera, el grado de susceptibilidad a una eventual invasión de los ecosistemas receptores (características propias de los ecosistemas de nuestros ríos – invasibilidad) se manifiesta de tal forma que no es altamente susceptible a dicha invasión.

El *Pangasius* si puede entrar en un solapamiento de nicho con otras especies nativas del río, en especial con aquellas similares a las de su historia de vida (bagres nativos) e incluso con otras (Ej. Doncella), pero los datos de capturas provenientes de la actividad pesquera muestran que tanto por el ecosistema receptor (el río), como por las mismas especies nativas, el *Pangasius* no parece ser lo suficientemente agresiva como para desplazar las especies nativas de sus nichos naturales y mas bien, algo que podría estar pasando es que la especie haya entrado a competir en condiciones similares con todas las demás nativas. No todas las especies exóticas se vuelven invasoras (FAO y SAYDS, 2018) y su carácter invasor se desarrolla según las características particulares de los sistemas naturales (invasibilidad) en donde ha sido liberada y las características propias de su historia de vida (invasividad) le hayan ofrecido **ventajas significativas** sobre las especies nativas, pero esto, después del tiempo que ha transcurrido (al menos 6 años) en el medio natural colombiano, **parece no estar pasando**.

Como ya se mencionó, el *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) es una especie omnívora, de alta fecundidad y amplia tolerancia fisiológica, características que no se han desplegado en los ríos colombianos en al menos 6 años de proceso de invasión, a pesar del alto riesgo de invasión que se ha estimado para la especie (Gutiérrez *et al.*, 2012a; Babbiste *et al.*, 2021b). En cautiverio no ha mostrado comportamiento agresivo (Angarita *et al.*, 2021) y al ser consumidora de pequeños peces, no se constituye en un depredador obligado, independientemente de su talla (McGee, 2014).

No se ha podido comprobar el éxito reproductivo del *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) en nuestros ríos. Si así fuera muy seguramente el IAvH (2021) lo habría reportado, por lo que al menos ahora, no hay prueba de que hay poblaciones viables reproduciéndose en el río Magdalena, por ejemplo. Al elaborar una situación hipotética, en donde hubiera 10 hembras que desoven en promedio 1.000.000 de huevos cada una, con un porcentaje de sobrevivencia de sus huevos del 1% por hembra, en 3 años consecutivos, a una tasa instantánea de mortalidad como la del bagre rayado (Barreto *et al.*, 2014), se deberían estar registrando alrededor de 571 toneladas de *Pangasius* en el río Magdalena, pero la realidad muestra que las capturas son

mínimas (tabla 1). Sin embargo, esto no quiere decir que, si hay cierto suministro de especímenes de *Pangasius* al río con alguna frecuencia, la especie logre finalmente establecerse, o que a pesar de no haber evidencia al momento de que la especie haya roto la barrera reproductiva, si lo haya hecho en estos más de 6 años de estar en el medio natural (se reportó en el 2016 pero pudo haber estado allí hace un buen tiempo).

En cualquiera de los casos, se puede ver claramente como la información estadística pesquera de capturas puede operar como uno de los indicadores de la presencia del *Pangasius* en el medio natural colombiano y monitorear los procesos de eventual invasión de la especie. A pesar de los modelos predictivos, la información pesquera muestra que los biomodelos parecen no cumplirse de la manera que lo predijeron después de la introducción de la especie hace unos años, lo que se puede tomar como una buena noticia para los ríos colombianos.

2.4 El cultivo del *Pangasius*

Si bien el *Pangasius* muestra signos de sobreexplotación en el medio natural en el sureste asiático (Ej. Enomoto *et al.*, 2011), pero su cultivo (Figura 3) ha demostrado ser uno de los productos de la acuicultura con mayores rendimientos en el mundo. Según Michael McGee (experto en el cultivo de *Pangasius*) esta especie tiene un rápido crecimiento, se puede producir con altas densidades en estanque, tiene altos porcentajes de sobrevivencia, menores requerimientos de aireación, es resistente a aguas de baja calidad, puede respirar oxígeno de la atmósfera y no sufre de enfermedades catastróficas, con una reproducción controlable por el acuicultor, con una calidad y costo de alimento menor que en otras especies, una conversión a filete muy competitiva, un buen sabor, delicada textura aceptada por el consumidor, tiene un bajo costo de producción con respecto a otras especies, una alta producción por hectárea que puede estar entre las 250 y 500 toneladas métricas en estanques profundos de 4 a 6 m, y su cultivo puede ser ambientalmente sostenible (<https://www.aquahoy.com/no-categorizado/16359-el-pangasius-tiene-todas-las-caracteristicas-para-convertirse-en-un-exito-en-la-acuicultura>).

En Vietnam, Phan *et al.* (2009), reportaron como el cultivo del *Pangasius* ha tenido unos récords impresionantes, donde se le conoce con el nombre de “ca-tra, bagre sutchi, o bagre de río” llegando a tener una producción de 683.000 toneladas en el 2007 valuadas en USD 645 millones, siendo el más grande sistema de monocultivo del mundo en un área restringida.

Casi toda la producción es exportada a más de 100 países como filete congelado siendo una alternativa de pescado de carne blanca. Encontraron que el rendimiento del cultivo



Figura 3: Espécimen de *Pangasius* cosechado en un estanque de cultivo. Tomado de: <https://www.aquahoy.com/>

estaba más relacionado con la densidad de peces, la profundidad y el volumen del estanque, que con el área superficial del mismo, y que había diferencias entre lugares (provincias superior e inferior del delta del Mekong) así como la fuente de agua (río o canales).

Singh y Lakra (2012) reportaron el gran incremento del cultivo de *Pangasius* en la India, siendo el renglón de más rápido crecimiento con 0.7 millones de toneladas. Sin embargo menciona que la acuicultura no regulada puede traer consecuencias en aspectos socioeconómicos y en la biodiversidad, para lo cual se han desarrollado protocolos y guías para lograr una producción sostenible de la especie.

Nguyen (2016) documentó el mejoramiento de los indicadores de sostenibilidad del cultivo del *Pangasius* en Vietnam a través de la recirculación del agua y técnicas de tratamiento de los desechos, en donde estos pueden ser reutilizados en otras actividades de la granja acuícola. Ali *et al.* (2018) demostraron en su estudio con 201 acuicultores de Bangladesh de pequeña, mediana y gran escala. Estimaron que los costos promedio de producción anual, el ingreso bruto, el ingreso neto y la relación costo-beneficio fueron más altos en cultivos de mediana escala, seguidos por los de pequeña escala, en donde estos parámetros variaron significativamente según la ubicación de los cultivos; la alimentación y la densidad de siembra fueron los factores más importantes que influyeron en la producción y que, al aumentar la densidad de peces, la alimentación y la mano de obra se incrementa la rentabilidad del cultivo pero es necesario prestar atención al uso de los insumos para aumentar la producción.

En el 2018, la producción de *Pangasius* fue de alrededor de 2.8 millones de toneladas con un valor de aproximadamente USD\$3.6 millones y se han comenzado a implementar sellos de acuicultura sostenible (Ej. Aquaculture Stewardship Council – ASC - <https://www.asc-aqua.org/>) que evalúan las granjas acuícolas de *Pangasius* y las certifican para lograr ventajas

económicas, sociales y ambientales.

El Pangasius en Colombia, según proyecciones realizadas el impacto social y económico de cultivos de Pangasius puede generar cerca de 200.000 empleos nuevos, cerca de 600.000 toneladas y ventas de aproximadamente 1.200 millones de dólares (a US\$2/Kilo) (Anexo 1).

2.5 Efectos del cultivo del Pangasius en Colombia

El Pangasius *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) tiene muy buenos rendimientos como especie para la acuicultura, siendo ampliamente cultivado en países del sur este asiático (Ej. Vietnam, Tailandia), la India y en países latinoamericanos ya mencionados, en donde se ha demostrado que es una alternativa económica por sus buenos rendimientos; y social por contribuir a la seguridad alimentaria y al mejoramiento de la calidad de vida de la población vulnerable, situaciones que deberá enfrentar Colombia en el futuro inmediato.

Si bien es evidente que el Pangasius *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) entró de manera no autorizada país, no hay hoy ninguna persona natural o jurídica que tenga procesos judiciales en curso o sentencias en las que se haya comprobado un dolo en su introducción. La introducción no autorizada era una posibilidad que la AUNAP advirtió en las diferentes reuniones que se tuvieron frente al tema desde el año 2013 y efectivamente así sucedió. Sin embargo se ha reportado públicamente que el Pangasius fue introducido de manera no autorizada por granjas piscícolas al país, lo cual se ha divulgado en diferentes medios de comunicación (Ej. <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/pangasius-la-plaga-que-amenaza-al-emblematico-bocachico-colombiano/52504/>). Por eso es de vital prioridad tomar decisiones frente a su manejo en nuestro país, situación que puede llevarse a cabo en dos vías:

Eliminar los cultivos existentes de Pangasius persiguiendo y castigando a los presuntos infractores por cultivar una especie cuya introducción fue ilícita.

Esta opción buscaría identificar y judicializar a quienes ya producen Pangasius *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). Se les adjudicaría sanciones desde lo acuícola, ambiental y penal, dependiendo de cómo quede redactada la norma y cual o cuales instituciones expidan actos administrativos a este respecto. Los acuicultores de subsistencia no estarían cobijados, al menos **por parte del sector agropecuario**, pues la actividad acuícola de subsistencia se ejerce por ministerio de la ley y no requiere de permiso de la autoridad competente.

Si se opta por esta vía, es necesario considerar la reacción que puedan tener los productores no autorizados de Pangasius, cuando comiencen a arrestar o multar a los primeros acuicultores. Los que todavía no estén sancionados podrían buscar opciones para evitar su eventual judicialización, entre las cuales estarían:

I. vender masivamente su producto. Buscarían como deshacerse del producto que puede ser comercializado a precio competitivo en los mercados en donde ya lo están haciendo para evitar una mayor pérdida,

II. liberar masivamente huevos, larvas, juveniles y adultos de Pangasius al medio natural. Al verse asediados, y para evitar que en las eventuales inspecciones constaten las condiciones de su actividad, tratarían de deshacerse de la evidencia que los haga incurrir en una práctica que se haya establecido como ilegal (para establecerlo hay que agotar el debido proceso), a través de actos administrativos en los cuales, y como es obvio, se deberán respetar las competencias,

III. una combinación de las dos opciones anteriores.

IV. mantener los cultivos y enfrentar las sanciones y después demandarlas,

V. mantener los cultivos, asumir y pagar las sanciones sin emprender ningún recurso en su defensa.

Vale mencionar que algunos de esos acuicultores que quedarían en la ilegalidad, son excombatientes cobijados por el proceso de paz que han visto este cultivo como una de las oportunidades para reintegrarse a la sociedad.

Las consecuencias de esto podrían ser de diversa índole para lo que se pretende que es evitar o mitigar al máximo una invasión de la especie en nuestros ríos. La venta de Pangasius en los mercados no tendría mayor efecto con respecto al proceso de invasión de la especie en el medio natural colombiano, pero la descarga masiva de huevos, larvas, juveniles y adultos al medio natural si puede llegar a tener efectos sobre el proceso invasivo. Una descarga en el medio natural puede acelerar los procesos para un eventual establecimiento y desarrollo de poblaciones viables reproductivamente en nuestras aguas; potenciar su carácter de invasividad; y modificar repentinamente las condiciones naturales del río (invasibilidad) haciéndolo más susceptible a la invasión ante la introducción masiva al medio natural de la especie.

Es posible que, con una introducción de esa escala, se potencialice su capacidad de dispersión y llegue a lugares de los ríos y ciénagas (hotspots de conectividad según Babbiste et al., 2021b) en donde la especie disponga de más ventajas para

establecerse de acuerdo con las características de su historia de vida. También es posible que, a pesar de una introducción masiva, los ríos (especialmente el río Magdalena) tenga un nivel de invasibilidad tal que, a pesar de este embate masivo, pueda resistir y el ecosistema como un todo, incluyendo sus especies nativas, logre restablecer el orden que se tenía con la presencia previa del *Pangasius* en el medio natural actual (al parecer con poblaciones no viables).

Avanzar en un proceso para hacer viable el cultivo de *Pangasius*

Esta vía crearía el escenario para que, bajo un ordenamiento adecuado a las circunstancias (aparte 2.1), se regule el cultivo de *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) teniendo en cuenta aspectos ambientales, sociales y económicos, ofreciendo una oportunidad de diversificación de la acuicultura, incrementando significativamente los volúmenes de producción nacional y convertirse en una alternativa que aporte a la seguridad alimentaria, la mejora de la calidad de vida a poblaciones vulnerables del territorio nacional, la sustitución de las importaciones por una producción nacional, y la oportunidad de generar divisas (exportaciones) para el país que dispone de un mercado internacional enorme si se regulan o establecen cultivos con todos los requerimientos para evitar que sea uno de los factores de una eventual invasión del *Pangasius* en el medio natural colombiano.

Garzón *et al.* (2021) analizó los riesgos socioeconómicos de la introducción y dispersión del *Pangasius* en Colombia. Sus análisis se basan en el riesgo potencial que la introducción puede tener para las especies nativas que ofrecen servicios ecosistémicos y la afectación del bienestar de las comunidades pesqueras. Incluye además una valoración económica de esos servicios ecosistémicos desde la perspectiva de las pérdidas por la eventual desaparición de especies nativas, así como de los costos de monitoreo y control de las especies exóticas. Reafirman lo mencionado por Batiste *et al.* (2021) en donde los impactos ambientales del cultivo de *Pangasius* están relacionados con su capacidad para competir con especies nativas de hábitos alimenticios y zonas de desove similares, impactando los servicios ecosistémicos (provisión, regulación, cultivo) que proveen las nativas. También reportan que el *Pangasius* ya habita regiones con fuertes necesidades económicas y poca cobertura de servicios públicos, y con el cruce de información con los biomodelos (Babstite *et al.*, 2021b), infiere una potencial disminución de las poblaciones nativas, que repercutiría en una afectación a los pescadores y a su seguridad alimentaria. Sostienen, además, que el *Pangasius* contiene una menor cantidad de proteínas que las especies nativas y las costumbres de las comunidades se verían severamente afectadas.

Se considera que las predicciones de Garzón *et al.* (2021) muestran una situación catastrófica que después de al menos 6 años de la presencia del *Pangasius* en el medio natural, todavía no se observa. Los análisis realizados en el aparte 2.3 de este documento se puede corroborar que la presencia de *Pangasius* en el medio natural, no ha afectado la producción pesquera de especies nativas y que los reportes de *Pangasius* son muy escasos entre 2015 y 2020 (tabla 1). En este sentido, las afectaciones a la seguridad alimentaria, como a los servicios ecosistémicos que proveen las especies nativas han sido prácticamente nulas hasta el momento, ya que con un indicador indirecto como son los reportes de capturas se puede apreciar que el *Pangasius* no ofrece una competencia agresiva que haya incidido en una disminución significativa de las especies nativas más capturadas. Llama la atención como Garzón *et al.* (2021) relacionan 19 lugares de reporte de *Pangasius* y un número de individuos observados en la pesca que tienen un rango desde 15 hasta 665 especímenes según el lugar, basado en el trabajo de Valderrama *et al.* (2016). Sin embargo, Valderrama *et al.* (2016) presentan su reporte con pocos especímenes (7 especímenes, 3 del medio natural, y 4 comprados en tiendas de mascotas) y 11 lugares de presencia de *Pangasius*, algunos en plazas de mercado donde no pudieron constatar si venían de la acuicultura o del medio natural.

Por los datos actuales, se considera que la presencia de *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) en plazas de mercado obedece a aquellos provenientes de cultivos no autorizados y solo unos pocos provienen de la pesca (Figura 4) por lo que es posible entonces que la disminución de capturas de las principales especies en la cuenca del río Magdalena estén relacionadas más con los efectos que producen otras actividades humanas que ya se mencionaron anteriormente, incluyendo alguna afectación asociada a la actividad pesquera (Barreto *et al.*, 2014).

Es además importante poder establecer las condiciones actuales de las cuencas hidrográficas susceptibles de la eventual invasión, con respecto a los recursos aprovechables y



Figura 4. *Pangasius* capturado por la pesca artesanal del río Magdalena.
Foto: M. Gutiérrez, SEPEC-AUNAP ©

no aprovechables, la caracterización del estado actual trófico, reproductivo y de migración de las especies nativas, las condiciones ambientales (parámetros fisicoquímicos), la variación de la dinámica las aguas de los ríos (aguas altas, bajando, bajas, subiendo) y el comportamiento regional y local de las pesquerías.

Lo que se ha observado cuando una especie exótica se ha establecido en el medio natural y se ha comprobado su alto nivel de invasividad, ésta comienza a reportarse cada vez más y más en los registros de captura de la actividad pesquera, alterando en algunas ocasiones la composición de especies capturadas, donde unas especies desaparecen del registro (desplazadas), otras disminuyen considerablemente sus niveles de captura (replegadas a ciertos lugares donde pueden sobrevivir), y otras se mantienen (compiten con la especie introducida).

También es importante observar la reacción de la comunidad pesquera frente a la nueva especie introducida en sus capturas. Estas reacciones por lo general son altamente dependientes de la utilidad de la nueva especie. Si la especie es aprovechable, sirve para seguridad alimentaria y se inserta en el comercio local, regional o nacional con precios que son aceptables para toda la red de comercialización, la especie es aceptada e incluida en su diario vivir como una más (Ej. Tilapia). Si la especie no es aprovechable, degrada el ambiente y afecta las especies que comúnmente se capturan, la especie es rechazada y las denuncias al respecto aumentan gradualmente. Después de más de 6 años de haber empezado el proceso de invasión, no se tienen reportes de rechazo del Pangasius, muy seguramente porque muy poco se captura, y porque es una especie que ha sido aceptada en el comercio local, siendo reportada en plazas de mercado (tabla 2).

De otro lado, el estudio de Garzón *et al.* (2021) no tiene en cuenta los grandes beneficios sociales y económicos que podrían darse con cultivos debidamente regulados y ambientalmente viables (sin fugas de huevos, larvas, juveniles y adultos parentales), lo que, en términos de producción, puede aportar a compensar la situación general de la pesca en las cuencas hidrográficas (Ej. Cuenca Magdalena – Cauca), además de generar una cantidad importante de empleos y contribuir significativamente a la seguridad alimentaria de lugares que Garzón *et al.* (2021) identificaron con fuertes necesidades económicas.



2.6 Propuesta para el Pangasius en Colombia

Una de las principales causas para no permitir la evaluación del riesgo ambiental y el desempeño productivo del Pangasius a partir de la introducción de parentales a Colombia para realizar ensayos biológicos en condiciones controladas en estanques en el 2013 (Resolución 0389 de 2013), indicó que no era posible determinar y evaluar el potencial impacto que tendría la introducción y zoocría de parentales de Pangasius, que la especie es de alto riesgo y **se debía recurrir al principio de precaución**, pues la especie podría presentar afectación sobre la biodiversidad y funcionalidad del ecosistema, dado su potencial de invasor, carnívoro, y de la reproducción inducida con aplicación de hormonas, además de las supuestas o eventuales “*altas concentraciones de arsénico, mercurio y DDT encontradas en el agua y trazas de estos elementos en el animal*” (tomado literal del texto). De esta manera se determinó su inviabilidad técnica. A pesar de esta decisión y sus argumentos, no se pudo evitar que la especie entrara de todas maneras al territorio nacional.

La aplicación del principio de precaución en la decisión del 2013 buscaba evitar la entrada del Pangasius al territorio nacional, pero la realidad actual (2022) es que la inercia socioeconómica y los excelentes resultados que tiene esta especie en la acuicultura muestran como su gran potencial ha desbordado toda capacidad institucional o sectorial para impedir su llegada, y ya se encuentra en el río Magdalena y el río Sinú al menos.

Este documento ha presentado argumentos que permiten ver que los modelos de invasión no se han proyectado en el tiempo tal como el IAvH lo predijo. Por lo que es necesario buscar alternativas que no solamente apoyen la mitigación de una eventual invasión, sino que también aporte y brinde alternativas de desarrollo social y económico en lugares que muy seguramente lo requieren.

De esta manera, la AUNAP, además de seguir los protocolos ya establecidos para la introducción de especies exóticas al país con fines exclusivos de acuicultura, propone nuevamente un estudio integral piloto para el cultivo de Pangasius en condiciones controladas y ambientalmente sostenibles, como base técnica para el ordenamiento de la actividad con esta especie. Esta opción fue también considerada por el Presidente de Colombia en la reunión efectuada el 4 de octubre de 2021, siendo el Presidente enfático al manifestar que la decisión será tomada con conocimiento científico.

La AUNAP aporta a través del presente documento insumos técnicos y científicos adicionales a los ya generados, a través del estudio de investigación para “*Evaluar aspectos biológicos, de ecología trófica y sanitarios de diferentes grupos etarios del pez basa (Pangasianodon hypophthalmus Sauvage, 1878) obtenidos en Colombia y mantenidos bajo condiciones de confinamiento en la AUNAP*”, manifestando que todos estos son elementos deben ser integrados para llegar un análisis completo, ya que se está aportando información técnica, científica, obtenida en campo, la cual no fue tenida en cuenta en la publicación del IAvH titulado “*El pez basa, panga o Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia*”.

Desde la AUNAP se considera que la implementación de medidas de ordenamiento y control, son la herramienta más efectiva para evitar una eventual invasión por cuenta de una especie exótica *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878), ya introducida a los ríos colombianos (escape al medio natural).

Los argumentos para la introducción de una especie **para uso acuícola exclusivamente**, debe tener una base técnica sólida, además de argumentos ambientales, sociales y económicos distribuidos de manera equitativa y equilibrada, los cuales determinarán la viabilidad y las condiciones de la introducción. En este sentido, el estudio que se propone tiene una mayor justificación e incluye las siguientes características:

-  En estanques debidamente aislados del medio natural con la tecnología más apropiada que se disponga.
-  Sistema cerrado de circulación de agua, sin vertimientos al medio natural. Solo y de ser necesario algún vertimiento, el agua será tratada y se emplearán sistemas de contención y filtración que eviten el escape de huevos, larvas, juveniles o parentales y se implementarán sistemas de bioseguridad en el cultivo.
-  Supervisión y liderazgo de la AUNAP, con la participación de las autoridades que tienen algún tipo de injerencia en el tema, por tratarse de una especie introducida y la participación de la empresa privada.
-  Participación de la academia, centros de investigación, autoridades regionales ambientales y expertos nacionales e internacionales.
-  Participación de acuicultores artesanales e industriales.
-  Recolección de especímenes a partir de su incautación en cultivos no autorizados en el país (sin necesidad de importarlos).

Este proyecto permitirá continuar en un proceso lógico de investigación científica que se inició con el primer proyecto adelantado (Angarita *et al.*, 2021), cuyos resultados servirán para establecer los parámetros técnicos que serán adoptados para la administración y regulación a través de actos administrativos básicos para establecer cultivos comerciales en el país, teniendo en cuenta los requerimientos ambientales que sean necesarios.

Además de realizar el proyecto piloto, en el aparte 2.1 de este documento se resaltan también las condiciones que deben tenerse para un ordenamiento del cultivo del *Pangasius* para que este sea ambiental, social y económicamente sostenible.

La AUNAP propone comenzar además un proceso de colaboración de doble vía con el IAvH y otros institutos de investigación del sector ambiental con jurisdicción en aguas continentales, la academia y Organizaciones no Gubernamentales (ONG), para el monitoreo del *Pangasius* en el medio natural. Los sistemas de monitoreo de la AUNAP (SEPEC, Programa de Observadores Pesqueros de Colombia) pueden servir de plataforma para que conjuntamente se puedan adelantar estudios sobre el proceso de invasión del *Pangasius*. Esta colaboración puede incluir datos de reporte en los diferentes lugares de toma de información, datos biológico-pesqueros (tallas, pesos), apoyo en la toma de muestras para el estudio conjunto de su biología en medio natural (gónadas, estómagos, musculo, otolitos). Esto puede aportar a la propuesta de estudios sobre el *Pangasius* que proponen Escobar y Lasso (2021). El monitoreo es uno de los rubros más costosos, y las plataformas de monitoreo de la AUNAP pueden aportar significativamente a este rubro, en un trabajo conjunto de mutuo beneficio.

3. CONCLUSIONES

-  El *Pangasius* está presente en el país y es necesario tomar decisiones con respecto a su manejo y correcta regularización. FEDEACUA considera que puede haber una producción estimada de más de 10.000 toneladas, para lo cual se considera que es necesario un manejo y control.
-  En el contexto internacional, varios países, incluyendo países latinoamericanos, se ha permitido la introducción del *Pangasius* para la acuicultura, a pesar ser una especie exótica, subrayando que algunos de estos países han suscrito, al igual que Colombia el Convenio de Biodiversidad Biológica.
-  El Convenio de Diversidad Biológica se encuentra desarrollando una estrategia regional que tendrá en cuenta la oportunidad que las especies introducidas ofrecen para el desarrollo de la acuicultura como alternativa de producción.
-  En el contexto nacional se dispone de la legislación que permite viabilizar el cultivo de especies introducidas en donde se determinan las competencias de cada sector; por lo pronto no es posible aplicar la modificación del código penal en cuanto a las especies exóticas hidrobiológicas, por no cumplir los requerimientos establecidos.
-  Para dar aplicación al artículo 329 de la ley 2111 de 29 de julio de 2021 es preciso demostrar, agotando el debido proceso, que el acuicultor obró con dolo, que la especie es invasora, que pone en peligro la salud humana, el ambiente o las especies de la biodiversidad colombiana. Como ya hay evidencias de el *Pangasius* se está cultivando en el territorio nacional, desde la AUNAP consideramos la opción de domesticación como una mejor medida de control y de conservación.
-  No es posible aplicar el artículo 329 de la ley 2111 del 29 de julio de 2021, ya que no se pueden aportar pruebas que permiten asegurar que el *Pangasius* es peligroso para la salud humana o esté afectando significativamente el ambiente o especies de la biodiversidad colombiana.
-  Se debe considerar como una preocupación no menor, la reacción que puedan tener los productores ilegales de *Pangasius* al ser perseguidos, y sin duda cuando se arreste o multe el primer productor, serán muchos los que van a liberar a cuerpos de agua naturales miles de individuos de *Pangasius*. Así las cosas, lo que se pretende
 - evitar para proteger la biodiversidad y espíritu de la Ley 2111 de 2021, tendrá el efecto contrario con la súbita llegada a cuerpos de agua naturales de esta especie, no como un accidente, si no como la reacción para evitar ser enjuiciados. Además de ello, se tendría la obligación de entrar a procesar judicialmente a excombatientes, hoy productores en el marco de un proceso de paz, dedicados a la piscicultura con *Pangasius* y otras especies.
-  Se conocen bien las características básicas de la historia de vida del *Pangasius*, pero es necesario llevarle un estricto seguimiento a la especie en nuestro territorio para atender y resolver eventuales variaciones que se presenten.
-  La información analizada permite establecer que el *Pangasius* es una introducción secundaria, en categorías B2 (transportada más allá de su distribución natural) y C1 (sobreviviente en medio natural sin reproducción confirmada en ambientes naturales de nuestros ríos). Lo anterior permite inferir que no hay una población establecida (reproductivamente viable) de *Pangasius* en el medio natural de nuestros ríos hasta el momento.
-  De acuerdo con la definición de especie invasora de la IUCN (ISSG, 2010; en Babbitt *et al.*, 2021a), el *Pangasius* no se puede considerar como tal, porque no se confirman poblaciones establecidas reproduciéndose en el medio natural, no se confirman efectos negativos conocidos en lo ambiental, económico o de salud pública en el país.
-  Al no haber evidencias de que la especie tiene poblaciones viables reproductivamente, las predicciones del modelo no confirman la **distribución real** de la especie en la actualidad, ya que después de al menos 6 años en nuestros ríos, no se evidencia poblaciones establecidas que compitan y desplacen especies nativas en el medio ambiente natural colombiano.
-  Los modelos empleados para determinar el potencial de dispersión e invasión del *Pangasius* en Colombia, muestra una aproximación de la dispersión de la especie en el que se superponen ambientes similares de su nicho natural; El modelo empleado por el IAvH para determinar el potencial de dispersión e invasión del *Pangasius* en Colombia no permitió conocer cuales fueron las variables con las que finalmente se estimaron los resultados. No fue posible saber si se tuvieron en cuenta en las variables, algunos estresores y barreras que pueden afectar, tanto

al *Pangasius* como a las especies nativas. La dispersión estimada solamente no describe la intensidad de la eventual invasión, sobretodo cuando los ecosistemas de su ambiente nativo y los del río Magdalena son similares suponiendo reguladores ambientales parecidos.

- ✓ En los esquemas presentados las variables de invasibilidad se orientan hacia los aspectos selectivos del comportamiento de la especie unidos a la acuicultura como un factor negativo, pero no considera aspectos como las relacionadas con sucesión ecológica, impactos en las cadenas tróficas y predación por pesca. Además, que debería considerar la posibilidad de que el proyecto de navegabilidad del río Magdalena cambie diametralmente la estructura física del flujo hídrico del mismo.
- ✓ Se exalta que, hasta el momento, a pesar del alto riesgo de invasión por su carácter de alta invasividad del *Pangasius*, no se observa en nuestros ríos (Ej. Río Magdalena). Esto puede deberse a la condición de alta resistencia de nuestros ríos (invasibilidad) y de su similitud con otras especies nativas, que contienen su invasión y la asimilan como otra más del nicho natural.
- ✓ Es posible que el *Pangasius* logre establecerse finalmente en el río al confirmarse poblaciones reproductivamente viables en el futuro; es posible también que ya lo haya hecho y no se tengan evidencias de ello. A pesar de ello la especie no muestra una invasión agresiva que evidencie ventajas significativas sobre otras especies del sistema hidrográfico.
- ✓ La información *in situ* que aporta la AUNAP a través del SEPEC no permite confirmar un alto grado de invasividad de la especie en los ríos colombianos, ya que hay pocos registros de su captura; los cambios en los volúmenes de captura de otras especies no parecen deberse a la eventual invasión por *Pangasius*; y la composición de las especies nativas no ha cambiado en 6 años. Es posible que la similitud de los ambientes de los ríos en el sureste asiático y en Colombia, ofrezcan condiciones similares para la regulación ecosistémica del *Pangasius* en aguas colombianas.
- ✓ Los resultados del estudio de investigación para "Evaluar aspectos biológicos, de ecología trófica y sanitarios de diferentes grupos etarios del pez basa (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) obtenidos en Colombia y mantenidos bajo condiciones de confinamiento en la AUNAP", realizado a través del Convenio de Cooperación Científica y Tecnológico No. 301 de 2020 celebrado entre la AUNAP-CAM-CRA-USCO, permitió concluir en los

ensayos experimentales que la especie *Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage (1878) **no presenta grado alguno de agresión o comportamientos predatorios hacia las especies nativas o domesticadas**, ni ataques intraespecíficos por lo que se puede concluir que, bajo condiciones de cautiverio, el pez "basa" o "*Pangasius*" en sus estadios juveniles y de adulto, **puede convivir con otras especies, sin representar riesgo de predación**; al respecto McGee, M. (2014), comprueba que esta especie siendo consumidora de pequeños peces, no se constituye en un depredador obligado (independientemente de la talla).

Adicionalmente, se resaltan entre otras conclusiones:

- 💡 No hubo presencia de *Eduarsiella ictaluri*, uno de los parásitos patógenos de mayor afectación del *Pangasius* en otros países ni otros patógenos trasmisibles a otras especies.
- 💡 No hubo evidencias de reproducción natural en cautiverio.
- 💡 En el tratamiento sin alimentación durante el ensayo experimental, los individuos de *Pangasius* no mostraron indicios de predación o agresión intra e interespecífica, pero si un comportamiento de cardumen, con los más pequeños a cada lado o debajo de los adultos.
- 💡 No se observó que consumiera peces muertos, a diferencia de La Dorada y el Capaz, que si mostraron comportamiento carroñero oportunista.
- 💡 Aunque el estudio fue desarrollado en un tiempo y número de individuos limitado, el análisis de sus resultados permite establecer de manera preliminar que el *Pangasius* no presenta comportamientos agresivos frente a especies nativas, ni tampoco frente a su propia especie, lo cual es coincidente con literatura internacional y trabajos experimentales en otros países que también demuestran ello.
- ✓ En este sentido, se puede considerar como una especie susceptible de ser cultivada siguiendo los protocolos establecidos para especies introducidas en Colombia, teniendo en cuenta los procedimientos que sean necesarios para evitar el riesgo de escape. Es además una especie a la cual se le pueden controlar las enfermedades en cautiverio por lo que el riesgo de transferencia de patógenos sería mínimo. Aunque las consideraciones de Babbiste *et al.* (2021b) deben tenerse en cuenta, estos resultados muestran con datos "*in situ*" que las predicciones del riesgo llevadas a cabo con su

modelo sobre dispersión de enfermedades se pueden reducir al máximo con tratamientos adecuados en cautiverio.

✓ La posibilidad de desarrollar un cultivo de *Pangasius* ambientalmente viables puede traer beneficios sociales y económicos, diversificar la acuicultura, incrementar los volúmenes de producción nacional, aportar a la seguridad alimentaria desde la producción de proteína animal mejorar calidad de vida, sustituir las importaciones, generar divisas (exportaciones) y evitar ser un vector de invasión en el medio natural colombiano. En este sentido, según proyecciones realizadas el impacto social y económico de cultivos de *Pangasius Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878): puede generar en Colombia cerca de 200.000 empleos nuevos, cerca de 600.000 toneladas y ventas de aproximadamente 1.200 millones de dólares (a US\$2/Kilo), **ver Anexo 1.**

✓ En el contexto internacional, el cultivo de *Pangasius* ha sido autorizado en varios países de la región, entre ellos Brasil, donde está siendo manejado de forma responsable con el medio natural, buscando aprovechar el potencial en equilibrio una producción responsable y la conservación de la biodiversidad, **ver Anexo 2.**

✓ Se hace necesario desarrollar un piloto integral experimental con el *Pangasius* en condiciones controladas, con bioseguridad, que permita demostrar la aplicabilidad y uso de sistemas que son alternativas modernas orientadas a producciones seguras y sostenibles, cuyo uso y conocimiento, sin duda aporta elementos para generar condiciones de ordenamiento que pueden evitar que la especie hoy producida de forma irregular, sea parte de los impulsores de la invasión del *Pangasius* en ríos colombianos.

✓ Este documento aporta información adicional sobre la base de información recolectada en campo durante 6 años y propone alternativas razonables para desarrollar un cultivo de *Pangasius* ambientalmente sostenible que inicie con un proyecto integral piloto que sienta las bases del cultivo en el país, así como una administración y regularización que evite el escape al medio natural.

✓ La información del sector ambiental **solamente no constituye una base suficiente y única evidencia** para prohibir el cultivo de *Pangasius* y que esta actividad se constituya en un delito en el país.

✓ La gran mayoría de especies sobre la cual se basa la producción del sector agropecuario colombiano (café, palma de aceite, caña de azúcar, banano, ganado vacuno, porcino, ovino, aves, etc.) son especies introducidas que han dado bienestar a todos los sectores del país; existen además otras causas mucho más complejas y difíciles de manejar que hoy principalmente afectan la biodiversidad acuática colombiana, tales como contaminación por residuos sólidos y aguas residuales en ríos, la creciente carencia de conectividad que afecta ríos y ciénagas (que afecta negativamente la reproducción de los peces), la sedimentación por deforestación, minería legal e ilegal en ríos, dragado del lecho del río para navegación, construcción y operación de embalses para generar energía hidroeléctrica, ampliación de la frontera agropecuaria ilegal con desecación de ciénagas, irrespeto a la ronda hídrica legal, lixiviación de agroquímicos al lecho del río, entre otras, que hacen ver que el *Pangasius* no sea uno de los principales problemas que podría afectar los recursos hidrobiológicos nativos colombianos.



4. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a todo el personal del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano -SEPEC- que estuvo involucrado en la recolección de información pesquera en las cuencas hidrográficas de nuestros ríos. Entre ellos están Luis Manajarres, coordinador general, Luis O. Duarte, jefe de análisis de datos, Roberto Rivera, coordinador de pesca artesanal de consumo, y Huguer Reyes, coordinador de soporte informático, Carlos Salazar Pérez como apoyo a la coordinación de la información de pesca artesanal de consumo, los supervisores de campo Ayrini Mora Rhenals, Jesika Cortés Salcedo, Ovidio Brand Bonilla, Jhasbleidy Palacios Valdés, William Pérez Doria, Eimmy González, Lilian Reza Gaviria, Luz Stella Barbosa, Ángel Villa Restrepo, Rosa Riascos Cuero Luis Manajarres, Luis O. Duarte, Roberto Rivera, Huguer Reyes y Carlos Salazar. Así mismo la confirmación de la especie estuvo a cargo de los taxónomos Armando Ortega Lara, Diego Córdoba Rojas y Luis Nieto Alvarado, y los colectores de información en campo (directamente involucrados) Elkin David Zarante Tordecilla, Yeidis Patricia López Sierra, Luz Elena Bedoya Bravo y Mafe Gutiérrez Yara.

Agradecimientos especiales al equipo de OGCI – AUNAP y las entidades ejecutoras del Convenio de Cooperación de Actividades Científicas y Tecnológicas No. 301 de 2020 AUNAP – CAM – CRA – USCO, al equipo de Supervisores y profesionales de apoyo al Convenio Carlos Augusto Borda, María del Pilar

Dorado, Olga Lucía Lara, Larry Javier Robles, Mónica Avilés y Leidy Hidalgo, al Director general de la AUNAP Nicolás Del Castillo Piedrahita y a la Jefe de la OGCI Maria Rosa Angarita P.

A la Corporación Autónoma del Alto Magdalena, a su director Camilo Agudelo, y a los profesionales Katherine Arenas y Edwin López.

A la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, a su director Jesús León Insignares y a los profesionales Ayari Rojano Marín Delgado y Erhent Madariaga.

A la Universidad Surcolombiana – USCO y su Rector encargado, Edwin Alirio Trujillo Cerquera y el decano de Ciencias naturales Rubén Darío Valbuena, al equipo del proyecto Hellen Sánchez, Nicolás Rodríguez, Roselys Llorente, Wilmar Toledo, Alvaro Lenin, Edson Villamizar, Julio Cesar Otero, Jeisson Osorio, Yamid Camacho, Paola Williamson.

A los expertos académicos: Dr. Víctor Julio Atencio García, Miguel Landínes, Carlos A. David Ruales y Angélica Otero.

A la corporación ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburra y al Parque Explora.



5. BIBLIOGRAFÍA

Ali H, Rahman MM, Murshed-e-Jahan K, Dhar GC. 2018. Production economics of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878) farming under polyculture system in Bangladesh. *Aquaculture* 491: 381-390. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.004>

Angarita MR, Sanchez HJ, Valbuena V, Ruben D. 2020. Evaluación de aspectos biológicos, de ecología trófica, y sanitarios de diferentes grupos etarios de pez basa *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) obtenidos en Colombia y mantidos bajo condiciones de confinamiento en la AUNAP. Bogotá. 463p.

Baptiste MP, Lasso CA, García-Loaiza LM. 2021a. Introducción a las especies exóticas e invasiones biológicas: bases y conceptos científicos. En: El pez basa, Panga o Pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. Bapteste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 11-16pp.

El pez basa, Panga o Pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. Bapteste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 51-85pp.

Barreto CG, Hernández SJ, Valderrama M, Alonso JC, Salas F. 2014. Estado de conservación de la población del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* en la cuenca Magdalénica, valoración de implicaciones ambientales y socioeconómicas y definición de escenarios de ordenación pesquera y sostenibilidad. En: Estado de los Principales Recursos Pesqueros de Colombia - 2014. Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Puentes V, Escobar FD, Polo CJ, Alonso JC (Eds.). Oficina de Generación del Conocimiento y la Información, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP ©. 200- 212pp.

Blackburn TM, Pyšek P, Bacher S, Carlton JT, Duncan RP, Jarošík V, Wilson JR, Richardson DM. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends Ecol Evol.*, 26 (7), 333-9. [10.1016/j.tree.2011.03.023](https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023). Epub 2011 May 19. PMID: 21601306

Camelo A, Muñoz N, Castro P. 2021. Contexto Político Normativo Internacional Y Nacional Acerca De La Biodiversidad

Y Las Especies Exóticas. Capítulo 2. En: El pez basa, panga o *Pangasius*, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. Bapteste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 18-42pp.

Enomoto K., Ishikawa S., Hori M., Hort S., Srun L.S., Nao T. and Kurokura H., 2011. Data mining and stock assessment of fisheries resources in Tonle Sap Lake, Cambodia. *Fish. Sci.*, 77, 713–722. DOI:10.1007/s12562-011-0378-z

Escobar MD, Lasso CA. 2012. Estrategias de Manejo para Minimizar el Riesgo de Dispersión del *Pangasius*, *Pangasianodon Hypophthalmus* (Sauvage 1878) en Ecosistemas Naturales de Colombia. En: El pez basa, panga o *Pangasius*, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. En: Bapteste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 106- 116 pp.

Essl F, Bacher S, Genovesi P, Hulme PE, Jeschke JM, Katsanevakis S, (...), Richardson DM. 2018. Which taxa are alien? Criteria, applications, and uncertainties. *BioScience*, 68(7): 496-509. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy057>.

FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.

FAO y SAyDS. 2018. Material didáctico sobre especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina. Cuaderno para el docente. Segundo ciclo del nivel primario. Buenos Aires. 87p.

Fourcade Y, Engler JO, Rödder D, Secondi J. 2014. Mapping Species Distributions with MAXENT Using a Geographically Biased Sample of Presence Data: A Performance Assessment of Methods for Correcting Sampling Bias. *PLoS ONE* 9(5): e97122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097122>

García-Álzate C, DoNacimiento C, Villa-Navarro FA, García-Melo JE, Herrera G. . Diversidad de Peces de la Cuenca del Río Magdalena, Colombia. 2020. En: Jiménez-Segura, L. y C. A. Lasso (Eds.). Peces de la cuenca del río Magdalena, Colombia: diversidad, conservación y uso sostenible. Pp. 239-263. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH. Bogotá, D. C. 85-114 pp.



Garzón CA, Escobar Liza MD, Rojas T, Castellanos JP. 2021. Riesgos Socioeconómicos de la Introducción y Dispersión del Pez Basa, Panga o Pangasius, *Pangasianodon Hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes, Pangasiidae) en Colombia. En: Babtiste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 86- 105pp.

Gutiérrez FdP, Lasso CA, Baptiste MP, Sánchez-Duarte P, Díaz AM (Eds.). 2012a. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos IAvH. Bogotá, D. C., Colombia, 335p.

Gutiérrez FdP, Baptiste MP, Lasso CA, Álvarez-León R. 2012b. *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878). Ficha descriptiva.. 130-13pp. En: Gutiérrez FdP, Lasso CA, Baptiste MP, Sánchez-Duarte P, Díaz AM (Eds.). 2012a. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos IAvH. Bogotá, D. C., Colombia, 335p.

IAvH. 2021. El pez basa, Panga o Pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. Babtiste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia.185p.

Khanh PM. 1996. Induced spawning of river catfish. Research Institute for Aquaculture, Saigon.

Lasso CA, Donascimento C, Escobar MD. 2021. Aspectos Taxonómicos e Historia de Vida del Pez Basa, Panga o Pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (sauvage, 1878) (Siluriformes, Pangasiidae) en Colombia. En: El pez basa, panga o Pangasius, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage,1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en Colombia. Babtiste, MP, Ochoa JM, Lasso CA, Gomez C, Rueda AM (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 18-42pp.

Lonsdale, W. M. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, 80(5), 1522-1536. <https://www.jstor.org/stable/176544>

McGee MV. 2014. Pangasius Culture in Western Hemisphere. Global Seafood Alliance. Consultado en: <https://www.globalseafood.org/advocate/pangasius-culture-in-western-hemisphere/#:~:text=With%20the%20use%20of%20established,species%20in%20the%20Western%20Hemisphere.&text=In%20some%20cases%2C%20pangasius%20has,tolerance%20of%20intensive%20culture%20conditions.>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2011. Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras: Diagnóstico y listado preliminar de especies introducidas, Trasplantadas e invasoras en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos IAvH; The Nature Conservancy –Colombia – TNC; Franco A, Baptiste MP, Díaz J, Montoya M. Bogotá, D.C. 131p.

Nguyen N. 2016. Improving sustainability of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming in the Mekong Delta, Vietnam through recirculation technology. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, NL. 180p. ISBN: 978-94-6257-919-4; DOI: <http://dx.doi.org/10.18174/394644>

Phan LT, Bui TM, Nguyen TTT, Gooley GJ, Ingram BA, Nguyen HV, Nguyen PT, De Silva SS. 2009. Current status of farming practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture* 296 (3-4): 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.08.017>

Riede,K. 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.

Roberts,TR. Vidthayanon C. 1991. Systematic revision of the Asian catfish family Pangasiidae, with biological observations and descriptions of three new species. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 143:97-144.

Singh AK, Lakra WS. 2012. Culture of *Pangasianodon hypophthalmus* into India: Impacts and Present Scenario. Pakistan Journal of Biological Sciences, 15: 19-26. DOI: 10.3923/pjbs.2012.19.26

Sokheng C, Chhea CK, Viravong S, Bouakhamvongsa K, Suntornratana U, Yoorong N, Tung NT, Bao TQ, Poulsen AF, Jørgensen JV. 1999. Fish migrations and spawning habits in the Mekong mainstream: a survey using local knowledge (basin-wide). Assessment of Mekong fisheries: Fish Migrations and Spawning and the Impact of Water Management Project (AMFC). AMFP Report 2/99. Vientiane, Lao, P.D.R.

Ukkatawewat S. 2005. The taxonomic characters and biology of some important freshwater fishes in Thailand. Manuscript. National Inland Fisheries Institute, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Bangkok, Thailand.

Valderrama M, Mojica JI, Villalba A, Ávila F. 2016. Presencia del pez basa, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. Biota Colombiana, 17 (2), 98–104. <https://doi.org/10.21068/C2016.v17n02a13>

Vidthayanon C, Hogan Z. 2011. *Pangasianodon hypophthalmus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011.e.T180689A7649971. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T180689A7649971.en> Van Zalinge, N, Sopha L, Bun NP, Kong H, Valbo Jørgensen J. 2002. Status of the Mekong *Pangasianodon hypophthalmus* resources, with special reference to the stock shared between Cambodia and Viet Nam. MRC Technical Paper No. 1, Mekong River Commission, Phnom Penh. 29 pp. ISSN: 1683-1489

Yackulic CB, Chandler R, Zipkin EF, Royle JA, Nichols JD, Campbell EH, Veran S. 2013. Presence-only modelling using MAXENT: when can we trust the inferences? Methods in Ecology and Evolution 2013, 4, 236–243. doi: 10.1111/2041-210x.12004.



ANEXO 1

PANORAMA DE IMPACTO SOCIAL Y PRODUCTIVO DE PANGASIUS

1) PRODUCCIÓN Y COSTOS									
	ALEVINO		ALIMENTO		PERSONA	ENERGIA	ADMON	*	POLLO
	Ud	\$	C/A	#	\$	\$			
TILAPIA	2	100	1,5	\$3.750 (\$2.500)	300	450	150	\$ 4.850	\$ 4.000
BASA	1	450	1,1	\$2.200 (\$2.000)	150	150	3800	\$ 3.250	
(*) falta depreciación y financieros									

2) MERCADO									
A) SUSTITUCIÓN M = 50.000 TON US\$90.000.000								50.000	
B) INCREMENTO CONSUMO = 8 KILO PERSONA 400.000 TON - 16K- PROMEDIO MUNDIAL 21 K								400.000	TON
C) -10% DE IMPORTACION DE USA US\$ 60.000 - 100.000 TON - OTROS MERCADOS (MEXICO, SURAMERICA)								50.000	TON
								600.000	

3) EMPLEO									
3K=1 EMPLEO		200.000	NUEVOS EMPLEOS						

4) PILOTOS DEMOSTRATIVOS EN CAUTIVERIO EN SISTEMA CERRADO CON RECIRCULACIÓN (1. Caribe 2. Magdalena 3. Orinoquia)									
6 TANQUES	BIOSEGURIDAD	CONTENCIÓN Y RECIRCULACIÓN	PARTICIPANTES				VALOR 3 PROYECTOS		
			CAR	AUNAP	ACADEMIA	SECTOR PRIVADO	\$ 600.000.000		
6 ESTANQUES									



ANEXO 2



Cultivo de Pangásius (*Pangasianodon hypophthalmus*) no Brasil: origens e cenário atual.



Fevereiro, 2022



AUNAP

AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA

"Acuicultura y Pesca con Responsabilidad"



AUTORIDAD NACIONAL DE
ACUICULTURA Y PESCA
AUNAP



**El campo
es de todos**

Minagricultura