



TESIS DOCTORAL

BASES CIENTÍFICAS PARA CONTRIBUIR A LA GESTIÓN DE LA PESQUERÍA COMERCIAL DE BAGRES (FAMILIA PIMELODIDAE) EN LA AMAZONIA COLOMBIANA Y SUS ZONAS DE FRONTERA

Por:

EDWIN AGUDELO CÓRDOBA

Investigador

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Colombia

Director:

Dr. MIGUEL PETRERE JUNIOR

Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade
Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação,
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil

Tutor:

Dr. SERGIO ROSSI HERAS

Instituto de Ciencias y Tecnologías Ambientales (ICTA)
Universidad Autónoma de Barcelona, España

INSTITUT DE CIÈNCIA I TECNOLOGIA AMBIENTALS – ICTA, UAB

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
OPCIÓN ECONOMÍA ECOLÓGICA Y GESTIÓN AMBIENTAL

Barcelona, abril de 2015





INSTITUT DE CIÈNCIA I TECNOLOGIA AMBIENTALS – ICTA, UAB

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
OPCIÓN ECONOMÍA ECOLÓGICA Y GESTIÓN AMBIENTAL

**BASES CIENTÍFICAS PARA CONTRIBUIR A LA GESTIÓN DE LA PESQUERÍA
COMERCIAL DE BAGRES (FAMILIA PIMELODIDAE) EN LA AMAZONIA
COLOMBIANA Y SUS ZONAS DE FRONTERA**

Por:


EDWIN AGUDELO CORDOBA

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para obtener el título de Doctor en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias y Tecnologías Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona

Supervisada por:



Dr. Miguel Petre Junior
Director



Dr. Sergio Rossi Heras
Tutor



**A Myriam Córdoba y Gonzalo Agudelo,
forjadores de mi vida**

**A mis sobrinos y hermanos, dueños de mi más profundo
respeto y cariño**

A mis amados Alejandr@s, fuente de alegría y pasión

**Y a mis amigos, los que ya marcharon y los que por fortuna
aún siguen presentes, mi sincera gratitud y afecto**

AGRADECIMIENTOS

Para poder llevar a cabo la presente investigación y finalizar este doctorado en Ciencias Ambientales, han sido muchas las personas y entidades que me han apoyado. Intentaré en próximas líneas agradecer a cada una de ellas por haberme ayudado a dar los pasos que me trajeron hasta donde hoy he llegado, espero no incurrir en olvidos y si cometo alguna omisión, adelanto desde ya mis sinceras disculpas.

Debo agradecer al Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi en Colombia, por brindarme el espacio para lograr ésta profundización académica. A la doctora Luz Marina Mantilla Cárdenas, Directora General y la doctora Rosario Piñeres Vergara, Subdirectora Administrativa por respaldar este trabajo. Como también, a cada uno de los miembros de las unidades de apoyo administrativo del Instituto SINCHI.

Deseo reconocer y dar las gracias al Dr. Miguel Petrere Junior, director de la tesis doctoral, quien hace muchos años tuvo a bien motivarme para que hiciera estudios de postgrado. Aprecio todo su tiempo, sus ideas y su apoyo; para mí es claro que sin él, ésta tesis no habría sido posible. Igualmente, debo expresar mi reconocimiento al Dr. Joan Martínez Alier, quien apoyó desde el principio mi ingreso y permanencia en el doctorado en ciencias ambientales. Igualmente a la oficina de apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental en la Universidad Autónoma de Barcelona, como a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo– AECID de quien fui becario y quien permitió mi estancia en Cataluña.

Aprecio y agradezco la amistad, confianza y hospitalidad brindada por Adriana Rosa Carvalho y Ronaldo Angelini en Brasil, fundamentales para el desarrollo de la presente investigación. Igualmente a mi parcerero Fabrice Duponchelle del IRD de Francia con quien he tenido la suerte de poder trabajar en los últimos años.

Agradezco a mis compañeros del Instituto SINCHI por su colaboración en este proceso, Marcela Nuñez, Luis Eduardo Acosta, Lilia Pérez García, Sonia Sua; al equipo de trabajo en ecosistemas acuáticos, especialmente a César Augusto Bonilla, Guber Alfonso Gómez, Astrid Alexia Acosta, Brigitte Dimelsa Gil, Humberto Salvino Cruz y Dina Luz Trujillo; a Nelly Amías, Eugenia Guayamba, William Quintero, Sandra Mora y Martha Luz Curi de la Sede Leticia. Tampoco puedo dejar de reconocer las palabras de aliento de mis compañeros del Instituto Sinchi desde las distintas sedes de trabajo en la Amazonia de Colombia, como también a mi socio y amigo Juan Carlos Alonso y sobre todo a mi entrañable amigo Augusto “Coco” Mazorra, que por cosas del destino ya no está con nosotros, pero quien acompaña estos logros desde los espacios celestiales.

Quiero recordar el aprecio y amistad recibida por mi “familia” en Barcelona integrada por los Jaramillo, los Agudelo y los Arquillo y de ellos, agradecer a Martín (q.e.p.d),

Fredy, Leidy Viviana, Eme y Heriberto, por los gratos momentos vividos durante mi estancia. Igualmente, reconozco y agradezco la amistad y apoyo de mi colega de doctorado Gusmán Catari Yjra y de mi grato amigo Hernando Bernal Zamudio.

También deseo mencionar a Carlos Alberto Rodríguez Fernández, Hernando Váldez Carrillo y Anita Mejía Restrepo, quienes en su papel de putativos, siempre tuvieron un consejo, un apunte o una voz de aliento para evitarme desistir en este agotador camino. Igualmente, debo agradecer el fundamental apoyo recibido por mis queridos amigos y sus familias; en Palmira a Francisco Javier Carmona, Carlos Fernando Ortíz, Orlando Ortíz Ortíz; en Bogotá a Octavio Eraso, Claudia Liliana Sánchez, Jorge Humberto Argüelles Cárdenas; en Leticia a Diego Luis Muñoz Sosa; en Cali a Jaime Alberto Celis, Miguel Cortés y la “Nena” Paredes y en Japón a Gustavo Adolfo Serrano.

Agradezco y dedico este esfuerzo a mis amados padres Myriam y Gonzalo quienes con su ejemplo, sus enseñanzas, sus sacrificios, sus aciertos y también sus desaciertos, forjaron en mí el sentido del orden, la perseverancia, la responsabilidad, el respeto y el buen humor. Gracias Madre mía por alojar y sostener la fuerza suprema que me protege y el ilimitado cariño que me reconforta...!

Mis hermanos (William, Jhon Jairo y Giselle Nicolle), mis sobrinos (Alina, Estefanía, Jhon Eyvind, Julián, Vanessa, Santiago e Isabella) y mis cuñados (Jackeline, Juan Miguel y Nubia) hacen también parte de ese baluarte de afecto, alegría y buenos deseos que diariamente me acompaña desde las distancias en las que siempre me encuentro. Gracias querida familia por todo ese apoyo y cariño fraternal...!

A mi amor de largo aliento y bastión fundamental, Alejandra Fernández Figueredo, quien entre abrazos, pucheros, besitos y regaños no me permitió desfallecer durante este largo doctorado y además, me regalo ese maravilloso ser humano: Alejandro Agudelo Fernández quien hoy acompaña, engalana, alegra y conduce nuestras vidas.

Gracias familia por tener siempre el corazón abierto para escucharme y brindarme su afecto...!

Este es pues el fin de un largo proceso académico y con este logro doy cumplimiento a la promesa hecha, a esa palabra empeñada hace varios años en el seno familiar en Palmira aquella plácida tarde de un agosto, cuyo año ya no recuerdo...

Baste decir familia, que el esfuerzo, la amistad, el cariño, la disciplina y la perseverancia nos ayudan a alcanzar nuestros sueños y este doctorado ha sido un logro de todos y para todos...

RESUMEN

Los peces son uno de los principales recursos alimenticios, culturales y económicos en la Amazonia, importantes para la seguridad alimentaria de los núcleos familiares ribereños como en la generación de ingreso a quienes dependen económicamente de la extracción de este recurso natural. Las labores pesqueras han presentado un desarrollo tecnológico en la cuenca para su comercialización, lo que ha permitido la optimización de este oficio, ocasionando la captura de volúmenes importantes y toda una dinámica económica en la región que supera los límites nacionales. Resultado de lo anterior, se registra una disminución sensible en las cifras de desembarque, especialmente sobre las especies más importantes comercialmente. En tal sentido, esta tesis doctoral, se ha enfocado en analizar variables biológicas y pesqueras, así como el componente humano y económico de esta actividad en la frontera en Colombia con Brasil y Perú.

Se analizó la evolución de los tamaños de captura de las principales especies de bagres comerciales en un período de 10 años (2001-2010), obteniendo resultados alarmantes para zonas fronterizas de Colombia con Brasil y Perú, debido a la alta proporción de peces que son capturados por debajo del tamaño mínimo permitido por la legislación pesquera colombiana. Igualmente, se determinaron características del ciclo biológico, parámetros de crecimiento y mortalidad del bagre *Brachyplatystoma rousseauxii* en la zona de frontera de Colombia con Brasil, encontrando altos índices de mortalidad por pesca, que indican una alta presión sobre ese recurso, puesto que las tasas de explotación resultantes (0,63 a 0,72) señalan sobre-explotación.

A su vez, se examinaron variaciones a largo término de las biomásas de las principales especies comerciales de bagres (Familia Pimelodidae) para la pesquería que se realiza sobre el río Amazonas con ayuda del programa Ecopath (EwE), elaborando un modelo ecotrófico para cuantificar flujos de materia/energía, interacciones en la trama trófica y simulaciones sobre el comportamiento a futuro de la pesquería de bagres hasta el año 2035. El pronóstico de los rendimientos de la pesquería no fue alentador, pues el modelo estimó que el desembarque total seguirá disminuyendo durante los próximos años. Así que la producción media de pescado estará pasando de 0.38 t/km² alcanzadas durante los mejores años de la pesquería (período 1997-2006), para llegar a una cifra cercana a las 0.16 t/km² en años futuros (período 2026-2035), lo que puede generar fuertes consecuencias sociales y económicas, debido a la importancia que esta actividad en la región de frontera.

La tesis demuestra que la presión de la pesca comercial ha contribuido a generar amenazas sobre las poblaciones de peces comercialmente importantes y recomienda trabajar en estrecha colaboración entre científicos, usuarios y autoridades

competentes de Colombia, Brasil y Perú a razón de mejorar la difícil situación que hoy presenta la pesquería comercial de bagres. Por tanto, los análisis que se derivan de la información recolectada, son un instrumento científico para promover procesos de ordenación y desarrollo pesquero en esta región de Colombia

Palabras claves: Amazonia colombiana, bagres, pesquerías, dinámica poblacional, tamaños de captura, Ecopath

ABSTRACT

Fish are one of the major food, cultural and economic resources in the Amazon, important for food security of riverside households as in the income generation who are economically dependent on the extraction of this natural resource. Fishing labors have presented a technological development in the basin because of the commercialization, which has allowed the optimization of this trade, generating an important captures volumen and a complete economic dynamics in the region that overcomes the national limits. As a result of the previous situation, a sensitive decrease is registered in the numbers of unloading, specially on the most important commercial species. To this respect, this doctoral thesis, has focused in analyzing biological and fishing variables, as well as the human and economic component of this activity in the Colombia, Brazil and Peru's border.

The evolution of capture sizes of major commercial species of catfish were analyzed over a period of 10 years (2001-2010), obtaining alarming results for border areas of Colombia with Brazil and Peru, due to the high proportion of fish that are captured below the minimum size allowed by the Colombian fisheries legislation. Likewise, life cycle characteristics, growth parameters and mortality of catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* were determined in the border area of Colombia with Brazil, finding high levels of fishing mortality indicating a high pressure on that resource, since rates operating result (0.63 to 0.72) indicate over-exploitation.

In turn, were examined long-term variations from the biomass of the main commercial species of catfish (Family Pimelodidae) for the fishery which is carried on Amazon using the Ecopath program (EwE), developing a ecotrophic model to quantify matter/energy flows, food web interactions and simulations about the future behavior of the catfish fishery until 2035. The forecast yield of the fishery was not encouraging because the model estimated that the total landings continue to decline during the next years. So the average fish production will be rising from 0.38 t/ km² achieved during the best years of the fishery (period 1997-2006), to arrive at a figure close to 0.16 t/ km² in future years (period 2026-2035). It means if the messy dynamics of fishing, gathering and marketing of catfish continues, they will generate significant environmental, social and economic consequences, because of the importance of this activity in the daily lives of the riverside resident of the Colombia border with Brazil and Peru.

The thesis demonstrates that commercial fishing pressure has helped to generate threats on the commercial important fishes populations and in the way to improve the hard situation presented nowadays in the catfishes commercial fisheries, recommends a close work between scientists, users and the competent authorities in Colombia, Brazil

and Peru. Therefore, the analyses from the collected information, are a scientific instrument to promote processes of arrangement and fishing development in this region of Colombia.

Key words: Colombian Amazon, Catfishes, fisheries, Population dynamics, captures size, Ecopath

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO 1. LOS RECURSOS PESQUEROS DE LA CUENCA AMAZÓNICA COLOMBIANA.....	21
1.1. Introducción.....	21
1.2. La Amazonia colombiana	23
1.3. La riqueza íctica en la Amazonia colombiana.....	25
1.4. La pesca de subsistencia o autoconsumo	26
1.5. La pesca comercial de consumo	30
1.6. El manejo pesquero	35
CAPÍTULO 2. DISMINUCIÓN DE LOS TAMAÑOS DE CAPTURA EN LA PESQUERÍA COMERCIAL DE BAGRES AMAZÓNICOS	39
2.1. Introducción.....	39
2.2. Materiales y métodos	40
2.3. Resultados	42
2.4. Discusión.....	48
CAPÍTULO 3. REPRODUCCIÓN, CRECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DEL DORADO <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> EN EL RÍO CAQUETÁ (DEPARTAMENTO DE AMAZONAS)	53
3.1. Introducción.....	53
3.2. Materiales y métodos	55
3.3. Resultados	61
3.4. Discusión.....	69
CAPÍTULO 4. RELACIONES TRÓFICAS Y PRODUCCIÓN PESQUERA DEL ECOSISTEMA DEL RÍO AMAZONAS EN COLOMBIA EN FRONTERA CON BRASIL Y PERÚ, ANALIZADAS MEDIANTE ECOPATH (EwE).....	75
4.1. Introducción.....	75
4.2. Materiales y métodos	79
4.3. Resultados	101
4.4. Discusión.....	120
CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES FINALES.....	130
5.1. Articulación trasfronteriza en el manejo de los recursos pesqueros compartidos	134
5.2. Implementar un plan de trabajo regional para la disminución de los indicadores negativos de peces por debajo del tamaño mínimo de captura con el concurso de acopiadores de pescado	136
5.3. Promover el establecimiento de infraestructura para el procesamiento de pescado en Leticia.....	138
CHAPTER 5. FINAL CONSIDERATIONS (English version).....	142
5.1. Trans boundary coordination for the management of shared fisheries resources	145
5.2. Implement a regional work plan for reducing the negative indicators of fish below the minimum allowable size with the intermediaries' cooperation.	146
5.3. Set up an infrastructure for fish processing in Leticia.....	148
BIBLIOGRAFÍA.....	151

ANEXO 1. PRINCIPALES ESPECIES COMERCIALES DE LA FAMILIA PIMELODIDAE.....	178
--	-----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación histórica del comercio pesquero en la Amazonia colombiana (1950-1998).	22
Tabla 2. Las especies de peces de cuero y escama de mayor interés comercial en la región amazónica	33
Tabla 3. Movilización anual (toneladas) de pescado amazónico según especie, desde Leticia al interior del país y promedio histórico.....	36
Tabla 4. Tamaños Mínimos Reglamentados -TMR para diez especies de bagres de la Amazonia colombiana.....	41
Tabla 5. Promedios y rangos de longitud estándar (Ls en cm) y peso (W en kg) de <i>B. rousseauxii</i> en el río Caquetá según año y sexo tanto para hembras, machos y todos los individuos	62
Tabla 6. Longevidad (t_{max}) y parámetros de crecimiento calculados para hembras, machos y sexos combinados de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> en el río Caquetá (La Pedrera) a partir del análisis de longitudes estándar para el período 1995 - 1997.....	65
Tabla 7. Longitud estándar según edad (calculada a partir de VBGF) para hembras, machos y sexos combinados de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> en el río Caquetá.....	65
Tabla 8. Estimaciones de mortalidad ($año^{-1}$) y tasas de explotación (E) para hembras, machos y todos los individuos de <i>B. rousseauxii</i> en el río Caquetá.	68
Tabla 9. Relación de la bibliografía y ubicación geográfica utilizada para generar la matriz de dietas del modelo Ecopath para el ecosistema del río Amazonas en Colombia (Leticia) en frontera con Brasil y Perú	99
Tabla 10. Variables de peces de interés económico y consumo local utilizadas para calcular datos de entrada del Modelo Ecopath. Z: mortalidad total, F: mortalidad por pesca, M: mortalidad natural, NT: nivel trófico, K: constante de crecimiento, W_{∞} : peso asintótico, Ar: relación aspecto aleta caudal, H y D: índices de alimentación (Temperatura media del agua: 27°C).....	101
Tabla 11. Matriz de la composición de la dieta de los grupos considerados para el ecosistema del Suroriente Amazónico Colombiano mostrando la depredación relativa (porcentaje) de un componente (columna) sobre otro (fila), preparada para el balanceo del ecosistema mediante Ecopath	104
Tabla 12. Parámetros de entrada definidos para los compartimientos establecidos del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú junto con los generados por la modelación de Ecopath (en paréntesis y letra cursiva). NT: nivel trófico generado por Ecopath, B: biomasa, P/B: relación producción/biomasa, Q/B: relación consumo/biomasa, EE: eficiencia ecotrófica, GEi: relación producción/consumo, CPB: captura anual de bagres en el área de estudio, CPC: captura anual de pescado para consumo local, Vul: vulnerabilidades utilizadas en la rutina Ecosim.....	110
Tabla 13. Resultados encontrados para los atributos ecosistémicos (Odum 1969) e indicadores del estado de madurez para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú.....	111
Tabla 14. Comparación de atributos ecosistémicos del modelo Bagres para el eje del río Amazonas en Brasil (Angelini <i>et al.</i> 2006a) frente al modelo del río Amazonas para el área fronteriza en Leticia	112
Tabla 15. Cifras pronosticadas para el año 2035 utilizando Ecopath (EwE) para estimar la biomasa anual final (t/km^2) y captura anual (t/km^2) en la pesca de consumo local y en	

la pesca comercial de bagres para el río Amazonas en la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú), considerando distintos escenarios. I: si no se hace nada y todo sigue igual (F=1); II: si se detiene completamente la pesca (F=0) ; III: si se incrementa el esfuerzo en la pesca de bagres (F=2); IV: si se incrementa el esfuerzo en la pesca de consumo (F=4); V: si se pierde cobertura boscosa y VI: incremento en los esfuerzos de pesca en bagres (F=2) y consumo local (F=4) con pérdida del 20% de cobertura vegetal 120

Tabla 16. Cálculos del rendimiento en filete para las principales especies de bagres comercializadas como pescado entero desde Leticia. Análisis realizado a partir del promedio de movilización del período 2000-2011. Cifras en toneladas..... 139

Tabla 17. Análisis financiero de la comercialización anual de bagres desde Leticia considerando la venta de pescado entero hacia Bogotá (método actual) y el procesamiento de pescado en filetes, atendiendo diferentes volúmenes de acopio (opción 1: volumen actual; opción 2: 70% del volumen actual; opción 3: 50% del volumen actual; opción 4: 28% del volumen actual)..... 140

Table 18. Calculations filet steak from Leticia, for the main catfish species marketed as complete fish. Analysis carried out using the mobilization average for the period 2000-2011. Data in tons..... 149

Table 19. Financial analysis of annual catfish marketing from Leticia considering selling whole fish to Bogota (current method) and processing fish fillets , taking different volumes of collection (option 1: Current volume; Option 2: 70% of the current volume; option 3: 50% of the current volume; option 4: 28% of the present volume) 150

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la cuenca amazónica en Colombia y esquema general de la cuenca con los principales lugares de captura y comercio de pescado	24
Figura 2. Representación porcentual de los principales ordenes de peces registrados en la Amazonia colombiana.....	26
Figura 3. a) Origen de la producción pesquera de Colombia (promedio entre 2006 - 2009) y b) representatividad del comercio de pescado de origen amazónico movilizado desde Leticia, frente a las principales cuencas de Colombia (promedio 2006-2009)	34
Figura 4. La movilización de pescado amazónico en: a) río Caquetá (Araracuara y La Pedrera) y b) río Putumayo (Puerto Leguízamo), presentando las tendencias negativas del rendimiento pesquero.....	35
Figura 5. La Amazonia colombiana y sus departamentos, mostrando los puertos de acopio de pescado con fines de consumo humano en Leguízamo y Leticia.....	41
Figura 6. Evolución global del porcentaje de bagres capturados por debajo del TMR a lo largo del período 2001- 2010 y su comparación con el consolidado del quinquenio 1995-2000 para el río Putumayo (nivel de afectación: alto=anaranjado, medio=amarillo).	43
Figura 7. Comparación por especie del indicador de individuos capturados por debajo del TMR al inicio de la década de 2000 frente a su última actualización en 2010 para el río Putumayo.....	43
Figura 8. Comportamiento del indicador de bagres capturados por debajo del TMR en el río Putumayo a lo largo de la década 2001- 2010 y su comparación con la cifra del quinquenio 1995-200, para las especies: baboso (<i>B. platynemum</i>), barbachato (<i>P. pirinampu</i>), dorado (<i>B. rousseauxii</i>), lechero (<i>B. filamentosum</i>), pintadillo rayado (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) y simí (<i>Calophysus macropterus</i>)	44
Figura 9. Promedio anual y desviación de la longitud estándar de las principales especies de bagres capturados en el sector de Puerto Leguízamo en el río Putumayo para la década 2000-2010	45
Figura 10. Evolución del porcentaje de bagres capturados por debajo del TMR a lo largo del período 2001- 2010 y su comparación con el consolidado del quinquenio 1995-2000 para el río Amazonas (nivel de afectación: alto=anaranjado, medio=amarillo).....	46
Figura 11. Comparación por especie del índice de individuos capturados por debajo del TMR al inicio de la década de 2000 frente a su última actualización en 2010 para el río Amazonas (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio/amarillo, bajo=verde. n=6145).....	46
Figura 12. Comportamiento del indicador de bagres capturados por debajo del TMR en el río Amazonas a lo largo de la década 2001- 2010 y su comparación con la cifra del quinquenio 1995-200, para las especies: barbachato (<i>P. pirinampu</i>), dorado (<i>B. rousseauxii</i>), pirabutón (<i>B. vaillantii</i>), pintadillos (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) y simí (<i>Calophysus macropterus</i>) (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio=amarillo, bajo=verde).....	47
Figura 13. Promedio anual y desviación de la longitud estándar de las principales especies de bagres capturados en el sector de Leticia en el río Amazonas para la década 2000-2010.....	48
Figura 14. La Amazonia en Colombia mostrando su división política (mapa inferior izquierda), principales ríos y principales regiones de pesca de bagres destacando los puntos de María manteca, La Pedrera y Villa Betancourt en el río Caquetá.....	56

Figura 15. Variación de los porcentajes mensuales de madurez (estados 3 y 4) de hembras de <i>B. rousseauxii</i> (círculos blancos) en el río Caquetá entre los años 1995 – 1997 y su relación con el nivel del río (línea negra).....	63
Figura 16. Histogramas de frecuencia de longitud estándar y curvas de crecimiento correspondientes a la función de von Bertalanffy para a) Hembras, b) Machos y c) todos los individuos combinados (hembras, machos, sexados, no sexados e indeterminados) de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> en el río Caquetá durante 1995 - 1997.	64
Figura 17. Tamaño medio de madurez sexual para machos (puntos negros) y hembras (triángulos blancos) de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> en el río Caquetá, Colombia..	66
Figura 18. Estimación de la mortalidad total mediante el método de longitudes convertidas en curva de captura para a) hembras, b) machos y c) todos los individuos de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> capturados en el río Caquetá entre 1995 - 1997.....	67
Figura 19. Aproximación geográfica del área de estudio en la región amazónica occidental, mostrando a Leticia en Colombia (4°13'28.02"S - 69°56'38.82"O) y el área de influencia de la pesca de bagres entre las poblaciones ribereñas del río Amazonas entre Pebas – Perú (3°19'44" S - 71°52'44" O) hasta Tefé – Brasil (3°19'14" S - 64°43'24"O).....	79
Figura 20. Comportamiento del nivel medio de las aguas del río Amazonas a la altura de Leticia, a lo largo de un ciclo anual.....	80
Figura 21. Modelo trófico para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando la ubicación de los distintos compartimientos incluidos y las fuentes de biomasa que son transferidas a lo largo del sistema (el tamaño del círculo se asocia con la biomasa en t/km ²).....	103
Figura 22. Diagrama Lindeman que representa el flujo energético para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando la entrada, utilización y salida de energía en cada nivel trófico considerado.....	114
Figura 23. Matriz de impactos tróficos combinados para los grupos incluidos en el modelaje del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando el comportamiento positivo (rectángulo blanco) o negativo (rectángulo negro) sobre el resto del ecosistema (listado horizontal superior), cuando se incrementa la biomasa de un componente (listado vertical)	115
Figura 24. Índices de especies clave (KSi) para los grupos incluidos en el modelo del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, identificando los 10 primeros valores. Para cada grupo, KSi fue graficado contra el impacto total relativo y fueron ordenados de mayor a menor KSi.....	116
Figura 25. Captura observada y estimada (eje Y) utilizando Ecosim para los principales bagres explotados en el río Amazonas frontera de Colombia con Brasil y Perú proyectado en un horizonte hasta el año 2035.....	117
Figura 26. Diversos escenarios y respuesta en el comportamiento de volúmenes de captura de bagres en el río Amazonas hasta el año 2035 (eje Y en t/m ²).	118
Figura 27. Pronóstico del rendimiento pesquero para 13 especies de bagres capturados en la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú) entre 1998 y 2035, simulados a partir de EwE para un esfuerzo F=1 (a) y F=1,25 (b).....	119
Figura 28. Representación gráfica del cambio proporcional en las variables biomasa anual final (B), captura anual (C) y nivel trófico calculados por Ecopath con Ecosim para el año 2035 -10a-, a partir del estado actual de la pesquería (Escenario I) en la región de la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú), considerando distintos escenarios: con pesca (III, IV, V, VI) y sin pesca (II) -10b-.....	122

INTRODUCCIÓN

La pesca en la Amazonia colombiana es una de las actividades económicas y culturales de mayor importancia entre las comunidades amazónicas por los beneficios que ella representa en la nutrición de los núcleos familiares de colonos e indígenas. Así mismo, constituye una fuente de ingresos monetarios por la venta de peces para consumo y para ornamento en los mercados locales y nacionales (Barthem *et al.* 1995, Fabré y Alonso 1998, Agudelo *et al.* 2000, Petrere 2001, Renno *et al.* 2005, Ochoa 2003, Agudelo *et al.* 2006, Rodríguez 2010a, Isaac y Almeida 2011). De igual manera, existen beneficios ambientales que el recurso íctico ofrece a los ecosistemas acuáticos mediante reciclaje de nutrientes y armonía ecosistémica de todos los componentes, favoreciendo un hábitat más saludable (Harris 1995 en Cetra y Petrere 2007).

Sin embargo, las informaciones generadas a lo largo de los últimos años sobre los principales recursos pesqueros en la Amazonia presentan índices desfavorables, que sugieren la necesidad de un accionar más evidente y coordinado entre los entes reguladores y la sociedad que usufructúa esos recursos. La problemática se resume bien por falta de acción de las autoridades pesqueras y ambientales en la zona, bien por falta de información que permita tomar decisiones consecuentes con la realidad amazónica o como resultado de la poca corresponsabilidad entre usuarios y reguladores del recurso (Petrere 2001, Agudelo *et al.* 2009, Alonso *et al.* 2009, Agudelo *et al.* 2011a).

En ese contexto, esta tesis presenta información biológica, ecológica, social y económica, sobre el uso de los recursos pesqueros utilizados con fines comerciales para consumo humano y la realidad en la que se circunscribe esa pesca en la región de frontera en Colombia. Para ello, tres estudios de caso fueron realizados en torno de la pesquería de bagres para resolver los siguientes objetivos: a) evaluar el comportamiento de la pesquería de bagres en cuanto a tamaños de captura, b) determinar parámetros poblacionales y estado de explotación del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* y c) construir un modelo trófico y escenarios futuros de la pesquería de bagres en la frontera de Colombia con Brasil y Perú, para evaluar el comportamiento que tendrían las principales especies comerciales de bagres, a partir de las siguientes hipótesis: i) la pérdida de cobertura vegetal

de los planos inundables se refleja en una disminución de rendimientos pesqueros de los bagres; ii) el incremento en la pesca de autoconsumo, soportada en su mayoría por especies de pequeño porte y que es ejercida por la población ribereña, impacta negativamente los rendimientos de biomasa de los bagres; iii) los rendimientos futuros de la pesquería de bagres cambian si se incrementase el esfuerzo de pesca

Es así que en el capítulo 1, se presenta el contexto en el que se desarrolla la actividad pesquera en la Amazonia colombiana e indica la importancia del recurso para la sociedad que lo aprovecha. En la pesca de subsistencia se utilizan más de 100 especies diferentes y los ribereños ingieren entre 100 - 500 g diarios de pescado de acuerdo al lugar donde habiten. Mientras en la pesca comercial, menos de 30 especies son las responsables por la dinámica socioeconómica que incorpora zonas pesqueras colombianas y de países vecinos, que se sustenta especialmente sobre bagres pimelódidos y algunos carácidos. La región pesquera más importante se ubica en Leticia e influencia regiones fronterizas y nacionales de Colombia con Brasil y con Perú, y se estima un intercambio comercial de primera compra cercano a U\$7 millones de dólares/año.

En la Amazonia buena parte de los peces utilizados son recursos compartidos con otros países, por lo que se generan conflictos por su uso, por lo tanto, el capítulo 1 finaliza indicando la necesidad de posibilitar la estandarización de algunas normas pesqueras entre países, que permitan un provecho y manejo razonable de estos recursos hidrobiológicos. Proceso que también requiere promover otras estrategias como la implementación de una zona trinacional entre Colombia, Perú y Brasil para el manejo y aprovechamiento de pimelódidos migratorios, carácidos y osteoglosidos; como acuerdos comunitarios de pesca para el manejo de peces utilizados en la subsistencia y otras especies comerciales, que deberán ser aplicados en los ejes longitudinales de los ríos de origen andino que cruzan la Amazonia.

En el capítulo 2 se da una mirada exclusiva a la pesca de bagres pimelódidos por lo que se analiza la evolución de los tamaños de captura de las principales especies en un período de 10 años (2001-2010; n>83.000 ejemplares), obteniendo resultados alarmantes para las cuencas del río Putumayo y Amazonas debido a una alta proporción de peces capturados por debajo del tamaño mínimo de captura definido por la legislación pesquera colombiana.

La reglamentación establecida bajo el concepto de tallas mínimas está basada en una estimación de la longitud media de madurez sexual y por ende, el tamaño de captura permitido pretende evitar que juveniles y preadultos sean capturados. El estudio encontró que 62% de los peces comercializados en el río Amazonas están por debajo de la talla reglamentaria y 47% para el río Putumayo, cualificando la pesca de bagres en la Amazonia colombiana, como de riesgo alto a muy alto para este recurso natural. Por lo tanto, se aconseja que los procesos inmediatos de ordenación de la pesca en la región deben propender hacia un ajuste consensuado de las artes, temporadas y lugares de pesca bajo un contexto regional (autoridades, usuarios e interesados de los países vecinos: Brasil, Ecuador y Perú), sumado a una mejora en la participación y sensibilización que las autoridades pesqueras puedan realizar para el respeto de las disposiciones reglamentarias de la pesca para la Amazonia por parte de los usuarios

En el capítulo 3 se determinaron las principales características del ciclo biológico de dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el río Caquetá en la zona de frontera de Colombia con Brasil. La talla de primera madurez sexual fue significativamente mayor en hembras (88,5 cm de longitud estándar) que en machos (81,7 cm) y tanto hembras como machos se reproducen por primera vez entre su tercer y cuarto año de vida. La época reproductiva sucede durante la transición del período de aguas altas a aguas en descenso. Los parámetros de crecimiento de la especie fueron estimados mediante el análisis de frecuencia de tallas, encontrando que las hembras alcanzan un mayor tamaño que los machos con una diferencia de cerca del 9% en el primer año que luego aumenta hasta un 11% en el décimo año de edad. La estimación de mortalidad, calculada a partir de diferentes modelos, variaron entre 0,32 a 0,42 años⁻¹ para la mortalidad natural y 0,72 a 0,82 años⁻¹ para la mortalidad por pesca, lo que indica una alta presión de la pesca en el río Caquetá, mucho más elevada que en la Amazonía peruana en el sector de Iquitos. Las tasas de explotación resultantes (0,63 a 0,72) para el río Caquetá, señalan una sobre-utilización del recurso. Debido a las características biológicas de la especie, el estudio reitera que se realice y pronto, una gestión concertada entre los países que comparten y utilizan con elevada frecuencia este recurso amazónico (Brasil, Colombia y Perú), por lo que se proponen posibles estrategias de solución.

En el capítulo 4 se examinaron las variaciones a largo término de las biomásas de las principales especies comerciales de bagres para la pesquería que se realiza sobre el río Amazonas en la región fronteriza de Colombia con Brasil y Perú. Para ello, se construyó con ayuda del programa Ecopath (EwE) un modelo ecotrófico de balance de masas para cuantificar los flujos de materia/energía y las interacciones que existen en la trama trófica. Posteriormente se realizó una calibración de ese modelo utilizando series de tiempo de las estadísticas de movilización de pescado desde Leticia y hecho esto, se realizaron simulaciones sobre el comportamiento a futuro de la pesquería de bagres para un horizonte de tres décadas (hasta el año 2035), a razón de estimar cambios en los volúmenes de captura de los bagres si se modifica la cobertura vegetal de los planos inundables, si se incrementa la pesca de autoconsumo (la cual es soportada en su mayoría por especies de pequeño porte) o si los rendimientos futuros de la pesquería de bagres se modifican al proyectar incrementos en el esfuerzo de pesca. Todo lo anterior, en pro de poder confirmar o no tendencias negativas en la producción y movilización de pescado y a partir de allí, realizar las consideraciones pertinentes.

En ese sentido, esta investigación demuestra que la presión de la pesca comercial ha contribuido a generar amenazas sobre las poblaciones de peces comercialmente importantes. Consecuentemente, la falta de precisión en las estrategias o del accionar de los entes estatales para la gestión de los recursos acuáticos, no ha permitido mitigar o resarcir los efectos negativos que la pesca genera, por lo que la continuidad de los beneficios directos e indirectos que se perciben por el uso de los peces amazónicos se encuentra en peligro. Así que el estabilizar, recuperar o incrementar esta actividad en el largo plazo dependerá en buena medida de la apropiación de estrategias de manejo eficientes para la regulación y el control a la pesca, conjuntamente con medidas para preservar la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos y para integrar acciones conjuntas en la región de frontera, fortaleciendo y mejorando la capacidad de las instituciones para consensuar y hacer valer las regulaciones definidas y promover la participación activa de los usuarios en todo el proceso.

Frente a lo expuesto a lo largo de esta investigación, se hacen algunas consideraciones que se exponen en el capítulo 5, entre las que se recomienda aplicar un enfoque holístico para trabajar en estrecha colaboración y bajo una responsabilidad compartida entre

científicos, usuarios y autoridades competentes de Colombia, Brasil y Perú a razón de mejorar la difícil situación que hoy presenta la pesquería comercial de bagres. Por fortuna y como resultado de la presente investigación, los tres países han acordado en marzo de 2014, iniciar diálogos entre las partes técnicas de cada país en la vía de realizar acciones conjuntas a favor de salvaguardar la biodiversidad íctica y los servicios que proveen a la sociedad y el ecosistema.

CAPÍTULO 1. LOS RECURSOS PESQUEROS DE LA CUENCA AMAZÓNICA COLOMBIANA¹

1.1. Introducción

Aunque por tradición los peces en la Amazonia han tenido un uso continuo y milenario por parte de los moradores locales y los asentamientos de colonización, en Colombia se intensificó su uso toda vez que se fue fortaleciendo la presencia del Estado en las zonas de frontera, que coadyuvaron a la creación de asentamientos fronterizos en los que se entremezcló la cultura local, la cultura occidental y la labor del Estado en pro de la consolidación de esas fronteras, motivada por una colonización espontánea, militar o la urbanización de territorios.

En este proceso de avance y colonización se ha colocado a los diversos grupos nativos de la Amazonia en diferentes grados de contacto o de integración, siendo determinantes la frontera colonizadora (extractiva, esclavista, misional, ganadera), la forma de organización sociopolítica característica del grupo (cacicazgos, bandas, sociedades tribales) y la localización geográfica (Franco 1992). De tal suerte que la región ha tenido un flujo colonizador intermitente, conectado a los grandes ciclos de la economía extractiva dinamizados por los procesos de oferta y demanda de los recursos naturales que iniciaron con la quina, pasaron por el caucho y las pieles y desde las últimas tres décadas, se soporta en el comercio de maderas y de peces como fuente principal de los mercados extractivistas de la zona.

Sobre la comercialización de los recursos pesqueros, se puede decir que inicia su expansión mercantil hacia 1938 cuando se dieron procesos de colonización estatal y espontánea (Tabla 1), con la explotación de especies tanto para fines de consumo como para ornamento. Así, se consolida la pesca como una actividad que reemplazó las

¹ Basado en el trabajo de Agudelo (2007): la actividad pesquera en la zona suroriental de la Amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos, editado y publicado como: Agudelo, E., Sánchez, C.L. Rodríguez, C.A., Bonilla-Castillo, C.A. & G. A. Gómez. 2011. Los recursos pesqueros en la cuenca amazónica colombiana. Capítulo 5. Pp.143-166. En: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez y R. E. Ajiaco (Editores). 2011. II. Diagnóstico de las pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

caucherías y que se extendió en los principales ríos de origen andino de la cuenca amazónica, fortalecido con el inicio de los vuelos de Satena en 1962 y los vuelos de aerolíneas comerciales (Salinas *et al.* 1999).

En la medida de su consolidación, el mercado de productos pesqueros amazónicos no sólo traspasó las fronteras locales, regionales y nacionales, sino que llegó a mercados internacionales con especies ornamentales aprovechadas desde 1963 en Puerto Nariño (Mejía 1979) y que en la actualidad ya superan 182 especies ícticas amazónicas (INCODER 2007), mientras que en el consumo al interior de Colombia no se comercializan más de 30 especies, no obstante que a la fecha se reporten al menos 88 especies utilizadas comúnmente en el consumo de pescado de los habitantes de la región amazónica colombiana (Lasso *et al.* 2010) y por lo menos 55 especies desembarcadas en puertos amazónicos, según la autoridad pesquera nacional (INCODER 2010).

Tabla 1. Recopilación histórica del comercio pesquero en la Amazonia colombiana (1950-1998). Fuente: Mejía (1979, 1980a, 1980b) Ruiz (1981), Gutiérrez (1987), Rodríguez (1991), Salinas (1994), Arteaga y Agudelo (1998), Salinas *et al.* (1999).

Marco histórico	San José	Araracuara	Pedrera	Leguízamo	Leticia
Inicio del comercio	1938	1938	-	-	1956
Primer carga comercial	1980	1967	1950	-	1956
Primera cava	1978	1980	1984	1985	-
Primer cuarto frío	1983	1973	1975	1987	1969
Innovación malla flotante	1990	1980	1975	1985	-
Innovación malla hondera	1995	1985	1992	-	1990

En tal sentido, buena parte del volumen de pescado comercializado, se extrae y moviliza por los municipios de Leticia, Puerto Leguízamo, La Pedrera, Araracuara, Puerto Inirida y San José del Guaviare. Pero desafortunadamente y luego de más de cinco décadas, no se conforman aún estrategias de explotación que garanticen la sostenibilidad del recurso y por ende la sostenibilidad de la economía regional dinamizada por la pesca. Por el contrario, se fortalecieron los mercados de extracción, se actualizaron artes y equipos más productivos, se incrementó el esfuerzo y se ampliaron las áreas de extracción, lo que ha conllevado la disminución en la captura de algunas especies y, por tanto, el cambio en la dinámica pesquera, situación que aún no genera reacciones en cuanto a la toma de

decisiones para el manejo sostenible ni en el plano institucional, ni en la mayoría de los usuarios que aprovechan estos recursos.

1.2. La Amazonia colombiana

La Amazonia colombiana hace parte de la denominada Amazonia Noroccidental y sobrepasa en sentido amplio en un alto porcentaje la superficie de la cuenca hidrográfica del río Amazonas en el país, cubriendo hacia el norte un gran espacio orinoquense que llega hasta el río Vichada. La región se delimita desde la desembocadura del río Vichada en el Orinoco por su orilla sur y con rumbo suroccidente pasa por los nacimientos de los ríos Uvá, Iteviare y Siare hasta llegar a la boca del río Ariari en el Guayabero. Se sigue el río Ariari aguas arriba hasta la boca del Guejar y por éste último, aguas arriba hasta encontrar el nacimiento del río Sanza. Desde ese punto se va en línea recta en dirección occidente hasta encontrar el río Guayabero, el cual se sigue hasta su nacimiento en el cerro El Triunfo. En sentido hidrográfico estricto el río Guaviare forma parte de la cuenca del Orinoco (Lasso *et al.* 2004), aunque comparte muchas especies con el Amazonas. A partir de ahí, se va en dirección sur la divisoria de aguas de los ríos amazónicos hasta la frontera con el Ecuador haciéndolo coincidir con las divisiones políticas departamentales. El polígono se cierra siguiendo los límites internacionales amazónicos con Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, hasta encontrar la desembocadura del río Vichada en el Orinoco (Figura 1) (SINCHI 2001, IDEAM *et al.* 2001, Murcia y Rendón 2006).

En ese orden, le corresponde a Colombia un área de 477.274 km² que representa el 41,8% del territorio nacional continental y la mayor zona de frontera del país con una población que supera los 900 mil habitantes, de los cuales el 9% pertenecen a 56 grupos étnicos (Murcia *et al.* 2003, Gutiérrez *et al.* 2004). En términos político administrativos la Amazonia colombiana está conformada en la actualidad por seis departamentos en toda su extensión territorial: Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y por parte de los departamentos de Meta, Vichada, Nariño y Cauca (IDEAM *et al.* 2002).

En el área amazónica el 41% del territorio corresponde a resguardos indígenas, 11% se encuentran bajo régimen de protección mediante el sistema de Parques Nacionales

Naturales y Reservas Nacionales Naturales, 26% como reserva forestal, 10,58% sustracción de la reserva forestal para uso privado, 7,21% Distritos de Manejo Integrado, áreas con doble asignación legal 3,62% (RNN/Resguardo 2,29%, PNN/ Resguardo 1,2% y DMI/ Resguardo 0,13%), mientras que el 6,8% restante corresponde a territorios que no se les estableció con claridad su estado legal, pertenecientes a la zona sur occidente de la región en departamentos de Nariño, Cauca y Putumayo; y al nororiente de los departamentos de Vichada y Meta (Murcia *et al.* 2003).

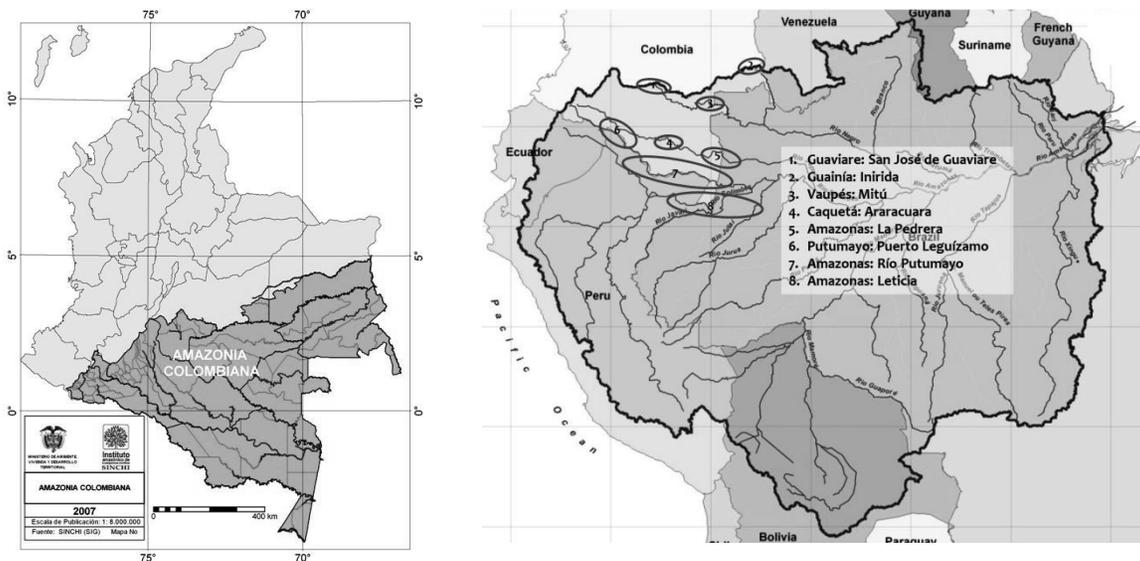


Figura 1. Localización geográfica de la cuenca amazónica en Colombia y esquema general de la cuenca con los principales lugares de captura y comercio de pescado (mapas provenientes de Murcia 2007 y Agencia Nacional de Aguas Brasil 2010)

Hoy su potencial hídrico genera oportunidades importantes para la pesca artesanal y la acuicultura, constituyéndose en el 52% del producto económico regional, y en red vial para sus pobladores. Mientras que la cobertura boscosa representa el 3,7% de los bosques húmedos tropicales del mundo, que suministran bienes y servicios ambientales como la producción de biomasa, productos no maderables del bosque como resinas, fibras, colorantes, plantas medicinales y frutales amazónicos (SINCHI 2003).

1.3. La riqueza íctica en la Amazonia colombiana

La diversidad y taxonomía de los peces amazónicos es un tema sumamente amplio que tiene un largo proceso histórico y que actualmente es muy dinámico, pues se ha avanzado en la utilización de técnicas genéticas y equipos de contraste para relacionar las especies con base en sus características anatómicas y genéticas con su fundamento evolutivo, lo que permite ajustar la nomenclatura y las especies. Tristemente, la taxonomía de peces es un asunto poco abordado en términos prácticos, cuando los procesos de ordenación de las pesquerías deberían considerarla una herramienta fundamental para la gestión de los recursos de cualquier cuenca hidrográfica.

A pesar de la importancia y del gran potencial que los peces representan para la región, el conocimiento sobre la composición de las especies explotadas sigue siendo pobre especialmente para lo que tiene que ver con los peces ornamentales. La información que se maneja continúa orientada hacia algunas especies de consumo de tipo comercial, pero a veces el trabajo se basa en los nombres comunes de las especies y no en los científicos, cometiéndose errores en la identificación ya que los nombres vulgares pueden cambiar de un lugar a otro, o por el contrario, se le asigna el mismo nombre a diferentes especies (Salinas y Agudelo 2000).

El número de especies registradas en la zona ha variado con el transcurso del tiempo desde que se iniciaron los trabajos de descripción con Humboldt y Valenciennes (1821) y Steindachner (1876). Para el caso, Mojica (1999) registró 264 especies que con ayuda de otros colaboradores incrementó a 364 (Mojica *et al.* 2005). Igualmente Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2006), elevaron a 583 el número de especies y en 2006, estos últimos autores publicaron un nuevo listado con 753 especies, lo que posiciona a la Amazonia como la región de Colombia más rica en peces, seguido por la Orinoquia con 619 especies.

En el río Amazonas colombiano se cuenta con la mayor riqueza específica con 510 especies lo que muestra una mayor diversidad derivada de la alta concentración de minerales en el agua, mayor caudal y amplia llanura de inundación que representan mejores condiciones

para la productividad del ecosistema acuático y la producción pesquera. Le secunda el río Caquetá con 356 especies, Putumayo con 297 especies, Apaporis con 128, Vaupés 24 y Guainía – Negro con 22 especies, cifra que no refleja totalmente la realidad dado el elevado desconocimiento de las subcuencas del Apaporis, Vaupés y Guainía-Negro (Lasso com. pers.). Los órdenes con mayor representación específica son peces de escama del tipo Characiformes con 49%, peces lisos o bagres Siluriformes con 30%, los de escama con forma tipo perca o Perciformes con un 12% y los de forma serpentina o Gymnotiformes con 4,5% (Figura 2).

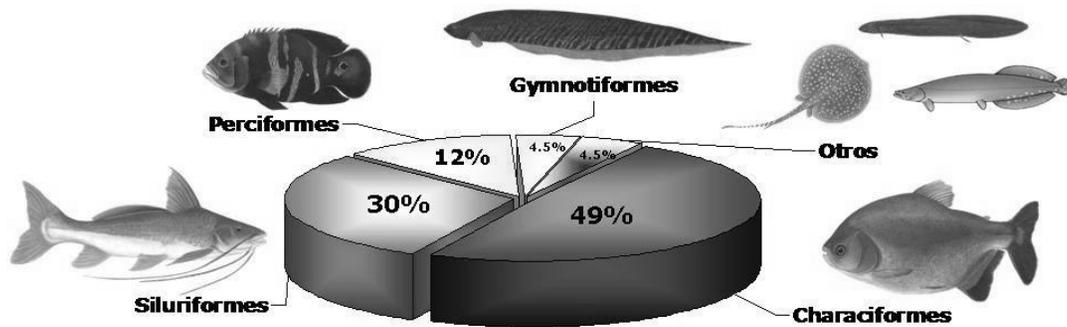


Figura 2. Representación porcentual de los principales órdenes de peces registrados en la Amazonia colombiana

La diversidad de peces de la Amazonia colombiana, tiene una importancia regional con base en el siguiente criterio (Agudelo 2007):

1. Especies registradas para uso directo como alimento: las capturadas para el consumo directo de los pescadores y sus familias, o para el autoconsumo de los pueblos ribereños.
2. Especies con uso ornamental: aquellas especies que por su vistosidad y hábitos, son comercializadas vivas con fines ornamentales.
3. Especies con uso comercial: las capturadas con el objeto de ser comercializadas para consumo humano en los mercados locales o externos.

1.4. La pesca de subsistencia o autoconsumo

El habitante amazónico indígena o mestizo, obtiene la proteína animal de los recursos que el medio le brinda y dentro de ellos la cacería y la pesca son sus principales fuentes. Al ser

poblaciones de ribera y convivir diariamente con el recurso agua, la pesca es una actividad de todos los días, y una rutina muy importante de los pueblos amazónicos, tanto que el pescado contribuye enormemente al patrón de autosuficiencia alimentaria de las comunidades (Agudelo *et al.* 2000, Agudelo *et al.* 2006a). Para todos los casos, la pesca se realiza de forma artesanal utilizando artes de pesca simples (van der Hammen 1992, Rodríguez 1991, Rodríguez 2010a, Muñoz 1993, Agudelo *et al.* 2000, Agudelo *et al.* 2006a).

Cuando parte de los excedentes se pueden comercializar cerca a centros nucleados o se dan las temporadas de compra de pescado por parte de terceros a lo largo de los ríos, las comunidades hacen uso de su conocimiento para capturar y vender peces, bien sea para el consumo extraregional, como los grandes bagres, o para ornamentación, creando de esta forma una alternativa económica temporal para los habitantes de la región.

Es muy difícil desligar el fin último de la actividad pesquera de subsistencia de la parte comercial, pues ambas terminan por desempeñar un papel importante en la economía regional, quizás la diferencia pueda radicar en la dedicación a la pesca; cuando ésta es de autoconsumo el pescador utiliza una parte del día para hacerlo y consume con su familia o con su comunidad el producto colectado, razón por la cual no es prioritario establecer límites para esta actividad, mientras que para la pesca comercial el tiempo utilizado es generalmente mayor, ya que implica el uso y cuidado de las artes de pesca, el transporte y procesamiento para vender solamente las especies que por su valor económico son más atractivas. El esfuerzo realizado es mayor para lograr que el volumen de la captura sea mayor y genere mejores ingresos. Otra diferencia entre la pesca de subsistencia y la comercial son las especies objeto de captura, mientras en la primera la preferencia es sobre las especies de escama, por motivos culturales, condición que va ligada al uso de áreas de captura como quebradas, caños y lagunas cercanas a las comunidades, en la pesca de comercial la presión se centra sobre los bagres, especies migratorias que se encuentran en el cauce principal del río.

En tal sentido, cada habitante de la Amazonia es un pescador potencial en la actividad de subsistencia y aunque generalmente una persona por familia se encarga de esta responsabilidad, cualquier miembro de la misma con una edad superior a ocho años ya empieza a adquirir destreza en el tema. Los niños son receptores de las habilidades y

conocimientos de sus padres y mayores memorizando las zonas de pesca más apropiadas, entrenándose en el uso de los diferentes artes y métodos de pesca, conociendo la maniobrabilidad de las embarcaciones y adquiriendo un conocimiento muy práctico sobre los ciclos de vida y la presencia estacional de los peces. Cuando se alcanzan los 15 o 18 años, el cúmulo de experiencia adquirida en la pesca de subsistencia les permite incorporarse en la pesca con fines comerciales y aprovechar el recurso íctico de una manera eficiente a lo largo de un ciclo hidrológico (Salazar *et al.* 2006, Agudelo 2007, Rodríguez 2010a).

Cuando la pesca se destina a la subsistencia el número de especies aprovechadas es altísimo y la preferencia de consumo tiene que ver con las creencias locales, el gusto al cocinarlo o su sabor al consumirlo, lo que explica la preeminencia por el pescado menudo o peces de escama, como es el caso de palometas (*Mylossoma spp*), bocachicos (*Prochilodus sp.*), yaraquis (*Semaprochilodus spp*), sábalos (*Brycon spp*), pirañas (*Serrasalmus spp*), omimas (Anostomidae), dormilones (Erythrinidae), arencas (*Triportheus spp*), arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), mojarras (Cichlidae), paco (*Piaractus brachypomum*), gamitana (*Colossoma macropomum*), brazo de reina (*Platystomatichthys sp.*), picalón (*Pimelodus spp*, *Pimelodella spp*) y llorones (Curimatidae). En alguna medida se utilizan en la subsistencia peces de objeto comercial como pirarucú (*Arapaima gigas*) y bagres como pintadillos (*Pseudoplatystoma spp*), barbudo (*Leiarius marmoratus*), bocón (*Ageneiosus spp*) y baboso (*Brachyplatystoma platynemum*) (Agudelo *et al.* 2006a).

A pesar de creerse que la pesca de subsistencia tiene un rendimiento adecuado, sufre también problemas por sobre esfuerzo en algunos sectores de la Amazonia. La mala utilización de aparejos de pesca, la incorporación de excedentes pesqueros en los mercados de la pesca comercial y por supuesto, la degradación de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos que sustentan los recursos, derivan en menores cosechas, disminución de biodiversidad y de los tamaños de los peces. Afortunadamente, las características biológicas de los peces utilizados en el consumo regional, dan pie para pensar que bajo una estrategia de manejo comunitario el autocontrol sobre la pesca contribuiría a la reposición de biomasa de los peces. Este tipo de estrategias involucraría el trabajo de la comunidad en cuanto a decisiones, seguimiento y registro sobre la actividad

pesquera local, insumos importantes en la concertación y ajuste de medidas que permitan un aprovechamiento sostenible del recurso.

Un vacío fundamental para la pesca de subsistencia es que no recibe por parte del Estado colombiano la importancia que se merece en términos sociales y/o económicos, para que se planifique y definan modelos de uso sostenible. En términos sociales, la pesca es la principal fuente de proteína animal en la mesa del poblador ribereño amazónico, en cifras que van desde los 170 g diarios del municipio de Puerto Nariño pasando por los 246 g por persona al día registrados en las riberas fronterizas del río Putumayo, hasta los 500 g por persona por día establecidos en la frontera de Colombia con Brasil en el río Caquetá (Fabrè y Alonso 1998, Ochoa 2003, Agudelo *et al.* 2006a, Rodríguez 2010a). Según la Organización Mundial de la Salud, una persona de 70 kg de peso corporal requiere consumir 35 g de proteínas por día donde la mitad debe ser de origen animal; por lo tanto, un aporte medio del pescado amazónico de 23 g de proteína por cada 100 g consumidos, da pie a pensar como ésta actividad contribuye enormemente en la nutrición familiar de la población ribereña.

A más de la disponibilidad de recursos, la ingesta depende también del acceso a otros productos como carne de res, cerdo y pollo. Igualmente, depende de la cercanía de centros nucleados pues cuanto mayor es la densidad poblacional, menor es la tasa de consumo diario de pescado. Bajo esa premisa, varios municipios amazónicos localizados en la ribera de los ríos sufren de desnutrición proteica en buena parte de su población, motivado por la alta competencia por el acceso a este recurso, por la imposibilidad de pagar por el pescado o por la falta de zonas adecuadas que les permitan establecer chagras con cultivos que permitan reponer la carencia de proteína. Por otro lado y a pesar de la gran cantidad de recurso hidrobiológico disponible, los ribereños viven períodos de abundancia y de escasez supeditados al régimen de nivel de las aguas que dispersa o concentra las poblaciones de peces en los ecosistemas (Agudelo 2007).

En términos económicos se puede afirmar que el Estado no conoce los valores de transacción de este tipo de pesca y por ende, no resalta lo importante que es la pesca de autoconsumo en la región, ya que no se consideran en las cuentas nacionales los ingresos percibidos por la población cuando ésta vende o intercambia parte del producto cosechado

por bienes de la canasta familiar. En esa vía, el Estado no contabiliza el ahorro que hace en gasto social al no tener que asumir subsidios alimentarios para toda la población pobre, para entregarle alimentos ricos en proteína animal que satisfagan la demanda nutricional que requiere el cuerpo humano y que actualmente, son suplidos mediante la pesca de subsistencia (Agudelo *et al.* 2009).

1.5. La pesca comercial de consumo

La pesca comercial de consumo es aquella captura de peces que no están destinados al consumo directo del pescador y su familia, y que en cambio tiene una alta importancia económica en la medida que se puede intercambiar el pescado por dinero en efectivo o por productos básicos necesarios en el sustento familiar. La pesca de tipo comercial, es efectuada sobre un grupo de especies que por su abundancia, demanda o preferencia cultural han mantenido un mercado a lo largo del tiempo, ya sea para el consumo o uso ornamental.

La pesca comercial es realizada con una alta participación de pescadores indígenas y colonos ribereños, para los cuales ésta es una actividad más dentro del sistema de producción que desarrollan, asociado a la horticultura, la caza y la recolección de especies del bosque (Rodríguez 1991, Agudelo *et al.* 2000, Rodríguez 2010b).

Las pesquerías comerciales en la Amazonia colombiana son de tipo artesanal, no se utilizan grandes embarcaciones para la pesca y tampoco para el almacenamiento de pescado. Esta labor se encuentra distribuida a lo largo y ancho de la región, pero especialmente se realiza en aquellos ríos de origen andino, pues en ellos se asienta gran parte de la población amazónica y consecuente con las características fisicoquímicas de estas aguas, son las de mayor productividad pesquera para especies como los bagres (familias Pimelodidae y Ageneiosidae), la gamitana, el paco, el bocachico, el pirarucú y los sábalos. Igualmente son estos puntos geográficos los que han mostrado a lo largo del tiempo mejoras en infraestructura y vías de comunicación facilitando de esta forma el intercambio comercial del producto pesquero.

La diversidad de artes utilizados en la región para la captura de los peces es muy alta, y pueden contarse al menos 20 tipos distintos que indiferentemente pueden aplicarse en la pesca de autoconsumo o comercial, éstos se agrupan en cuatro categorías: 1) artes arrojados como arco y flecha, arpón, balista; 2) cordel y anzuelo como líneas de mano, volantín, calandrio o espinel; 3) artes de malla como atarraya, red estacionaria, red flotante, red hondera, chinchorro; y 4) trampas como nasa, cornetilla y cerco (Rodríguez 1991, Agudelo *et al.* 2000, Agudelo *et al.* 2006a).

Aunque muchos pescadores trabajan individualmente la tenencia de artes complejos como las redes de enmalle para la captura de bagres, los obliga a trabajar en grupos de dos a tres individuos, dispuestos en un bote con propulsión de motor fuera de borda de potencia entre 4 – 15 HP.

Estas pesquerías son multiespecíficas y por tanto se capturan muchas especies que tradicionalmente se agrupan en dos bloques: los peces de escama y los peces de cuero o bagres, siendo estos últimos los de mayor importancia económica. La forma de comercializar el producto puede ser: a) en estado fresco, cuando las áreas de captura no están muy alejadas de los sitios de venta, por lo que el producto se lleva a puerto eviscerado y de acuerdo con su tamaño descabezado, con pocas horas de haber sido cosechado o en su defecto, se refrigera con hielo en neveras de poliestireno expandido – icopor - o se utilizan cuartos fríos; b) en estado seco – salado, es la forma típica de gran parte de las localidades dispersas en la Amazonia quienes llevan a vender sus productos a otros lugares distantes o los intercambian por productos de primera necesidad entre comerciantes colombianos denominados “cacharreros”, que navegan por los ríos vendiendo alimentos, ropa entre otros y comprando el pescado seco, que al final llegará al interior del país (Agudelo *et al.* 2006a).

La pesca comercial es practicada durante todo el año, aunque sufre fluctuaciones en la captura debido a la expansión y retracción del ambiente acuático, lo cual determina la dispersión y concentración de los recursos, de tal forma que el régimen hidrológico es el condicionante de los niveles de producción específicos de la región. Por otro lado, la relación de la pesca comercial con el mercado está caracterizada por la presencia de

intermediarios, como por ejemplo el “cacharrero” o las balsas de acopio en puerto, quienes determinan los precios de compra conforme a la dinámica de oferta y demanda.

La captura de bagres obedece a una demanda extra regional, definida por la preferencia ciudadana de consumir pescado sin espinas y de fácil preparación, por lo tanto gran parte del consumo de esta pesca se realiza por fuera de la región amazónica. Sin embargo, durante algunos periodos del año y concordante con las migraciones de los peces, algunas especies de escama son también acopiadas y transportadas fuera de la Amazonia (Tabla 2).

Según las estadísticas del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER, la movilización de pescado de consumo desde Leticia hacia el interior del país refiere una utilización de al menos 20 especies de las cuales 14 son bagres y el resto peces de escama. De estos peces los diez más frecuentemente comercializados son pintadillos (*Pseudoplatystoma spp*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), simí (*Calophysus macropterus*), pirabutón (*Brachyplatystoma vaillanti*), amarillo (*Zungaro zungaro*), baboso (*Brachyplatystoma platynemum*), mapará (*Hypophthalmus spp*), guacamayo (*Phractocephalus hemiliopterus*), camiseta (*Brachyplatystoma juruense*) y lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*), quienes en el año 2008 fueron responsables por el 90% de la movilización total registrada por el puerto de Leticia en una cuantía de 5.400 toneladas de pescado, que cifradas en el valor de primera compra equivalen por lo menos a 6,8 millones de dólares anuales para una región pesquera que integra aguas fronterizas y nacionales de Colombia con Brasil y el Perú.

Tabla 2. Las especies de peces de cuero y escama de mayor interés comercial en la región amazónica. Fuente: Agudelo (2007)

Nombre Común			
Colombia	Brasil	Perú	Nombre Científico
PECES DE CUERO O BAGRES			
Dorado, plateado	Dourada	Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>
Lechero	Piraíba/filote	Saltón, bagre	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>
Baboso, flemoso	Babão, melao,	Barbatabla	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>
Camiseto, zebra	Flamengo, zebra	Siete babas	<i>Brachyplatystoma juruense</i>
Pirabutón	Piranutaba	Manitoa	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>
Pintadillo rayado	Surubim	Doncella	<i>Pseudoplatystoma spp</i>
Pintadillo tigre	Caparari	Zúngaro	<i>Pseudoplatystoma spp</i>
Guacamayo, cajaro	Pirarara	Pejetorre	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>
Capaz	Cara de gato, coroatá	Capitán	<i>Platynemichthys notatus</i>
Barbachato, barbiplancho	Barba-chata	Barbiplancho	<i>Pinirampus pirinampu</i>
Zebra, camiseta	Dourada zebra	Alianza	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>
Mota, simí	Piracatinga	Mota	<i>Calophysus macropterus</i>
Pejenegro, amarillo	Jaú, pacamú	Cunchimama	<i>Zungaro zungaro</i>
Pejeleño	Peixe-lenha	Achacubo	<i>Sorubimichthys planiceps</i>
Bocón	Jurari	Bocón	<i>Ageneiosus spp</i>
Barbudo	Juñida	Achara	<i>Leiarius marmoratus</i>
Cucharo	Braço de moça	Charuto	<i>Sorubim lima</i>
Mapará	Mapará	Maparate	<i>Hypophthalmus edentatus</i>
PECES DE ESCAMA			
Pirarucú	Pirarucú	Paiche	<i>Arapaima gigas</i>
Arawana	Aruanã	Arawana	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>
Bocahico	Curimatá	Boquichico	<i>Prochilodus nigricans</i>
Yaraquí	Jaraquí	Yaraquí	<i>Semaprochilodus spp</i>
Sábalo, zingo, sabaleta	Matrinxã	Sábalo, zingo	<i>Brycon spp</i>
Gamitana	Tambaquí	Gambitana	<i>Colossoma macropomum</i>
Paco	Pacú	Paco	<i>Piaractus brachypomum</i>
Palometa, garopa	Pacú	Palometa	<i>Mylossoma spp</i>
Corvina	Pelada	Curvina	<i>Plagioscion spp</i>
Oscar	Carahuasú	Carahuasú	<i>Astronotus ocellatus</i>
Omimas	Omimas	Omimas	Familia Anostomidae

La preferencia por los bagres al interior de Colombia, ha contribuido a que la actividad pesquera comercial sobre estas especies se consolide como una de las principales ocupaciones lícitas desarrolladas por los habitantes de la Amazonia (Figura 3 a,b). De tal forma, que Leticia ha pasado a ser el principal centro de acopio de pescado de cuero tanto en regiones del territorio peruano, desde la ciudad de Iquitos a 500 km de distancia de Leticia, como del territorio brasileño desde Tabatinga hasta Tefé a 1.000 kilómetros de distancia de Leticia (Agudelo *et al.* 2006b).

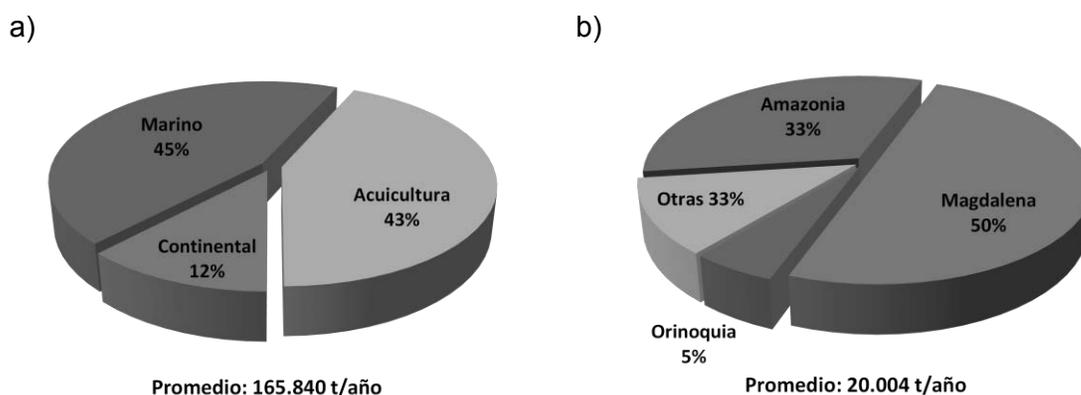


Figura 3. a) Origen de la producción pesquera de Colombia (promedio entre 2006 - 2009) y b) representatividad del comercio de pescado de origen amazónico movilizado desde Leticia, frente a las principales cuencas de Colombia (promedio 2006-2009). Elaborado a partir de: registros INCODER - CCI 2007, MADR- CCI 2009.

Desafortunadamente, las estadísticas existentes sobre la pesca comercial muestran una disminución en los desembarcos, especialmente sobre grandes bagres debido a las particularidades de sus ciclos de vida (especies grandes, migratorias, sin cuidado parental, velocidad de crecimiento lento, edad tardía de primera madurez) que frente a una explotación continua de los “stocks” pesqueros por parte de las flotas de los países amazónicos, no han permitido sostener los desembarcos históricos de especies valiosas como el lechero (1.000 toneladas anuales) y dorado (2.000 toneladas anuales), supliendo este vacío de producto con bagres de menor porte y con crecimientos menos lentos como el simí y el mapará (Figura 4a,b y Tabla 3).

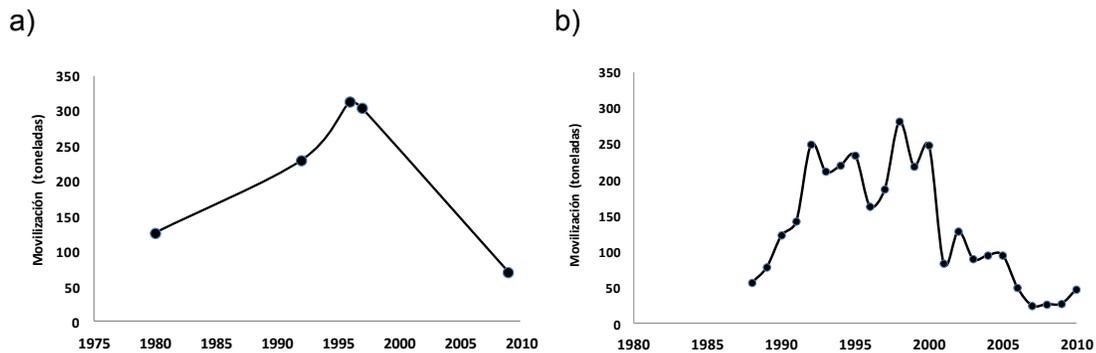


Figura 4. La movilización de pescado amazónico en: a) río Caquetá (Araracuara y La Pedrera) y b) río Putumayo (Puerto Leguízamo), presentando las tendencias negativas del rendimiento pesquero. Elaborado a partir de: registros INDERENA 1990; Puerto Rastrojo 1993; CAP, 1994; SINCHI 1996 - 2010; Rodríguez, 2009; CCI - MADR, 2009.

Igualmente y como sucede con la pesca de subsistencia, la mala utilización de aparejos, lugares de pesca y la degradación de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos donde los bagres desarrollan sus fases de vida, contribuye negativamente en las cosechas y en los tamaños de los peces objeto de captura comercial (Fabr e y Barthem 2005, Nuñez-Avellaneda *et al.* 2007, Agudelo 2007, Agudelo *et al.* 2009, Rodríguez 2010b). Este tipo de situaciones además de cambiar la dinámica pesquera, cuestiona a los pobladores en el tipo de manejo pesquero que se debe establecer para permitir la sostenibilidad de las especies objeto de comercialización.

1.6. El manejo pesquero

Ante el panorama anterior, debe decirse que Colombia no cuenta en la actualidad con una política definida de desarrollo pesquero y acuícola, ni lineamientos detallados para ordenar la pesca artesanal en su territorio.

En el caso de la región amazónica, sólo ha expedido y divulgado medidas de reglamentación dirigidas a vedas, regulación de artes de pesca, tallas mínimas de captura y áreas de pesca; con estrategias de control de difícil aplicación debido al bajo presupuesto asignado, la dimensión geográfica y la carente disposición de personal técnico para atender una región tan amplia; fenómeno que se presenta de igual forma en los sectores fronterizos de Perú y Brasil (Agudelo *et al.* 2009). Igualmente, el conocimiento sobre la composición

de las especies explotadas sigue siendo poco en cuanto a las dinámicas poblacionales de los peces de consumo y en lo que tiene que ver con biología y ecología de los peces utilizados en la subsistencia y también en la ornamentación.

Tabla 3. Movilización anual (toneladas) de pescado amazónico según especie, desde Leticia al interior del país y promedio histórico. Adaptado a partir de registros del INDERENA, INPA, ICA e INCODER

	2005	2006	2007	2008	Media histórica 1990- 2008
Camiseto	138,9	118,2	236,0	197,8	215,6
Baboso	1.535,4	526,8	315,1	385,6	521,1
Bocón	15,0	9,9	68,3	66,4	82,4
Guacamayo	719,4	511,5	369,1	282,2	278,2
Dorado	1.322,5	1.195,7	1.013,7	816,6	1.750,7
Mapará	285,4	292,3	329,0	303,8	194,8
Simí	1.103,5	1.085,8	904,4	816,1	578,7
Amarillo	605,9	696,7	446,4	402,6	480,0
Paletón	51,1	19,0	80,9	41,6	75,1
Pintadillos	2.172,2	1.361,9	964,9	985,3	1.421,2
Pirabutón	671,6	929,1	744,2	563,4	550,6
Lechero	282,2	285,4	238,6	123,8	462,0
Seco	-	-	100,3	299,7	452,3
Otros	316,0	180,0	309,9	145,8	436,1
Total	9.219,2	7.212,6	6.120,9	5.430,7	7.181,1

En ese orden de ideas, a pesar de la enorme importancia socioeconómica de los recursos pesqueros y de los ecosistemas acuáticos que los sustentan, el marco legal aplicado en la Amazonía es insuficiente y no responde de manera adecuada a la dinámica social, económica y ambiental que han tenido las pesquerías de la región. La carencia de una política sectorial eficiente y consensuada para el ordenamiento pesquero, ha permitido una utilización descontrolada de los peces frente al incremento de la demanda y comercialización de pescado, lo que ha llevado a la disminución del rendimiento de los

principales grupos utilizados en las pesquerías, que ya impactan las dinámicas socioeconómicas de la población amazónica (Agudelo *et al.* 2009).

Por lo tanto, es necesario establecer una política genérica e incluyente que cubija no sólo el uso de los recursos, si no de los ecosistemas que promueven la riqueza íctica, pues la aplicación de las actuales medidas pesqueras no alcanzan a surtir un proceso de ordenamiento, ya que solo intentan controlar un impacto negativo mayor sobre las pesquerías y no promueven el uso racional de los recursos, la sostenibilidad de las pesquerías y/o la recuperación de las especies sobreexplotadas (Agudelo 2007, Agudelo *et al.* 2009, Rodríguez 2010a, b).

Teniendo presente que los recursos que son objeto de aprovechamiento comercial en la región amazónica colombiana son compartidos con Perú, Ecuador y Brasil, se genera una serie de conflictos alrededor de su uso en lo que se refiere a las tallas de captura, épocas de veda, captura de juveniles, captura de reproductores, uso de artes y el aprovechamiento de especies permitidas en un país y prohibidas en otro. Se hace necesario después de muchos años de explotación pesquera común en la región de frontera, alcanzar hasta donde la soberanía lo consienta, una armonización de las normas que permita que los cuatro países hagan un uso y manejo razonable de los recursos pesqueros compartidos.

Esta armonización de la norma entre los países, debe acompañarse por lo menos de otras dos estrategias de manejo a implementarse con premura, atendiendo las características biológicas y ecológicas de los peces: tanto la creación de una zona trinacional en las zonas de frontera entre Colombia, Perú y Brasil para el uso de los bagres migratorios (Pimelodidae) y especies sedentarias de alto interés comercial (arawana, pirarucú), como la implementación de acuerdos comunitarios de pesca responsable para el uso de los peces de subsistencia y de comercio, lo cual puede llegar a constituir una verdadera estrategia de sostenibilidad de los recursos pesqueros amazónicos.

El éxito de este tipo de estrategias radicará en la participación comunitaria como elemento base de los acuerdos, acompañado de los monitoreos pesqueros y el conocimiento empírico con el que cuentan los pobladores, los cuales arrojan los insumos necesarios para discutir y determinar acciones que pueden ir encaminadas al uso de determinadas

especies, áreas de captura, artes de pesca o épocas. Este tipo de manejo ya muestra resultados positivos para los acuerdos locales en algunas regiones de Perú y Brasil y empieza también a estructurarse por parte de la Autoridad Pesquera nacional como una estrategia de uso y manejo en la Amazonia colombiana, como actualmente ocurre en el bajo río Caquetá (La Pedrera) y río Amazonas (Lagos de Tarapoto en Puerto Nariño y Lagunas de Yahuaraca en Leticia) para el departamento de Amazonas y en el río Inírida para el departamento de Guainía.

Sin embargo, requiere no solo del compromiso de la comunidad sino de la participación activa de todos los actores involucrados, para alcanzar resultados más contundentes en favor de la preservación de la vida silvestre amazónica y de sus posibilidades de uso.

CAPÍTULO 2. DISMINUCIÓN DE LOS TAMAÑOS DE CAPTURA EN LA PESQUERÍA COMERCIAL DE BAGRES AMAZÓNICOS²

2.1. Introducción

La pesca es una actividad de alta importancia socio económica para las comunidades ribereñas que usufructúan los recursos naturales existentes, dado que contribuye a su nutrición y a la renta familiar. La Amazonia colombiana aporta un poco más del 30% de la pesca continental nacional movilizada hacia Bogotá. En este mercado del pescado, participan poblados y zonas pesqueras de países vecinos en Perú y Brasil y está sustentado por el aporte de bagres (peces sin escamas), algunos carácidos y osteoglosidos. Un gran volumen del pescado comercializado está conformado por trece especies de estos bagres (familia Pimelodidae), responsables del 90% de la movilización registrada históricamente (Agudelo *et al.* 2000). Los peces con mayor comercialización son pintadillos (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), simí (*Calophysus macropterus*), lechero (*B. filamentosum*), baboso (*B. platynemum*), camiseto (*B. juruense*), mapará (*Hypophthalmus* spp.), amarillo (*Zungaro zungaro*) y barbachato (*Pinirampus pirinampu*) (Agudelo *et al.* 2000; Batista *et al.* 2007; Alonso *et al.* 2009; Agudelo *et al.* 2011a). Se estima que el intercambio comercial para este conjunto de bagres ronda los 7 millones de dólares anuales a precio de primera compra, para una región pesquera que integra aguas fronterizas y nacionales de Colombia con Brasil y Perú, siendo el municipio de Leticia su principal puerto de acopio en el río Amazonas y Puerto Leguizamo para el río Putumayo (Agudelo *et al.* 2009; Agudelo y Alonso 2011)

Históricamente la pesca en la Amazonia colombiana se regula bajo medidas de reglamentación basadas en tallas de captura, tamaño de aparejos y algunas vedas que han tenido poca efectividad, pues no aseguran la sostenibilidad para el recurso ni los beneficios sociales para los usuarios, siendo notoria la disminución de los desembarques y rendimientos por especie en comunidades pesqueras como La Pedrera, Araracuara, Puerto

² Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Bonilla-Castillo, C.A., Gómez, G.A., Salvino, H. & D.L. Trujillo. 2012. Evolución de las longitudes corporales para la pesquería comercial de bagres en la Amazonia colombiana (período 2001-2012). Revista Colombia Amazónica. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. No. 5: 177-194

Leguízamo y el área de Leticia (Agudelo *et al.* 2011a). Precisamente esos bajos rendimientos pesqueros de los últimos años, vienen acompañados de una disminución de los ejemplares de gran tamaño en la pesquería, motivo por el cual, en el presente documento se revisará el comportamiento de las tallas de los peces comercializados entre los años 1995 a 2010, confrontándolos con el Tamaño Mínimo de Captura reglamentado por la legislación colombiana.

2.2. Materiales y métodos

Los datos de las longitudes de los bagres capturados por la pesca comercial fueron levantados durante jornadas permanentes de registro de variables biológicas y pesqueras, entre los años 2001 a 2010 para dos regiones de alta importancia pesquera: Puerto Leguízamo en el río Putumayo y Leticia en el río Amazonas (Figura 5), reconocidos como los principales sectores de acopio y comercialización del pescado capturado en la Amazonia colombiana y áreas vecinas de Brasil y Perú (Valderrama 1982, 1988; Valderrama *et al.* 1993; Agudelo *et al.* 2000; 2006, 2011; Barros y Ribeiro 2005).

En términos biológicos el Tamaño Mínimo Reglamentado-TMR representa la Talla Media de Madurez Sexual-TMM de una especie, que se resuelve a partir del punto de inflexión de la curva de frecuencias acumuladas de las longitudes de los individuos sexualmente maduros. Esta TMM o L_{50} , se entiende como la longitud promedio en la cual al menos el 50% de los individuos de una población están aptos para la reproducción, siendo así considerados como individuos adultos (Vazzoler 1982, 1996; King 1995; Sparre y Venema 1997).

Para la legislación pesquera colombiana las estimaciones de TMM para las diez especies más comercializadas de la Amazonia colombiana proviene de trabajos realizados en las cuencas del Caquetá y Orinoco definidas a nivel de longitud estándar del pez, según lo estipulado en el Acuerdo 0075 de 1989 (Tabla 4) (INDERENA 1989).

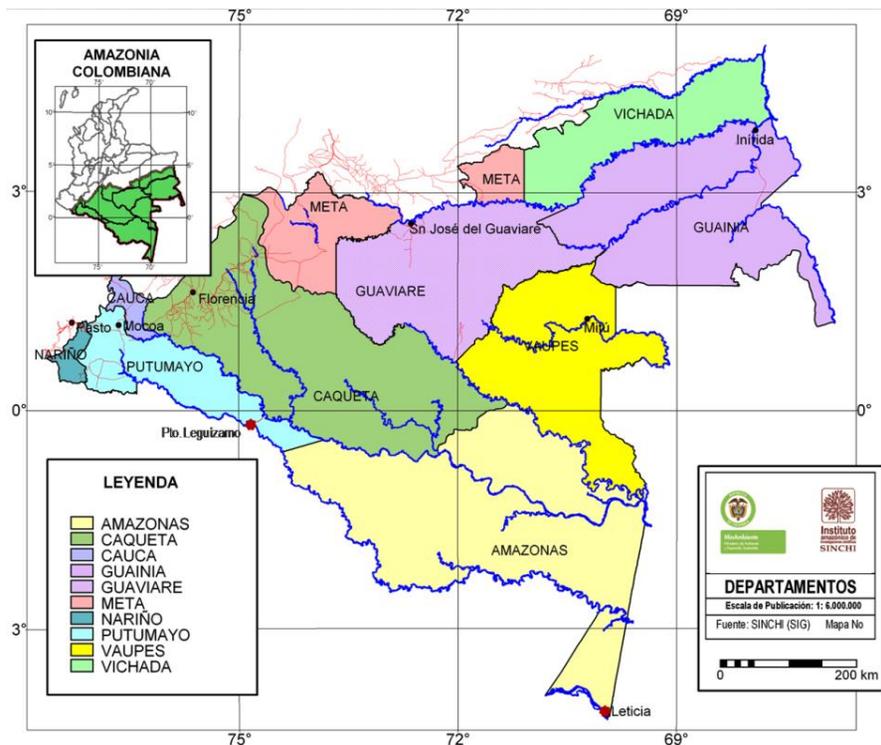


Figura 5. La Amazonia colombiana y sus departamentos, mostrando los puertos de acopio de pescado con fines de consumo humano en Leguízamo y Leticia (Fuente: programa modelos de funcionamiento – Instituto Sinchi)

Tabla 4. Tamaños Mínimos Reglamentados -TMR para diez especies de bagres de la Amazonia colombiana (Fuente: INDERENA 1989)

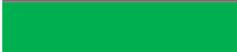
Nombre común	Nombre Científico	TMR (cm)
Lechero	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	100
Camiseto	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	50
Baboso	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	70
Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	85
Pirabutón	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	40
Simí	<i>Calophysus macropterus</i>	32
Barbachato	<i>Pinirampus pirinampu</i>	40
Rayado	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	80
Tigre	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	80
Amarillo	<i>Zungaro zungaro</i>	89

Para el presente análisis, los registros de los peces fueron organizados en longitudes estándar para cada especie y fue contabilizada en cada una, la cantidad de animales que estuvieron por debajo de la TMR, con lo cual se calculó el índice de individuos por debajo del tamaño mínimo reglamentario (IDT_m) y expresado en porcentaje según Alonso y Agudelo (2002):

$$IDT_m = (ICDT_R / TIC) * 100$$

Donde: $ICDT_R$ = número de individuos capturados por debajo del tamaño reglamentario;
 TIC = número total de individuos capturados

Para facilitar la interpretación del IDT_m se utilizaron cuatro categorías de clasificación basados en la proporción de peces que no lograron alcanzar el tamaño reproductivo de referencia y reproducirse por lo menos una vez en su vida, antes de ser capturados en la pesquería comercial, acorde a lo propuesto por Alonso y Agudelo (2002):

Color	Porcentaje (%)	Impacto Negativo
 Verde	< 25	Bajo
 Amarillo	25 – 50	Medio
 Anaranjado	50 – 75	Alto
 Rojo	75 – 100	Muy alto

El presente trabajo cobijó información multitemporal basada en registros de la década pasada para el período 2001-2010. La información fue agrupada cada dos años para facilidad del análisis, según lo propuesto por Agudelo y Alonso (2002). Se incorporaron 36.961 longitudes estándar de bagres capturados en el río Putumayo y 47.694 para el río Amazonas. Igualmente, fue utilizado como punto de comparación del indicador, la valoración realizada en el quinquenio 1995-2000 (Agudelo y Alonso 2002).

2.3. Resultados

El seguimiento a la pesquería del río Putumayo para la década pasada se cuantificó con una negativa afectación de nivel medio (<50%) sobre los bagres comerciales. A inicios de

2001 la cifra estaba en 31% pero al final de 2010 el IDT_m se ubicó en un preocupante 47% (Figura 6). De manera comparativa, entre finales de la década del 1990 y finales de la década del 2000 se observó sobre la gran mayoría de las especies analizadas que se ha incrementado el porcentaje de afectación de la pesca, como resultado del incremento en la extracción de individuos por debajo del tamaño reglamentario (Figura 7).

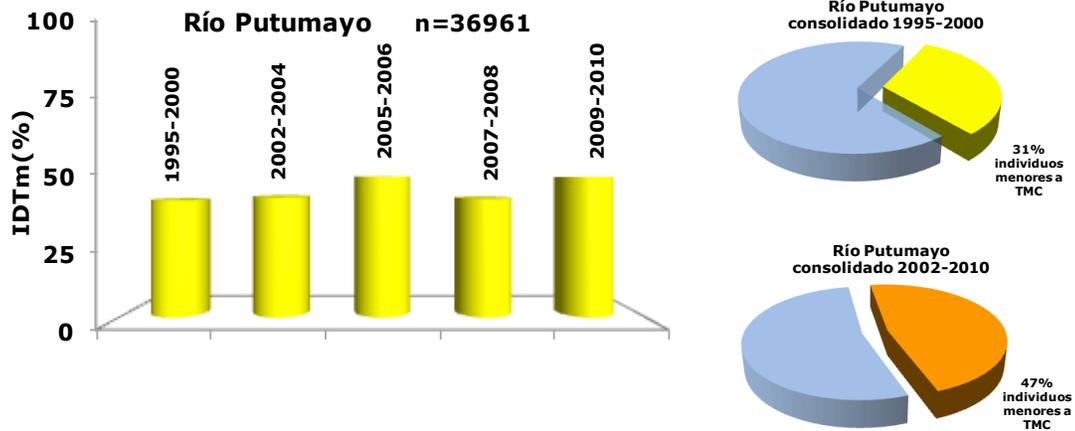


Figura 6. Evolución global del porcentaje de bagres capturados por debajo del TMR a lo largo del período 2001- 2010 y su comparación con el consolidado del quinquenio 1995-2000 para el río Putumayo (nivel de afectación: alto=anaranjado, medio=amarillo). Fuente: Agudelo y Alonso, 2002; base de datos Instituto Sinchi

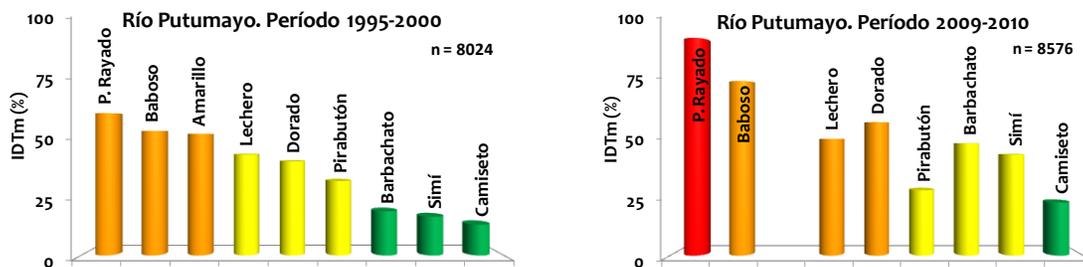


Figura 7. Comparación por especie del indicador de individuos capturados por debajo del TMR al inicio de la década de 2000 frente a su última actualización en 2010 para el río Putumayo (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio=amarillo, bajo=verde. n=8576). Fuente: Agudelo y Alonso, 2002; base de datos Instituto Sinchi.

Para las principales especies comerciales del río Putumayo, la mayor afectación la han sufrido los pintadillos (*Pseudoplatystoma* sp.) especialmente el pintadillo rayado con un IDT_m superior al 90%, lo sigue el baboso (*B. platynemum*) quien cierra el período con valores cercanos al 75% (Figura 4). Bagres de tamaño menor como el simí (*Calophysus*

macropterus), la especie actualmente más apetecida en la región del Putumayo, también demostraron un incremento en la extracción cada vez mayor de individuos pequeños; el barbachato (*P. pirinampu*) presentó una tendencia similar llegando a 48% (Figuras 8 y 9).

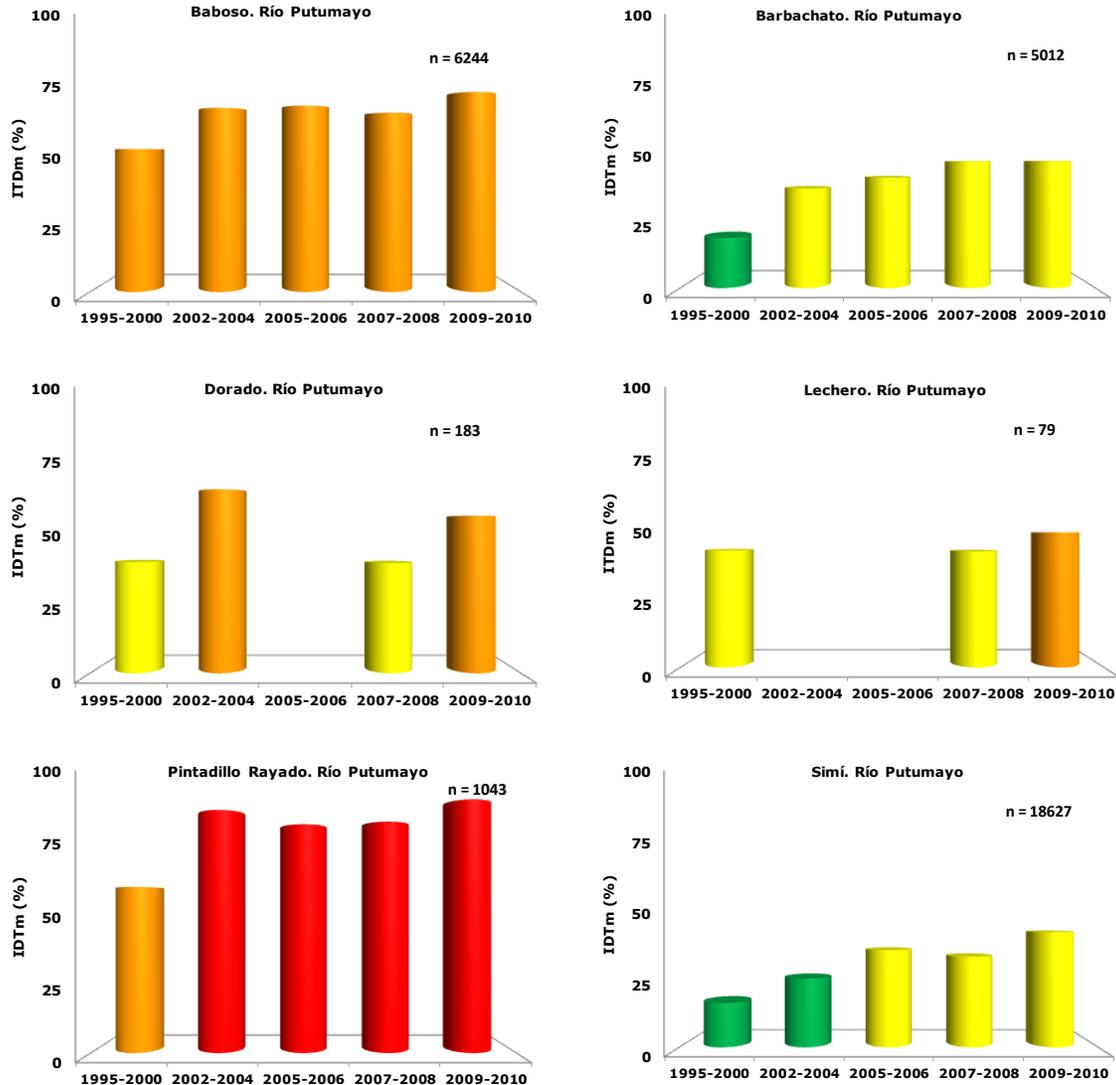


Figura 8. Comportamiento del indicador de bagres capturados por debajo del TMR en el río Putumayo a lo largo de la década 2001- 2010 y su comparación con la cifra del quinquenio 1995-200, para las especies: baboso (*B. platynemum*), barbachato (*P. pirinampu*), dorado (*B. rousseauxii*), lechero (*B. filamentosum*), pintadillo rayado (*Pseudoplatystoma* spp.) y simí (*Calophysus macropterus*) (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio=amarillo, bajo=verde). Fuente: Agudelo y Alonso, 2002; base de datos Instituto Sinchi

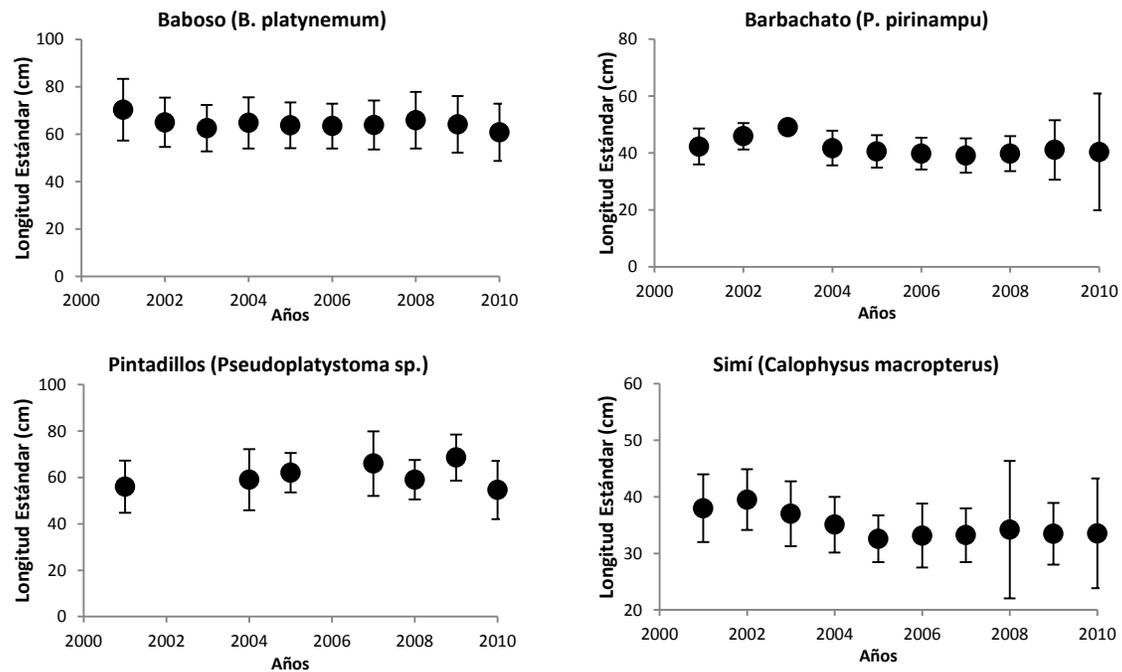


Figura 9. Promedio anual y desviación de la longitud estándar de las principales especies de bagres capturados en el sector de Puerto Leguizamo en el río Putumayo para la década 2000-2010 (Fuente: base de datos Instituto Sinchi)

De otra parte, el seguimiento a la pesquería en el sector del río Amazonas colombiano y su área de influencia, mostró que durante la década pasada (1995-2000) el IDT_m se encontraba en un nivel intermedio (33%), pasando entre el 2002-2004 a un poco más del 50% y hacia el final de 2010 llegó al 62% (Figura 10). Así como se encontró para el río Putumayo, en el Amazonas para entre finales de la década del 90 y el año 2010, en varias de las especies analizadas se ha incrementado el IDT_m (Figura 11).

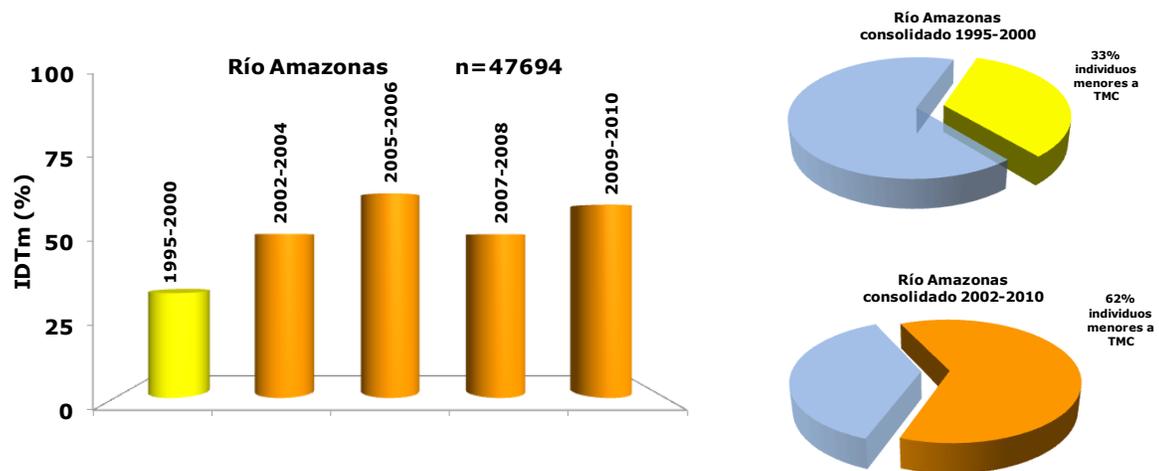


Figura 10. Evolución del porcentaje de bagres capturados por debajo del TMR a lo largo del período 2001-2010 y su comparación con el consolidado del quinquenio 1995-2000 para el río Amazonas (nivel de afectación: alto=anaranjado, medio=amarillo) (Fuente: Agudelo y Alonso, 2002; base de datos Instituto Sinchi).

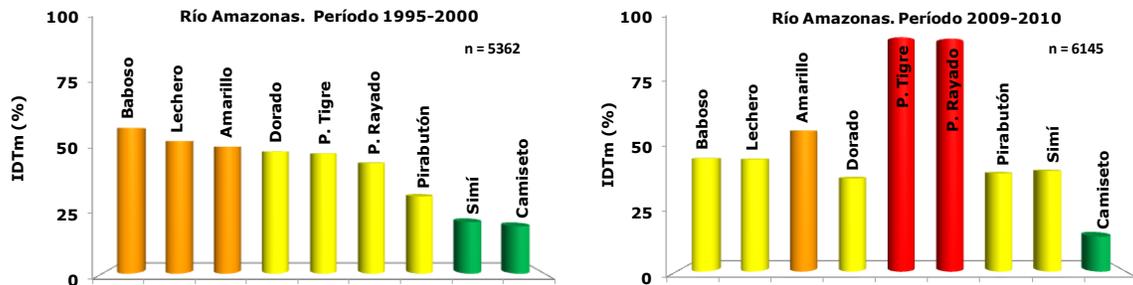


Figura 11. Comparación por especie del índice de individuos capturados por debajo del TMR al inicio de la década de 2000 frente a su última actualización en 2010 para el río Amazonas (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio/amarillo, bajo=verde. n=6145) (Fuente: Agudelo y Alonso 2002, base de datos Instituto Sinchi)

A nivel de especies de alto interés comercial en el sector del río Amazonas, es de destacar que como sucedió en el río Putumayo, la mayor afectación la han sufrido los pintadillos (*Pseudoplatystoma* sp.) con valores elevados del IDT_m superando el 90% cuando para inicios del año 2001 no sobrepasaba el 50%. Para el dorado (*B. rousseauxii*), la especie más apetecida en la región del Amazonas, se obtuvo un comportamiento constante a lo largo del período con una cifra cercana al 30% para los ejemplares capturados en aguas colombianas. Para simí (*Calophysus macropterus*), se ha incrementado la afectación

negativa de la pesquería al final de la misma década frente al valor estimado para inicios de la misma (Figura 12 y 13).

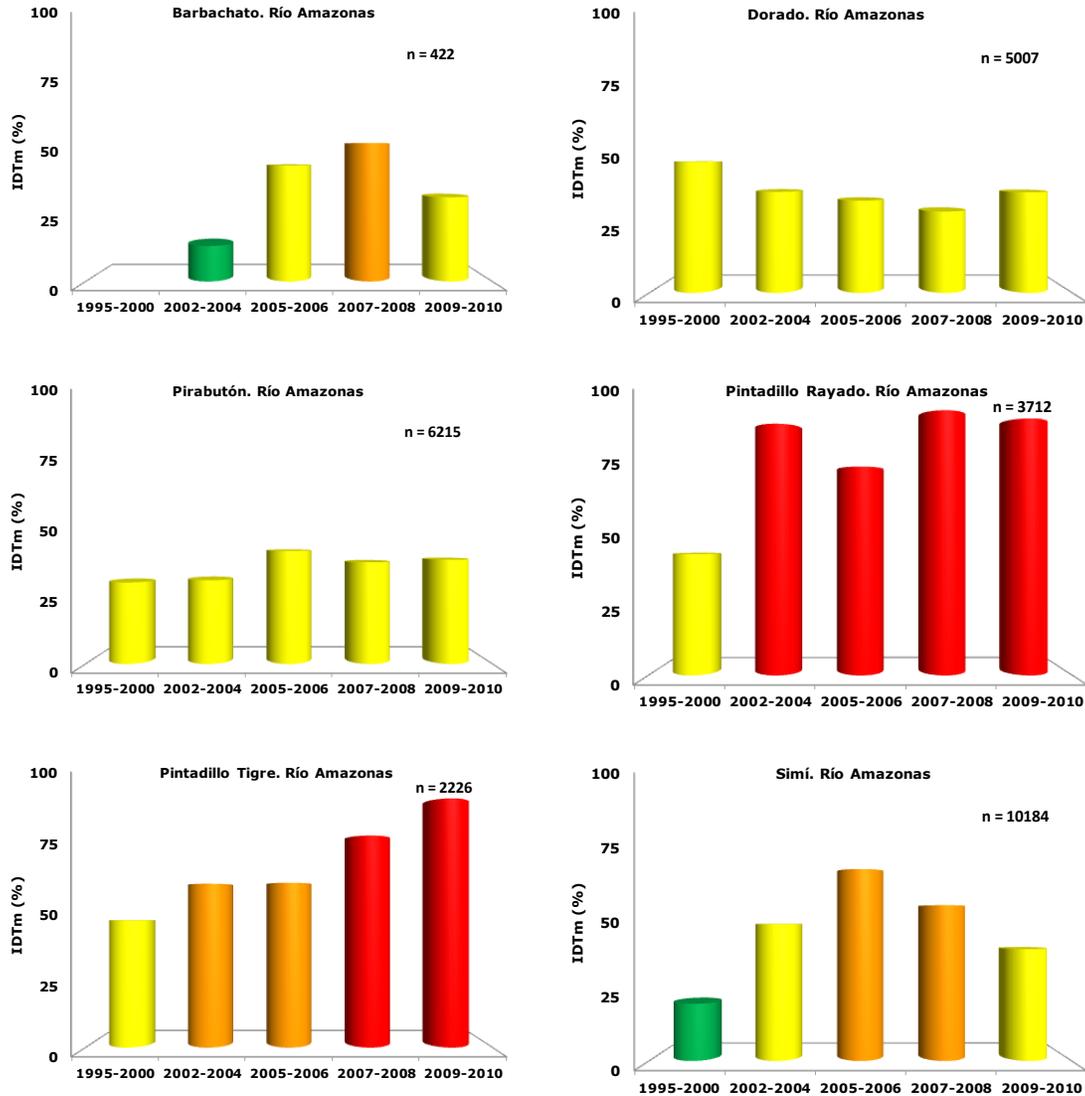


Figura 12. Comportamiento del indicador de bagres capturados por debajo del TMR en el río Amazonas a lo largo de la década 2001- 2010 y su comparación con la cifra del quinquenio 1995-200, para las especies: barbachato (*P. pirinampu*), dorado (*B. rousseauxii*), pirabutón (*B. vaillantii*), pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp.) y simí (*Calophysus macropterus*) (nivel de afectación: muy alto=rojo, alto=anaranjado, medio=amarillo, bajo=verde) (Fuente: Agudelo y Alonso, 2002; base de datos Instituto Sinchi).

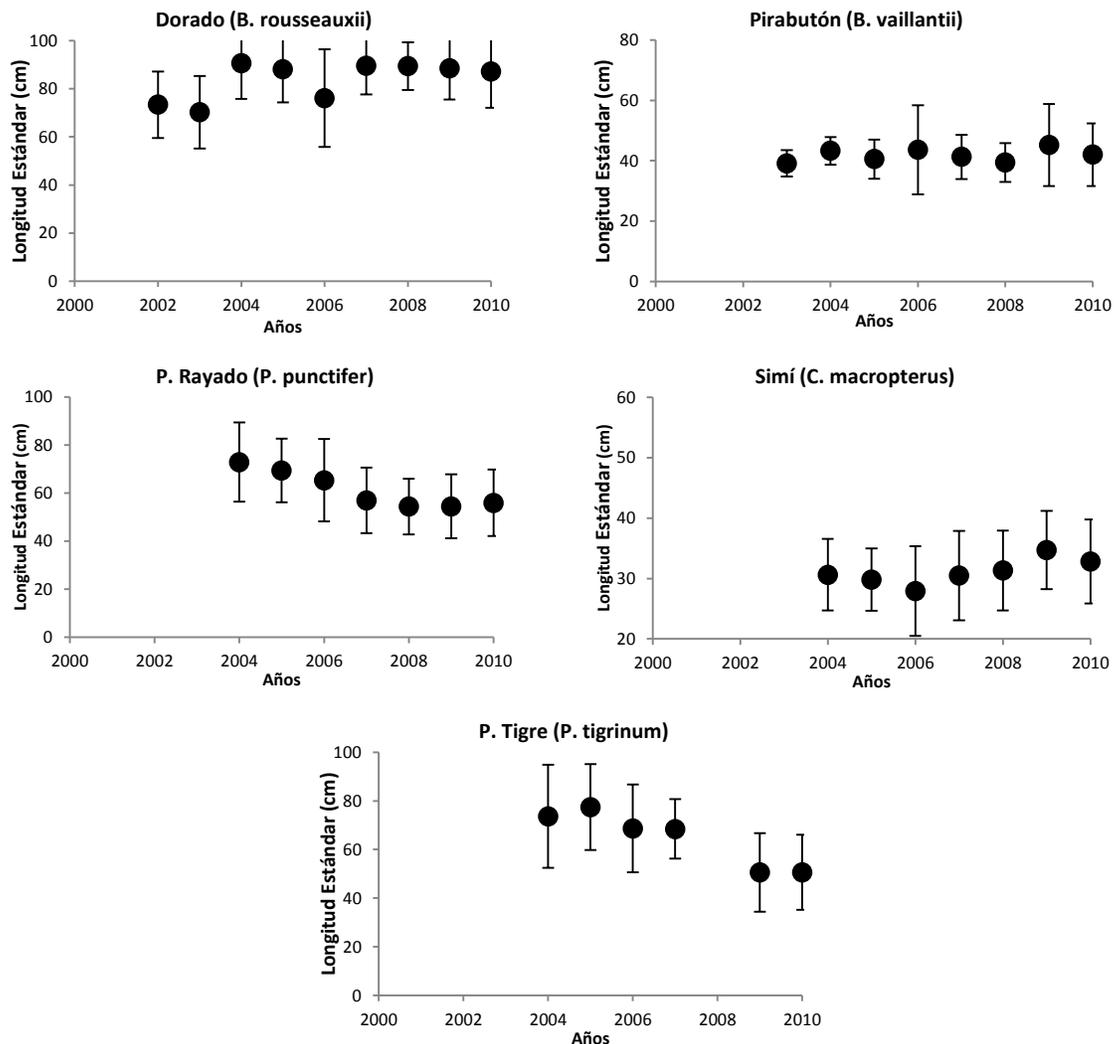


Figura 13. Promedio anual y desviación de la longitud estándar de las principales especies de bagres capturados en el sector de Leticia en el río Amazonas para la década 2000-2010 (Fuente: base de datos Instituto Sinchi)

2.4. Discusión

Varios autores han indicado que el tamaño medio de los individuos de una comunidad de peces puede describir alteraciones en los patrones de generación de biomasa o la abundancia numérica de una población (Ryder *et al.* 1981; Boudreau y Dickie 1992). Según Gislason y Rice (1998), en las pesquerías del Mar del Norte hubo una fuerte relación entre el esfuerzo de pesca y la disminución en el tamaño de los peces capturados. De tal suerte que existen fuertes evidencias que indican que el incremento de la mortalidad por efecto de

la pesca modifica la estructura demográfica de la población de peces hacia individuos más jóvenes y pequeños (Baranov 1918, Bianchi *et al.* 2000, Zwanenburg 2000 citado por Zimmermann *et al.* 2011).

Lo anterior, puede estar ocurriendo en las pesquerías amazónicas, pues en términos generales se observó que el IDTm para el sector de Puerto Leguízamo en el río Putumayo fue creciendo hacia un 50%, mientras que para Leticia en el río Amazonas las fluctuaciones se presentaron muy por encima de ese valor. Cuando en el análisis se agrega la información proveniente de las diferentes especies, se generaliza una calificación negativa, entendiendo que lo que contribuye a incrementar las alarmas en el indicador corresponde a una extracción indiscriminada de peces de pequeño porte. Por lo que se puede concluir en primera instancia, que no existe respeto por parte de los usuarios a las disposiciones reglamentarias establecidas por la autoridad pesquera colombiana. A su vez, como los sectores analizados son representativos de las labores de pesca en ambas cuencas, se puede generalizar que para todo el sector fronterizo de Colombia con el Perú en los ríos Putumayo y Amazonas, no se cuenta con una conciencia pesquera en pro de respetar la normativa sobre tallas de captura, muy a pesar que las longitudes mínimas de pesca permitidas para los bagres en ambos países están cercanas, especialmente para *B. rousseauxii* y *P. punctifer* (Ministerio de pesquería del Perú, 2001).

Frente a los análisis presentados, cabe destacar que 12 o 15 años atrás especies de gran porte como lechero, guacamayo (*Phractocephalus hemiliopterus*) y amarillo eran bastante representativas en las pesquerías de la región conjuntamente con el dorado y el baboso (Castro, 1992; Agudelo *et al.* 2000), pero su abundancia ha disminuido en los últimos años, siendo reemplazadas en la comercialización por otras especies como simí, barbachato y pintadillos (Agudelo *et al.* 2006, Agudelo 2007; Agudelo *et al.* 2011). Como consecuencia de lo anterior, se podría suponer que una variada pesca de ejemplares por debajo de la talla mínima reglamentaria es lo que está compensando la falta de la oferta natural de las especies que ya no son frecuentes en las capturas.

La pesca es resultado del esfuerzo humano, la selectividad de las artes y la combinación del régimen hidrológico de los ríos junto con el comportamiento bioecológico de las especies, pero lo extenso de la región y el poco control que se hace en la Amazonia

colombiana, permiten utilizar con elevada frecuencia distintos aparejos y utilizar diversos ambientes para capturar ejemplares de bagres por debajo del TMR (Nuñez- Avellaneda *et al.* 2007).

Para el caso de los pintadillos, especies migratorias que requieren de diversos hábitats y medianas distancias para desarrollar su ciclo de vida (<1000 km), permite capturarlos en distintos ambientes y en un variado rango de tamaños. Por lo tanto, el incontrolado esfuerzo pesquero somete a estos bagres a un alarmante estado de mala utilización del recurso, tornándolos muy sensibles a la pesca y reiterando con ello, la calificación de vulnerabilidad que actualmente poseen según la escala de la UICN, como también sucede con otras especies del mismo género, para diversos ríos de Colombia (Mojica *et al.* eds, 2002, 2012).

Para el simí debe anotarse que es una especie que viene consolidándose como bagre de alta importancia comercial con incrementos anuales en los desembarques amazónicos desde 1998. Su alta voracidad lo hace presa fácil, lo que permite capturarlo bajo distintos métodos de pesca utilizando anzuelos, espineles e incluso la mano (Bonilla-Castillo *et al.*, 2011a). Lo anterior podría explicar el incremento en la proporción de animales pequeños en los desembarcos, que se refleja en la evolución negativa del indicador de tallas para ambos ríos.

El caso de baboso en el río Putumayo refleja la aprehensión de animales pequeños capturados con anzuelos que generan tallas menores. El baboso es un depredador que vive en el canal principal de los ríos, recorre largas distancias para desovar en corrientes cercanas a la Cordillera de los Andes y las hembras son más grandes que los machos (Agudelo *et al.* 2000; Barthem y Goulding, 2007). El incremento en el IDTm para esta especie se debe a una mayor presencia de machos, que al ser de menor tamaño que las hembras reducen el promedio de las tallas.

Dorado es el bagre más apetecido de toda la Amazonia, sus capturas cerca de Leticia corresponden en su mayoría a individuos adultos y pre-adultos. Los esfuerzos de los organismos pesqueros y de control por un buen manejo de ese recurso y la atención que despierta la utilización comercial de dorado, han motivado una leve disminución o estabilidad del efecto negativo de la actividad pesquera sobre esta especie en un nivel

medianamente alto. Pero cuando se incorporan registros de individuos almacenados en los centros de acopio de Leticia que han sido capturados en aguas alejadas de Colombia, el índice se incrementa como se observa en el consolidado 1995 - 2000. Así, se puede concluir que la dinámica de la pesca local no incrementa el impacto negativo para este bagre, pero los procesos de demanda y comercialización regional a lo largo del río Amazonas hacen que la pesquería como un todo impacte negativamente este recurso, pues en Brasil se capturan juveniles y alevinos de la especie (Barthem y Goulding, 1997; Alonso, 2002; Alonso y Pirker, 2005). De tal suerte que para esta especie tan exquisita de la pesquería amazónica, que requiere de miles de kilómetros para desarrollar su ciclo de vida, su sustentabilidad dependerá muchísimo de lo que las autoridades pesqueras colombianas (e incluso peruanas) alcancen a acordar con las autoridades brasileña, ya que en sectores colombianos este recursos está relativamente bien protegido. Sin embargo, debido a su particular ciclo de vida, se califica a la especie como vulnerable según la escala de la UICN (Mojica *et al.* eds, 2002, 2012).

Frente a lo anterior y debido a que las labores de pesca se realizan en regiones fronterizas, es fundamental reconocer que los efectos de la pesca no solo corresponden al resultado de una actividad ejercida por pobladores colombianos, si no también, de pescadores peruanos y brasileños sobre unas especies que tienen la característica de ser medianas y grandes migratorias. Por lo tanto, los cambios observados en este análisis, son también el reflejo de una pesca a nivel regional entre los tres países.

Por lo tanto, se requiere de un inmediato proceso de ordenación de la pesca y una activa y dinámica intervención política tanto de las comisiones de vecindad, coordinadas por los Ministerios de Relaciones Exteriores, como de las autoridades pesqueras, ambientales, científicas y territoriales de cada país; para poder iniciar con prontitud la ratificación y/o ajuste de los actuales tamaños mínimos de captura en la fronteras en conjunto con la precisión de las artes que pueden ser utilizadas en la pesca, y a una mejora en la participación y sensibilización que las autoridades pesqueras puedan realizar con los usuarios..

Pero es claro que el futuro de la actividad y la perpetuación de las especies no depende solamente del manejo de la pesquería a través de las tallas, por lo que diversas e

innovadoras estrategias de manejo deben implementarse y solo pueden ser determinadas mediante un consenso general regional. Y en ese orden, se debe hacer énfasis que la pesquería comercial recoge unas especies migratorias, que realizan parte de sus ciclos de vidas en las zonas fronterizas, con características de crecimiento y dinámica poblacional que indican una menor capacidad de renovación, además de que también son peces de nivel trófico alto (Barthem y Goulding, 1997; Agudelo *et al.* 2000, 2011; Barthem y Fabré, 2004; Angelini *et al.* 2006a; García *et al.* 2009).

Todo lo anterior significa que para que las recomendaciones de los diversos estudios científicos realizados sobre la pesca de bagres tengan efecto, las entidades encargadas del ordenamiento del recurso pesquero deben propender hacia una regulación regional equilibrada y equitativa de parte de los países fronterizos -Colombia, Brasil y Perú-, a partir de una mirada holística que conjugue aspectos ambientales, sociales y económicos, promoviendo tanto la sostenibilidad de estos importante recursos naturales, como la rentabilidad y competitividad de una labor cotidiana y compartida que beneficia a miles de personas en la región.

CAPÍTULO 3. REPRODUCCIÓN, CRECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DEL DORADO *Brachyplatystoma rousseauxii* EN EL RÍO CAQUETÁ (DEPARTAMENTO DE AMAZONAS)³

3.1. Introducción

La gran Amazonia abarca un área total de 7.989.004 km²; de los cuales Colombia posee un 5,5% equivalente a 413.000 km², lo que significa un 36% del territorio nacional, allí se encuentran extensas zonas de bosques, recursos faunísticos y una gran cantidad de cursos hídricos, siendo los de mayor importancia los ríos Putumayo, Caquetá y el Amazonas (Gutiérrez *et al.* 2004).

La mayoría de los poblados amazónicos se encuentran a orillas³ de los principales cursos de agua, por lo que las labores pesqueras hacen parte del día a día de las actividades del habitante amazónico. La actividad pesquera puede clasificarse en tres categorías: la pesca de subsistencia o de autoconsumo, la ornamental y la comercial de consumo, siendo esta última la más importante, realizada con mayor participación de pescadores indígenas y colonos ribereños, para los cuales esta es una actividad más dentro del sistema de producción que desarrollan, asociada a la horticultura, la caza y la recolección de especies del bosque (Agudelo *et al.* 2000, Fabré y Barthem 2005, Agudelo *et al.* 2006, Agudelo 2007). En tal sentido, la pesca tiene una importancia económica, social y cultural para la región amazónica y se considera la principal fuente de proteína. Los asentamientos humanos que habitan sobre las riberas de los ríos dependen de forma directa de los productos que ofrecen los ecosistemas acuáticos durante las diferentes épocas del año (Alonso y Fabre 1999, Agudelo *et al.* 2000, Agudelo *et al.* 2006, Barthem y Goulding 2007, Agudelo *et al.* 2009).

Los grandes bagres pertenecientes a la familia Pimelodidae son el grupo más importante en las pesquerías comerciales de la Amazonia colombiana, contando con 13 especies muy

³ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E. Joven, A.V., Bonilla-Castillo, C.A., Petrere Jr, M., Pelaez, M. & F. Duponchelle. 2013. Breeding, growth exploitation of *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1985 in the Caqueta River, Colombia. *Revista Neotropical Ichthyology*, 11 (3): 637-647

comercializadas hacia el interior del país (Agudelo *et al.* 2000). Esas especies son las que mayor presión soporta por parte de los pescadores comerciales en los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo (Fabr e y Alonso 1998, Agudelo *et al.* 2000, Petreire *et al.* 2004).

De esas especies el dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* es el de mayor demanda en la Amazonia occidental y debido a su amplia distribución es explotado por las flotas pesqueras a lo largo del canal principal de los ríos Amazonas, en Caquetá, Madeira, Pur s y Juruá (Rodríguez 1991, Barthem y Goulding 1997), utilizando diversas artes como arpón, flechas, piola, espinel y botes con mallas flotantes, honderas y estacionarias (Arboleda 1989, Rodríguez 1991, Muñoz 1993, Agudelo 1994, Agudelo *et al.* 2000). *Brachyplatystoma rousseauxii* realiza la más larga migración conocida para un pez de agua dulce: los adultos desovan en las cabeceras de las aguas andino-amazónicas en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y posteriormente, huevos y larvas son transportados aguas abajo hasta el estuario del río Amazonas en Brasil donde pasan sus primeros años antes de migrar río arriba para completar su ciclo de vida (Barthem y Goulding 1997, 2007, Alonso 2002, Fabr e y Barthem 2005).

Para el río Caquetá la pesca ocupa el primer renglón entre los recursos económicos de las poblaciones ribereñas, bien sea para el consumo regional o para su comercialización en el interior del país (Rodríguez 1991, Muñoz 1993, Castro y Santamaría 1993, Agudelo 1994, Celis 1994, Gómez 1996). La pesca está concentrada solo en dos especies de bagres que dominan las capturas y que componen cerca del 80% de la movilización total en el año: el dorado (*B. rousseauxii*) con 56.7% y el lechero (*B. filamentosum*) con 27.1% (Agudelo 1994, Celis 1994).

La información generada en pro del manejo pesquero para los bagres de la región del Caquetá reseña ciertos aspectos de la biología y de la importancia comercial de los bagres (Muñoz 1993, Agudelo 1994, Celis 1994, Gómez 1996, Agudelo *et al.* 2000), pero a la fecha poco se ha realizado por conocer acerca del crecimiento y mortalidad de las especies. Esto también aplica para *B. rousseauxii* cuyas capturas han disminuido en la región (Rodríguez 2010b), aunque información preliminar de ese tipo fue generada por Muñoz-Sosa (1996). Para este tipo de especies de importancia comercial, este conocimiento es fundamental para la definición de estrategias de manejo adecuadas (Sparre y Venema 1995). Así, el

presente estudio tiene por objeto llenar este vacío, proporcionando nueva información sobre la reproducción, el crecimiento y patrones de mortalidad de *B. rousseauxii* en el río Caquetá.

3.2. Materiales y métodos

Área de estudio. La información recolectada proviene del Corregimiento de la Pedrera y su área de influencia, localizado al norte del departamento del Amazonas en Colombia, en la margen derecha del río Caquetá y cerca de la frontera con el Brasil, cuyas coordenadas geográficas son 1°18' de latitud sur y 69°37' longitud oeste de Greenwich (Figura 14). La altura media sobre el nivel del mar es de 90 m y la temperatura oscila en torno de 27°C, con valores mínimos de 20°C en enero y junio y máximos en noviembre con 35°C (Celis 1994). Los peces fueron muestreados entre 1995 y 1997. En ese lugar, las faenas de pesca para la captura de bagres se realizan en dos zonas (Agudelo *et al.* 2000): i. desde María Manteca hasta el Chorro de Puerto Córdoba cerca de La Pedrera, en una extensión de 250 km lineales; ii. desde el Chorro de Puerto Córdoba hasta la frontera con Brasil en Villa Betancourt y Serrinha, en una extensión de 50 km lineales

Aunque el conjunto de datos proviene del período 1995-1997 es importante resaltar que no existen datos más actualizados o disponibles para ese sector del río Caquetá. Hoy en día es casi imposible obtener un amplio conjunto de datos que permita la estimación de la reproducción, el crecimiento y los parámetros de mortalidad para cualquier río, debido a que los peces llegan casi siempre eviscerados y sin cabeza desde las zonas de pesca. Por otra parte, realizar un muestreo científico sobre tantos especímenes sería poco práctico (es decir, en cuánto a tiempo y costos) y poco ético. También hay que destacar que los resultados obtenidos con este conjunto de datos proporcionará una base adecuada para futuras comparaciones sobre el estado de los recursos. Teniendo en cuenta el particular ciclo de vida de esta especie, donde los peces más pequeños se encuentran en la desembocadura del río Amazonas no se cuenta con muestras capturadas por debajo de los 38 cm de longitud para este estudio.

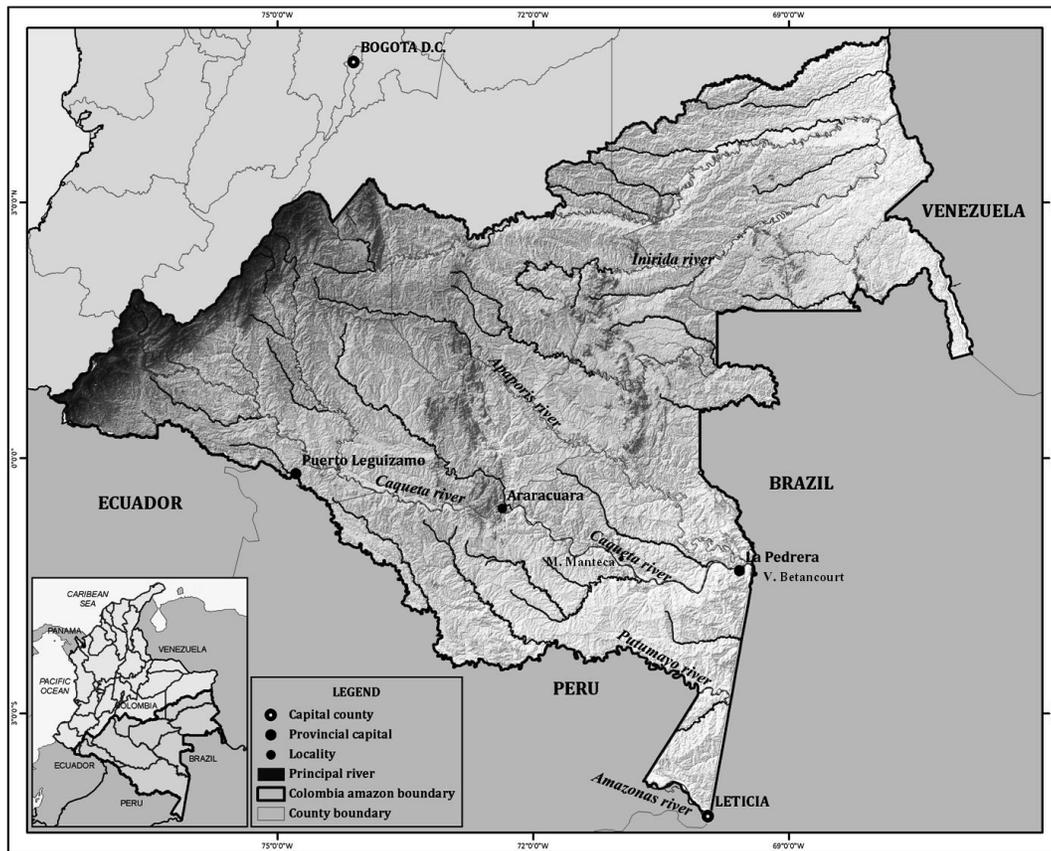


Figura 14. La Amazonia en Colombia mostrando su división política (mapa inferior izquierda), principales ríos y principales regiones de pesca de bagres destacando los puntos de María manteca, La Pedrera y Villa Betancourt en el río Caquetá (con base en: Agudelo *et al.* 2000; Murcia *et al.* 2007)

Datos. Los datos provienen de la base de registros del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI que fueron utilizados por Agudelo *et al.* (2000) y fueron re-analizados para tener en cuenta las deficiencias metodológicas señaladas en García *et al.* (2009) a razón de proporcionar nueva información sobre los parámetros de reproducción, crecimiento y mortalidad. Entre septiembre de 1995 y diciembre de 1997, se recogieron registros de *B. rousseauxii* mediante seguimiento a los desembarques diarios arribados a puerto en horas de la mañana en La Pedrera. Cada espécimen se midió y siempre que fuera posible se pesó y sexó. La longitud estándar (Ls), longitud corporal estándar (LCs: desde la parte posterior del opérculo hasta el final de la vértebra hipural) y peso total (W) de cada pez fue medido con precisión ± 1 cm y ± 50 g respectivamente. La longitud corporal estándar fue tomada para determinar la longitud estándar de especímenes que arribaron

sin cabeza, utilizando para ello la siguiente regresión lineal: $LCs=0,75*Ls-1,26$ ($R^2=0,952$, $P<0,001$).

Las gónadas fueron macroscópicamente revisadas para determinar el estado de madurez apoyándose en la clasificación propuesta por Nuñez y Duponchelle (2009), quienes indican que las hembras se clasifican como: estado 1 inmaduras, estado 2 madurando, estado 3 madurez avanzada, estado 4 maduros, estado 5 desovadas y estado 5-1 que describe a gonadas en reposo. Para machos: estado 1 corresponde a peces inmaduros, 2 en maduración o reposo y 3 corresponde a peces inmaduros, etapa 2 a la maduración o reposo y 3 maduros. La época de reproducción se determinó utilizando las proporciones mensuales de estadios de maduración gonadal de las hembras 3 y 4.

La talla de primera madurez sexual (L_m) se define como la longitud estándar al cual el 50% de los individuos se encuentran en una etapa de maduración avanzada durante la época de reproducción (es decir, por lo menos la etapa 2 para hembras y machos). L_m se calcula mediante el ajuste de la fracción de individuos maduros por intervalos de 10 mm L_s en una función de regresión logística (Barbieri *et al.* 1994; Duponchelle y Panfili 1998.):

$$\% M = 1 / (1 + e^{-(a(L-L_m))})^{-1}$$

Donde %M = porcentaje de individuos maduros en un tamaño de clase de 10mm, L = valor central de cada tamaño de clase y a y L_m = constantes del modelo. El porcentaje de los individuos maduros de cada clase de tamaño fue ponderada por el número total de individuos de la misma clase de tamaño.

El estudio sobre el crecimiento de los peces significa básicamente determinar el tamaño de una especie en función de su edad. Por lo tanto, uno de los criterios tiene que ver con calcular la máxima longitud que un pez puede alcanzar en la naturaleza, la cual se conoce como longitud asintótica o teórica (L^∞) y equivale a la talla media de un pez muy viejo. Otro criterio busca establecer la velocidad con la cual crece el pez, por lo que se habla de la tasa de crecimiento de la especie (K), que determina la rapidez con que el pez alcanza la L^∞ . Finalmente, la curva de crecimiento del pez a lo largo del tiempo se ajusta con un parámetro

de condición inicial dado en años, conocido como t_0 , que determina el punto en el tiempo en el que el pez tiene una talla cero (Sparre & Venema 1997).

Las características de edad y crecimiento fueron estimadas a partir de las progresiones modales de la distribución de frecuencias de las longitudes estándar (King 1995) utilizando la rutina de análisis de frecuencia - ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) desarrollado por Pauly & David (1981) y proporcionado en el paquete computacional FISAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools) (Gayanilo *et al.* 2005). Los parámetros utilizados fueron aquellos que mejor correspondieron con el patrón reproductivo observado para la especie en el río Caquetá, que mejor describieron las distribuciones mensuales y sus modas, y que contaron con la mejor calificación o score (parámetro de bondad) de la rutina ELEFAN. Con esas consideraciones se minimiza la tendencia de ELEFAN de subestimar el coeficiente de crecimiento K y sobreestimar L_∞ (Moreau *et al.* 1995). Los parámetros de crecimiento fueron calculados por la función de von Bertalanffy (VBGF) ecuación ajustada por el método ELEFAN:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde L_t es la talla media a una edad t , L_∞ es la longitud asintótica, K el coeficiente de crecimiento y t_0 la edad teórica a tamaño cero. t_0 fue calculado utilizando la fórmula empírica propuesta por Pauly (1979):

$$\log_{10}(t_0) = -0,392 + 0,275 \log_{10} L_\infty - 1,038 \log_{10} K$$

La edad de primera madurez sexual (A_m) se calculó a partir de la VBGF como sigue (Duponchelle *et al.* 2007.):

$$A_m = \{-\ln [1 - (L_m * L_\infty - 1)] K^{-1}\} + t_0$$

donde L_m es la talla de primera madurez sexual y L_∞ y K son los parámetros de la VBGF.

La longevidad de la especie (t_{max}), fue estimada para la región del Caquetá a partir de la ecuación de Taylor (1958):

$$A_P = t_0 - [\ln (1-P) K^{-1}]$$

donde t_0 y K son los parámetros VBGF y p es una fracción de L_∞ (en este caso 0,95). La longevidad también fue calculada a partir de la ecuación de Froese y Binohlan (2000):

$$\log_{10} t_{\max} = 0,5496 + 0,957 \log_{10} (A_m)$$

Los efectos negativos en el ciclo de vida del pez, la muerte, fueron definidos mediante tasas de mortalidad. Es fácil describir la variación del tamaño de una población siguiendo el comportamiento de los peces nacidos en un mismo tiempo (cohorte). Así, se considera que la mortalidad en una cohorte se compone de la mortalidad provocada por acción de la pesca (F) y la mortalidad natural (M), que comprende las muertes por todas las otras causas agrupadas como: depredación, enfermedad, estrés del desove, inanición y muerte por edad avanzada.

La mortalidad natural también puede estar relacionada con L_∞ y por tanto, a mayor tamaño corporal menor M . A la suma de M y F se le denomina tasa de mortalidad total (Z), cuya unidad de medida es anual o en general, por unidad de tiempo (Sparre y Venema 1997). Cuanto más alto sea el valor de Z , más rápido decrece en el tiempo el número de peces que sobreviven de una población y se hace más pequeña la edad máxima que pueden alcanzar. La tasa de mortalidad total fue estimada por la ecuación de Sparre y Venema (1997):

$Z = F + M$, donde F es la mortalidad por pesca y M la mortalidad natural

Los parámetros de mortalidad se calcularon utilizando los procedimientos previstos en el paquete FiSAT II. La mortalidad total - Z fue estimada por el método de longitudes convertidas a curvas de captura -LCC (Pauly 1983).

Debido a que la mortalidad natural - M es uno de los parámetros de historia de vida más complicados de estimar en las poblaciones naturales (Vetter, 1988; Brodziak *et al.* 2011), se han propuesto varios modelos empíricos que vinculan M a atributos de la historia de vida de los peces como la edad de madurez o el crecimiento (revisiones en Simpfendorfer *et al.*

2005; Gislason *et al.* 2010). Estas relaciones empíricas asumen que M es una constante en el stock y los usuarios en general aplican la estimación a todas las edades y tamaños de la especie o de la población explotada objeto de estudio. Uno de los modelos más utilizados es Pauly (1980) quien mediante una ecuación une M a L^∞ , K y la temperatura ambiental media anual (T°) para la especie en cuestión.

Por tanto, la mortalidad natural fue evaluada usando la ecuación de Pauly tal como se aplica en el paquete FiSAT II y asignando una temperatura media anual de 27 °C. Sin embargo y con el fin de verificar la exactitud de la estimación de la mortalidad natural utilizando la ecuación de Pauly y las consecuencias sobre la estimación de la mortalidad por pesca y la tasa de explotación, también se estimó M utilizando la fórmula de Richter y Efanov (Sparre y Venema 1995), relacionando la mortalidad con la edad en la cual el 50% de la población está madura (estimado por A_{50}), tal como se aplica en el paquete FiSAT II. Además, la mortalidad natural también se estimó utilizando la fórmula de Jensen (1996 en Simpfendorfer *et al.* 2005.): $M = 1.65/A_{50}$ y $M = 1,6 * K$, siendo K el coeficiente de crecimiento de VBGF.

Teoría y estudios empíricos recientes sobre la mortalidad natural indican que M se modifica con el tamaño del pez (McCoy y Gillooly 2008, Gislason *et al.* 2010, Brodziak *et al.* 2011) y que el supuesto de una constante K puede ser una aproximación válida solamente cuando se han pescado individuos maduros, pero que la dependencia por tamaño debe ser tenida en cuenta cuando se capturan individuos inmaduros (Brodziak *et al.* 2011). Teniendo presente que una importante proporción de individuos inmaduros son explotados en el río Caquetá y para efectos comparativos, la mortalidad natural también fue estimada separando individuos inmaduros y maduros usando:

-Ecuación de Gislason *et al.* (2010): $\ln (M) = 0,55 - 1,61 \ln (L) + 1,44 \ln (L^\infty) + \ln (K)$

-Ecuación de Charnov *et al.* (2013): $M = ((L/L^\infty)^{-1.5}) * K$

donde L^∞ y K son los parámetros VBGF y L la longitud del cuerpo (cm) para el cual la estimación de M se aplicaría.

Para el conjunto de datos L fue fijada como la longitud promedio estándar de los peces inmaduros ($L = 82,5, 75$ y 82 cm para hembras, machos y la combinación de todos los individuos sexados y no sexados) y de los maduros ($L = 102, 94$ y 100 cm para las hembras, machos y combinación de todos los individuos). La mortalidad por pesca (F) se calculó como $F = Z - M$ (Pauly 1980). La tasa de explotación se define como la fracción de muertes ocasionadas por la pesca y su cálculo permite identificar si la especie está sufriendo sobreexplotación ($E > 0.5$) o no ($E < 0.5$). Para ello el índice se calcula como el cociente de la división entre la mortalidad por pesca sobre la mortalidad total: $E = F * Z^{-1}$. Para fines de comparación, tanto F y E fueron calculado para las diferentes estimaciones de M.

Análisis estadísticos. Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para evaluar las diferencias entre las relaciones talla-peso entre sexos, transformadas previamente en logaritmos utilizando $\log_{10}W$ como la variable dependiente, $\log_{10}Ls$ como la covariante y el sexo como variable categórica. Las diferencias del promedio de longitud estándar o del peso para cada sexo entre años fueron probadas con un análisis de varianza Kruskal-Wallis y pruebas post-hoc por parejas de Dunn, utilizando la corrección Bonferonni para mantener el coeficiente del error en todo el experimento en el α deseado (0,05, 0,01 ó 0,001). Las diferencias en la longitud estándar media y el peso entre sexos para cada año se evaluaron con una prueba de suma de rangos Mann-Whitney. Para cada sexo, los modelos de regresión logística presentaron una estimación de $Lm \pm$ desviación estándar. Los tamaños de madurez entre sexos fueron comparados mediante pruebas t de Student (grados de libertad calculados a partir del número de clases de tamaño).

3.3. Resultados

Un total de 4116 individuos de *Brachyplatystoma rousseauxii* fueron evaluados entre septiembre de 1995 a diciembre de 1997, a los cuales se les determinó el sexo en una proporción de 70% (1995), 57% (1996) y 96% (1997). Durante el período de estudio, las relaciones talla-peso fueron muy similares entre machos y hembras:

- $W = 0,00001 * Ls^{3,053}$, $r^2 = 0,912$, $P < 0,001$ ($n = 1897$) para hembras,
- $W = 0.00001 * Ls^{3,082}$, $r^2 = 0,914$, $P < 0,001$ ($n = 1055$) para machos

- $W = 0.00001 * Ls^{3.086}$, $r^2 = 0,953$, $P < 0,001$ ($n = 4116$) para todos los peces

La comparación de las relaciones lineales transformadas a logaritmo de longitud - peso indicaron una diferencia significativa entre las hembras y los machos durante el período de estudio (ANCOVA, $F_{2,2992} = 18.4$, $P < 0,001$). Por tanto, se destaca un dimorfismo sexual en el tamaño donde las hembras crecen más que los machos (Tabla 5).

Tabla 5. Promedios y rangos de longitud estándar (Ls en cm) y peso (W en kg) de *B. rousseauxii* en el río Caquetá según año y sexo tanto para hembras, machos y todos los individuos

Sexo	Año	N	Ls±SD	Rango	W±SD	Rango
Hembras	1995	324	98,2±10,9	(45-143) ^a	14,7±5,0	(1,2-44,5) ^a
	1996	766	99,3±9,4	(60-133) ^a	15,3±4,6	(4,0-35,4) ^a
	1997	807	101,6±9,3	(73-136) ^b	15,9±4,8	(5,0-39,0) ^b
Machos	1995	145	91,4±9,7	(61-119) ^a	11,7±3,6	(3,0-23,0) ^a
	1996	430	91,8±9,2	(38-129) ^a	11,9±3,7	(1,3-32,0) ^a
	1997	480	91,8±7,7	(66-117) ^a	11,5±3,1	(3,2-24,0) ^a
Todos	1995	665	95,2±11,5	(45-130) ^a	13,5±4,8	(1,1-33,0) ^a
	1996	2112	94,7±12,0	(38-149) ^a	13,3±5,2	(1,0-44,0) ^a
	1997	1339	97,9±9,9	(66-136) ^b	14,3±4,8	(3,2-39,0) ^b

En cada año durante el período de estudio, las hembras fueron significativamente mayores (prueba de Mann-Whitney, $T = 24954$, $P < 0,001$ para el año 1995, $T = 179580$, $p < 0,001$ para 1996 y $T = 189889.5$, $P < 0,001$ para 1997) y más pesadas que los machos ($T = 25015$, $P < 0.001$ para el año 1995, $T = 180,031$, $p < 0,001$ para 1996 y $T = 195011$, $p < 0,001$ para el año 1997). Los rangos de tamaño fueron 38 a 129 cm para machos, 45 a 143 cm para hembras y 38 a 149 cm cuando se combinaron todos los datos. La hembra más grande fue también la más pesada con 44,5 kg.

La longitud estándar promedio (Kruskal-Wallis ANOVA en rangos: $H = 37,9$, $df = 2$, $P < 0,001$) y el peso medio ($H = 14,9$, $df = 2$, $P < 0,001$) difirió significativamente entre años para las hembras (Tabla 5), pero no para los machos ($H = 0.03$, $df = 2$, $p = 0,987$ para la LS y $H = 2,5$, $df = 2$, $p = 0,282$). También se observaron diferencias significativas entre los años

cuando los individuos sexados y no sexados se agruparon tanto para la longitud media ($H = 59,3$, $df = 2$, $P < 0,001$) como para peso ($H = 33,5$, $df = 2$, $P < 0,001$).

Época de reproducción

La época de reproducción de *B. rousseauxii* en el río Caquetá se realiza durante un período de seis meses, que abarca los períodos de aguas altas y en descenso (Figura 15). Se logró observar alguna variación entre años: comenzó temprano (marzo) y terminó antes (septiembre) para 1996 que en 1997 (abril-mayo hasta septiembre).

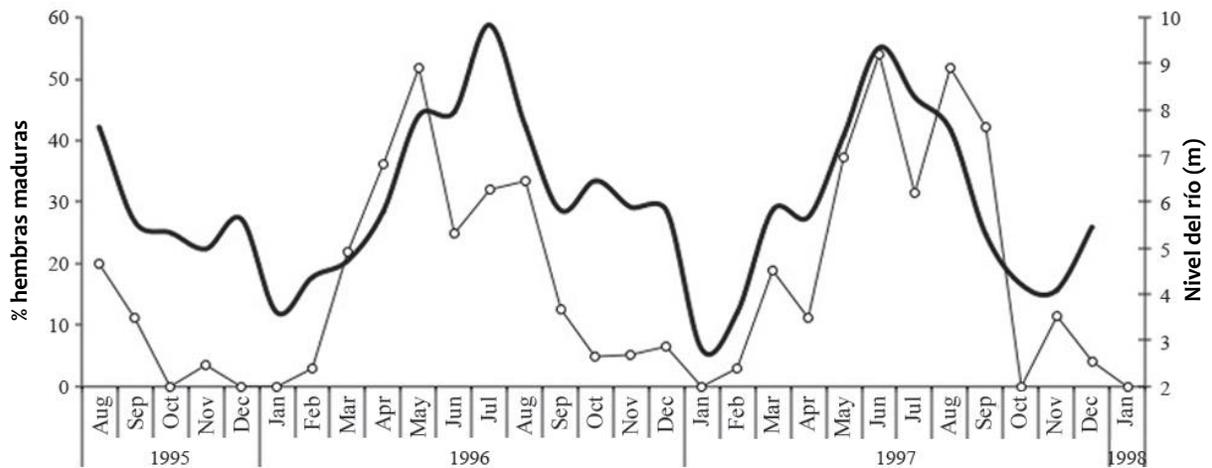


Figura 15. Variación de los porcentajes mensuales de madurez (estados 3 y 4) de hembras de *B. rousseauxii* (círculos blancos) en el río Caquetá entre los años 1995 – 1997 y su relación con el nivel del río (línea negra)

Características de edad y crecimiento

Para hembras, machos y sexos combinados, los mejores modelos de ajuste obtenidos por la rutina ELEFAN dieron una fecha de nacimiento que corresponde al pico de la temporada de reproducción en junio para hembras y en agosto para machos (Figura 16). Los parámetros VBGF se presentan en la Tabla 6. Las hembras tuvieron un mejor crecimiento que los machos en cada clase de edad (Tabla 7). La diferencia entre machos y hembras aumentó gradualmente de aproximadamente 8% en el primer año hasta un 11% a los doce años de edad.

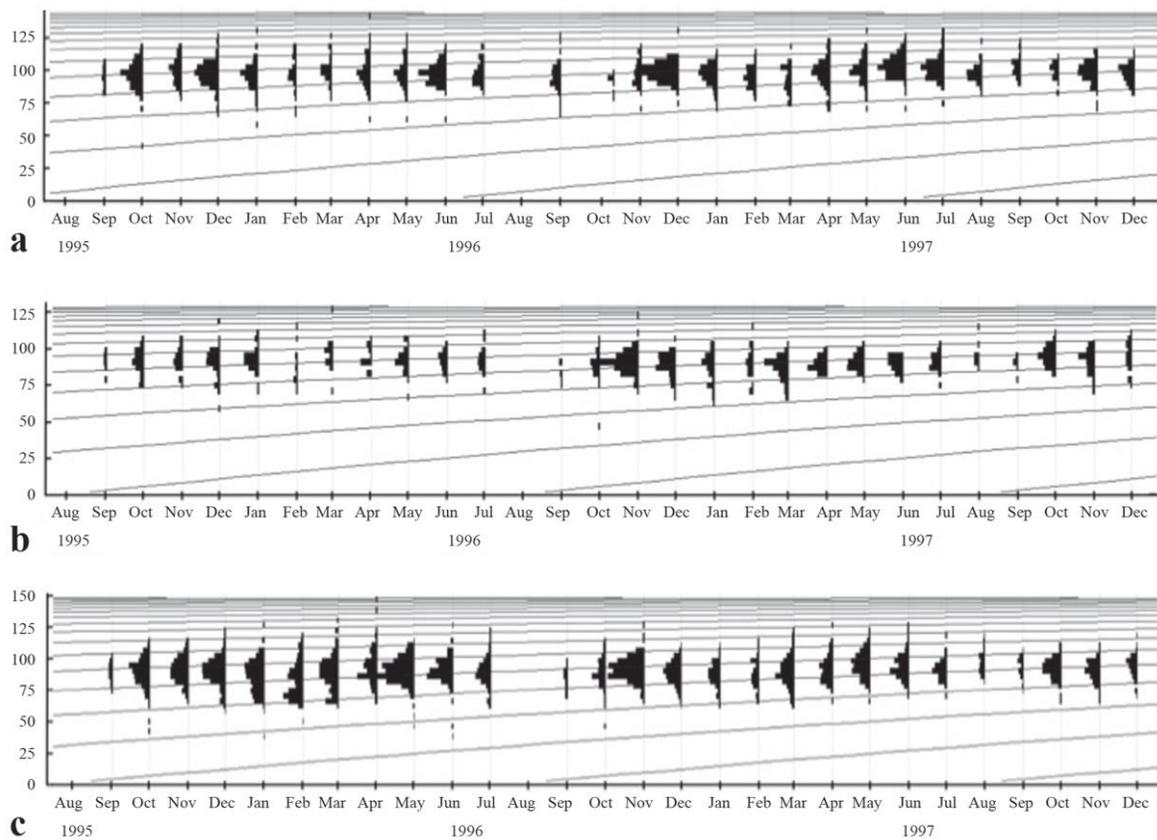


Figura 16. Histogramas de frecuencia de longitud estándar y curvas de crecimiento correspondientes a la función de von Bertalanffy para a) Hembras, b) Machos y c) todos los individuos combinados (hembras, machos, sexados, no sexados e indeterminados) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el río Caquetá durante 1995 - 1997.

Tabla 6. Longevidad (t_{max}) y parámetros de crecimiento calculados para hembras, machos y sexos combinados de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el río Caquetá (La Pedrera) a partir del análisis de longitudes estándar para el período 1995 - 1997 (Longevidad según Taylor¹, Froese y Binohlan²)

	L_{∞} (cm)	K(año ⁻¹)	t_0 (años)	Score	t_{max}^1 (años)	t_{max}^2 (años)
Hembras	149,1	0,24	-0,45	0,133	12,0	11,1
Machos	132,3	0,25	-0,45	0,131	11,5	11,4
Combinados	153,3	0,22	-0,49	0,131	13,1	11,4

La longevidad estimada para *B. rousseauxii* varió de acuerdo con el modelo utilizado (Tabla 6) y osciló entre 11 y 13 años. Al calcular la edad a partir de los parámetros VBGF, se estimó para el macho de 38 cm una edad de 10,9 meses, mientras que la hembra más pequeña con 45 cm estaría por los 12,6 meses. El macho más grande (129 cm) fue de 11,7 años y la hembra de mayor tamaño (143 cm) fue de 12,9 años.

Tabla 7. Longitud estándar según edad (calculada a partir de VBGF) para hembras, machos y sexos combinados de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el río Caquetá. #=diferencia en tamaño entre Hembra y Macho, H - M: porcentaje de la diferencia entre sexos

Edad (años)	Hembras	Machos	Combinados	#	H - M
1	43,8	40,2	42,8	3,6	(8,2%)
2	66,3	60,6	64,7	5,73	(8,6%)
3	84,0	76,5	82,2	7,5	(8,9%)
4	97,9	88,8	96,2	9,1	(9,3%)
5	108,8	98,4	107,5	10,4	(9,6%)
6	117,4	105,9	116,5	11,5	(9,8%)
7	124,2	111,8	123,8	12,4	(10,0%)
8	129,5	116,3	129,6	13,2	(10,2%)
9	133,7	119,8	134,3	13,9	(10,4%)
10	137,0	122,6	138,0	14,4	(10,5%)
11	139,5	124,7	141,1	14,8	(10,6%)
12	141,6	126,4	143,5	15,2	(10,7%)
13	143,2	-	145,4	-	

La edad y la talla de primera madurez sexual

Las hembras alcanzaron la talla de madurez sexual (Figura 17) en un tamaño considerablemente mayor ($88,5 \text{ cm} \pm 0,1$) que los machos ($81,7 \text{ cm} \pm 0,01$) (t-test, $t = 15.1$, $P < 0,001$). Con base en estas predicciones, utilizando los parámetros calculados con la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy y teniendo presente la longitud media de madurez calculada para las hembras, se puede comentar que dorado requiere un poco más de 3 años para poder alcanzar esa talla de madurez. En otras palabras, para la población de *B. rousseauxii* analizada, se necesitan por lo menos 3 a 4 años para poder lograr sus tamaños de reproducción (3,3 para machos y 3,4 años para hembras).

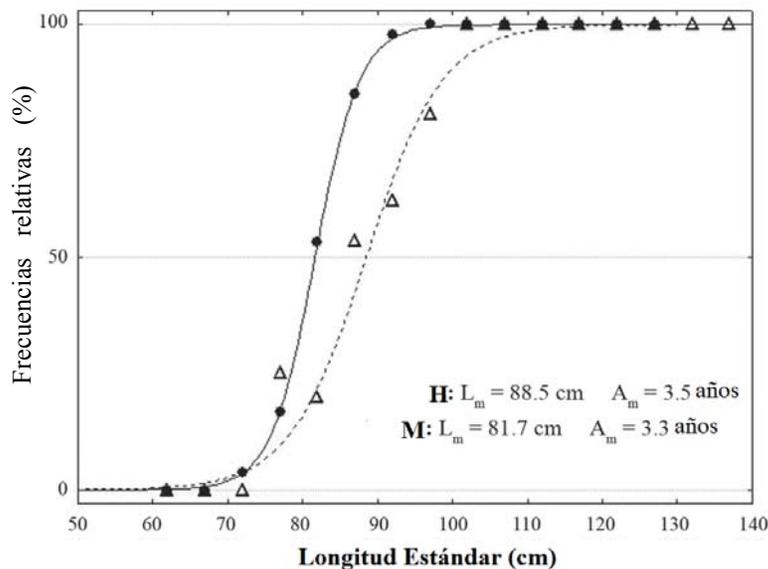


Figura 17. Tamaño medio de madurez sexual para machos (puntos negros) y hembras (triángulos blancos) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el río Caquetá, Colombia.

Mortalidad y Explotación

Las longitudes convertidas a curvas de captura permitieron estimar la mortalidad total (Z) en $1,12 \text{ años}^{-1}$ para hembras, $1,09$ para los machos y $1,14$ para individuos combinados sexados y no sexados (Figura 18). La mortalidad natural (M) calculada utilizando tanto la independencia de tamaño (suponiendo una M constante para todas las clases de edad y tamaño) como modelos dependientes del tamaño (peces inmaduros y peces maduros) se presenta en la Tabla 8.

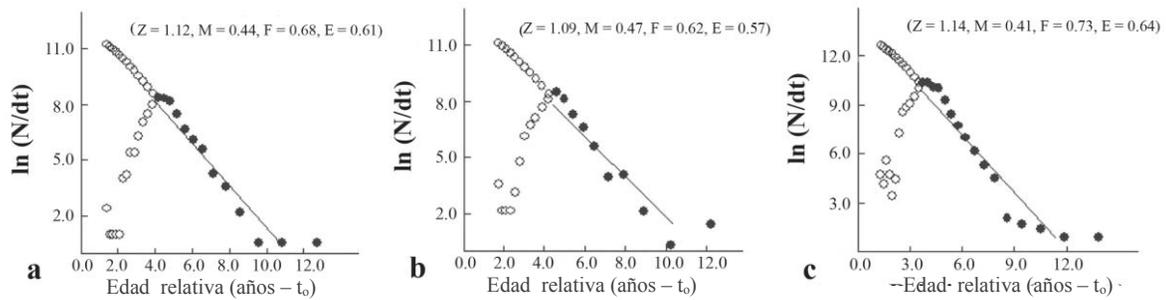


Figura 18. Estimación de la mortalidad total mediante el método de longitudes convertidas en curva de captura para a) hembras, b) machos y c) todos los individuos de *Brachyplatystoma rousseauxii* capturados en el río Caquetá entre 1995 - 1997 (Z = Tasa instantánea de mortalidad total, M = mortalidad natural, F = Mortalidad por pesca, E = tasa de explotación, Puntos negros= datos de la curva con los cuales se fijó la regresión lineal

Los valores de mortalidad natural calculados a partir de la ecuación de Pauly (1980), como se aplica en FiSAT II, estuvieron dentro del rango de los valores obtenidos en otros modelos independientes de tamaño para hembras y machos. El modelo de tamaño independiente utilizando el método de Gislason *et al.* (2010) tiende a generar valores de M cercanos a los valores observados para peces inmaduros y superiores a los obtenidos para peces maduros. Por el contrario, en el modelo de Charnov *et al.* (2013) el valor de M tiende a estar cerca de lo observado para los peces maduros e inferior a los obtenidos para peces inmaduros. Todas las estimaciones de mortalidad natural resultaron en valores relativamente altos de mortalidad por pesca (F , 0,63 hasta 0,79 para las hembras y de 0,59 a 0,76 para machos) y la tasa de explotación (E : 0,56 a 0,71 para hembras y de 0,54 hasta 0,70 para machos), excluyendo los individuos inmaduros. Las estimaciones más altas de F y E se obtuvieron al considerar sólo individuos maduros. No obstante, hay que señalar que incluso los individuos inmaduros presentaron valores relativamente altos de F y E . Cuando se combinaron todos los individuos sexados y no sexados, la mortalidad por pesca estimada fue aún mayor y la tasa de explotación estuvo muy por encima de 0,5, incluso para los individuos inmaduros.

Tabla 8. Estimaciones de mortalidad (año⁻¹) y tasas de explotación (E) para hembras, machos y todos los individuos de *B. rousseauxii* en el río Caquetá. M fue calculada mediante métodos independientes del tamaño (Pauly 1980; Richter y Evanov 1997; Jensen, 1996) y dependientes del tamaño (Gislason *et al.* 2010, Charnov *et al.* 2013). F fue calculado a partir de $F=Z-M$

	Fórmula usada para calcular M	M	F	E
Hembras	Pauly (1980)	0,44	0,68	0,61
	Richter y Evanov (1977)	0,47	0,65	0,58
	Jensen (1996) usando A50	0,49	0,63	0,56
	Jensen (1996) usando K	0,38	0,74	0,66
	Gislason <i>et al.</i> (2010) inmaduras	0,46	0,66	0,59
	Gislason <i>et al.</i> (2010) maduras	0,33	0,79	0,71
	Charnov <i>et al.</i> (2013) inmaduras	0,58	0,54	0,48
	Charnov <i>et al.</i> (2013) maduras	0,42	0,70	0,63
Machos	Pauly (1980)	0,47	0,62	0,57
	Richter y Evanov (1977)	0,48	0,61	0,56
	Jensen (1996) usando A50	0,50	0,59	0,54
	Jensen (1996) usando K	0,40	0,69	0,63
	Gislason <i>et al.</i> (2010) inmaduros	0,47	0,62	0,57
	Gislason <i>et al.</i> (2010) maduros	0,33	0,76	0,70
	Charnov <i>et al.</i> (2013) inmaduros	0,59	0,5	0,46
	Charnov <i>et al.</i> (2013) maduros	0,42	0,67	0,62
Combinados	Pauly (1980)	0,41	0,73	0,64
	Richter & Evanov (1977)	0,35	0,79	0,69
	Jensen (1996) usando A50	0,44	0,70	0,61
	Jensen (1996) usando K	0,32	0,82	0,72
	Gislason <i>et al.</i> (2010) inmaduros	0,56	0,58	0,51
	Gislason <i>et al.</i> (2010) maduros	0,42	0,72	0,63
	Charnov <i>et al.</i> (2013) inmaduros			
	Charnov <i>et al.</i> (2013) maduros			

3.4. Discusión

La longitud máxima observada en el río Caquetá fue 149 cm, similar a los reportado por Agudelo *et al.* (2000) para los ríos Guaviare, Caquetá, Putumayo y Amazonas en Colombia y cerca de 5 cm menos que la longitud observada en la región de Iquitos, Perú (García *et al.* 2009a). Sin embargo, fue un tamaño mucho menor que los 167 cm reportados en el mismo río en el período 1992-1993 (Muñoz-Sosa 1996), lo que indica que los peces más grandes ya fueron capturados unos años antes en el río Caquetá, como también ha sucedido para la cuenca del Amazonas (161 cm, Barthem y Goulding 1997).

El hecho que en más de 4000 peces muestreados, el espécimen más grande capturado esté casi 20 cm por debajo de peces medidos antes para el mismo río, sugiere una disminución del tamaño máximo de la especie en el río Caquetá. En el presente estudio, las diferencias observadas en la longitud media y el tamaño corporal entre sexos, confirmaron el dimorfismo reportado para la especie en Colombia (Arboleda 1989, Agudelo *et al.* 2000), Brasil (Alonso 2002) y Perú (García *et al.* 2009a).

La temporada de reproducción de la especie en relación con el ciclo hidrológico fue muy diferente en el río Caquetá que en la región de Iquitos. Iniciando durante la crecida de las aguas y deteniéndose al final de las aguas en descenso, mientras que en la Amazonia Peruana inicia durante las aguas descendentes y termina al comienzo de la crecida de las aguas (García *et al.* 2009a). El realizar la reproducción durante las aguas descendentes y el período seco había sido una hipótesis planteada en la que la especie busca de evitar la pérdida de huevos y larvas en la llanura de inundación y por lo tanto, asegura que la mayoría de los descendientes llegasen a la desembocadura del Amazonas (García *et al.* 2009a). Sin embargo, esta estrategia no parece que se aplique en el río Caquetá.

El dimorfismo en crecimiento reportado previamente para la especie (Alonso 2002, García *et al.* 2009a) también se confirmó en el Caquetá, con las hembras creciendo más grandes y más rápido que los machos. Por lo anterior, es recomendable que la longitud de madurez a considerar en la gestión pesquera para la especie, provenga de las evaluaciones realizadas para las hembras.

De otro lado, los modelos que no tienen en cuenta explícitamente los efectos de la pesca y el tamaño de selectividad tienden por lo general a subestimar L_{∞} y sobreestimar K (Taylor *et al.* 2005), lo que puede dar lugar a estimaciones sesgadas de mortalidad derivadas de la función de VBFG. Aunque los efectos de la pesca y el tamaño de selectividad no se tomaron en cuenta en este trabajo, la estimación de la longitud asintótica observada en el presente estudio fue aproximadamente 5 cm más grande que el pez más grande muestreado a lo largo de los 3 años sobre más de 4.000 ejemplares, lo que sugiere por tanto que las estimaciones de L_{∞} y K no estuvieron demasiados sesgados.

Parámetros de crecimiento y de mortalidad publicados recientemente para *B. rousseauxii* en la cuenca del Amazonas fueron revisados y discutidos por García *et al.* (2009a), incluyendo los datos más recientes y geográficamente más extensos obtenidos mediante el análisis de otolitos (Alonso 2002). En consecuencia, los resultados del presente estudio se compararon principalmente contra García *et al.* (2009a), quienes hicieron análisis sobre un período muy parecido (1995-1999).

Los patrones de crecimiento fueron muy diferentes entre el Caquetá y la Amazonía peruana, donde *B. rousseauxii* tuvo un rápido crecimiento en los primeros tres años, llegando a cerca de 50 cm en la parte final del primer año (García *et al.* 2009a). Tanto L_{∞} y K estuvieron dentro del rango de los reportados previamente para la especie (ver García *et al.* 2009a para su revisión). Sin embargo, estos parámetros fueron inferiores en el Caquetá que en la Amazonía peruana, cuando se tuvieron en cuenta todos los especímenes (sexados y no sexados) (153,3 cm y 0,22 año⁻¹ frente a 155 cm y 0,29 año⁻¹, respectivamente), y especialmente el coeficiente de crecimiento (K). Las comparaciones directas entre los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy pueden conducir a conclusiones erróneas, sobre todo cuando se consideran por separado (véase Zivkov *et al.* 1999). Sin embargo para el presente caso, estas comparaciones son apoyadas por importantes diferencias de talla por edad ya que durante sus primeros ocho años *B. rousseauxii* en la Amazonía peruana fueron entre 11 hasta 17 cm más grandes que los del Caquetá y esa diferencia disminuye progresivamente en tamaños superiores.

Los tamaños medios de primera madurez sexual fueron relativamente similares en el Caquetá y en la Amazonía peruana (García *et al.* 2009a) y sólo difieren por 2 cm en hembras y 1 cm para machos. Sin embargo, la edad media de madurez difiere más notablemente, ya que la madurez se alcanza un año más tarde en el río Caquetá: 3,3 y 3,4 años en hembras y machos respectivamente, que en la Amazonía peruana: 2,7 y 2,5 años respectivamente (García *et al.* 2009a). Este retraso de maduración se explica principalmente por el menor ritmo de crecimiento de los peces en el Caquetá.

Como se expuso anteriormente, el potencial de sesgo en la estimación de los parámetros de crecimiento fue probablemente pequeño y en consecuencia, ese potencial de sesgo en las estimaciones de mortalidad natural también se redujo. No obstante, para minimizar el riesgo de obtener estimaciones erróneas de la mortalidad natural (Gislason *et al.* 2010, Brodziak *et al.* 2011) y consecuentemente de la mortalidad por pesca y la tasa de explotación, se utilizaron diferentes modelos además de la ecuación de Pauly (1980). En cuanto a tasas de mortalidad publicadas con anterioridad para las especie (García *et al.* 2009a), la mortalidad natural (M) estimada en el río Caquetá estaba por debajo de $0,5 \text{ años}^{-1}$ y varió entre $0,32$ a $0,42$ para el conjunto de datos (individuos sexados y no sexados). En todos los casos, la mortalidad por pesca (F) fue mucho mayor que la mortalidad natural en el Caquetá ($0,72$ hasta $0,82 \text{ año}^{-1}$), consecuente con lo que se observó para la Amazonia peruana ($0,64 \text{ año}^{-1}$, García *et al.* 2009a) y a lo largo del eje Iquitos - Estuario ($0,99 \text{ año}^{-1}$; Alonso 2002). Los valores altos encontrados en el Caquetá en comparación con la Amazonía peruana sugieren una presión de pesca mayor en este río, lo que corrobora informes anteriores sobre la alta presión que por pesca soporta esta especie en esa región (Rodríguez 1991, Agudelo 1994, Celis 1994, Muñoz-Sosa 1996, Agudelo *et al.* 2000, Petrere 2001, Fabré y Barthem 2005).

Las tasas de explotación estimadas (E) fueron de $0,63$ a $0,72$ y muy superiores al límite de referencia ($0,5$), por encima del cual la población se considera sobreexplotada (Rochet y Trenkel 2003, Trenkel y Rochet 2003). Adicionalmente, se debe señalar que estos resultados se basan en datos registrados hace casi 15 años y desde entonces la situación se ha agravado teniendo en cuenta que *B. rousseauxii* sigue siendo una especie objetivo y que su representación en las capturas de la Amazonía colombiana ha disminuido significativamente en los últimos veinte años (Petrere *et al.* 2004, Agudelo 2007, Agudelo

et al. 2009, 2012, Rodríguez 2010b, Bonilla-Castillo *et al.* 2012). En su conjunto, la disminución de los tamaños máximos, la alta mortalidad por pesca y de la tasa de explotación y la disminución de las capturas están indicando probablemente una sobrepesca por reclutamiento para la especie en el río Caquetá.

Brachyplatystoma rousseauxii es una especie grande, altamente fecunda y gran migratoria que puede ubicarse en la categoría de "estrategas periódicos" definido por Winemiller y Rose (1992). Esas especies que presentan ese tipo de características en sus rasgos de vida se han considerado erróneamente muy resilientes a la explotación pesquera (ver Sadovy 2001), aunque se ajusten mal a los modelos de gestión de la pesca (Winemiller 2005). Entre las muchas evidencias en contra de tal creencia, se encuentra el estado calamitoso de poblaciones de peces marinos comercialmente muy importantes y generalmente conformadas por especies periódicas (Sadovy 2001, Winemiller 2005). De hecho, las especies grandes como *B. rousseauxii* tienen tiempos de generación más largos y una mayor vulnerabilidad a la explotación debido a sus bajas tasas de crecimiento poblacional (Winemiller y Rose 1992, Jennings *et al.* 1998, Winemiller 2005). Y a pesar de su alto potencial de compensación, las grandes especies periódicas que realizan grandes migraciones son más vulnerables a la degradación del hábitat como la construcciones de presas (Winemiller 2005), una amenaza especialmente importante para el caso de *B. rousseauxii*.

Por lo tanto, esta situación requiere implementar en el corto plazo estrategias de manejo adaptativo debido a que un colapso de la pesquería de *B. rousseauxii* daría lugar a importantes problemas socio-económicos en la región. Ya es conocido que la pesca es la actividad económica más importante de las comunidades rurales en el río Caquetá (Rodríguez 1991, Muñoz-Sosa 1993, Castro y Santamaría 1993, Agudelo 1994, Celis 1994, Gómez 1996) y *B. rousseauxii* es una de las principales especies objetivo (Rodríguez 1991, Agudelo 1994, Celis 1994). Además *B. rousseauxii* junto con otros grandes bagres pimelódidos también son responsables por más del 80% de los envíos comerciales relacionados con la pesca entre la Amazonia colombiana y el interior del país (Agudelo 2007, Agudelo *et al.* 2009). Sin embargo y debido a su extenso comportamiento migratorio a lo largo de toda la cuenca del Amazonas, los esfuerzos estatales para la gestión de esta especie solo tendrían sentido a escala regional. Por lo tanto, un buen punto de partida sería

a partir de una zona tri-fronteriza definida entre Brasil, Colombia y Perú, incluyendo los ríos Putumayo, Caquetá y Amazonas, en asociación con Ecuador. Donde a partir de las recomendaciones técnicas y el consenso entre las partes y los usuarios, se apliquen reglas comunes de pesca para tamaños de malla, períodos de veda y artes de pesca. Estrategias acordadas entre países para un área común, podría contribuir a aumentar el éxito reproductivo, al permitir que los peces migren río arriba mediante suspensiones temporales de la pesca por parte de las flotas en cada país. El limitar la captura de grandes individuos reproductores también podría ayudar a que los peces lleguen a ser más viejos y más grandes (mega-desovadores) y en última instancia, mejorar la capacidad de adaptación de la especie a la explotación (Froese 2004).

Es así que las autoridades ambientales y de pesca, junto con sindicatos y asociaciones de pescadores y acopiadores de cada país deberían promover una estrategia regional de gestión, en lugar de utilizar solamente el aplicar regulaciones unilaterales y no coordinadas sobre tamaño mínimo y artes de pesca para esta especie y otros grandes bagres. Al respecto, Agudelo (2007) concluyó que las estrategias de reglamentación utilizadas hasta la fecha en Amazonia colombiana, no habían contribuido a proteger el recurso y por el contrario han permitido que los rendimientos de algunas especies disminuyan ante la presión pesquera, siendo reemplazadas en la dinámica de comercialización por otras especies, lo que evidencia un colapso selectivo de las capturas (Agudelo 2007).

Conclusiones similares también se han hecho para la Amazonía peruana, donde las capturas de todas las especies más grandes incluyendo *B. rousseauxii* y *B. filamentosum*, se han disminuido fuertemente para ser sustituidas progresivamente por especies con un crecimiento más rápido, de menor nivel trófico en la red alimenticia y también de menor valor comercial (García *et al.* 2009b). Por lo tanto este estudio reitera que con el fin de evitar el colapso de la pesquería y promover el uso sostenible de *B. rousseauxii* en la región, es indispensable que Colombia y los países vecinos establezcan con urgencia un proceso de ordenación participativo y multilateral para las pesquerías de grandes bagres en la región tri-fronteriza (Petrere *et al.* 2004, Fabr e y Barthem 2005, Agudelo 2007, Agudelo *et al.* 2009).

De otro lado, las diferencias observadas entre el momento de reproducción, la edad de madurez y el crecimiento de *B. rousseauxii* entre la Amazonía Peruana y el río Caquetá sugieren la existencia de poblaciones distintas adaptadas a condiciones ambientales particulares dentro de la cuenca del Amazonas. Aunque los estudios genéticos no han apoyado claramente cómo es la estructura de la población (Batista y Gomes 2006, Batista 2010), los análisis genéticos recientes realizados en la cuenca alta del río Madeira (Amazonía boliviana) y en la Amazonia Occidental (Iquitos) han proporcionado pruebas sólidas de la existencia de una estructura de población compleja para *B. rousseauxii* en la cuenca del Amazonas (Carvajal-Vallejos 2013). Esto deja en evidencia la falta de conocimiento acerca de estas especies migratorias de alta importancia ecológica y económica y de los demás parientes cercanos del género *Brachyplatystoma* y de clara la necesidad de generar información más reciente y completa sobre sus historias de vida y estructura genética a una escala amazónica.

Sin embargo, los estudios sobre sus historias de vida son cada vez más difíciles debido a su decreciente abundancia (Petrere *et al.* 2004, García *et al.* 2009b) y el hecho de que llegan casi siempre eviscerados y sin cabeza a los mercados. A pesar de eso, el seguimiento a sus patrones de crecimiento y mortalidad que son esenciales para las estrategias de gestión, pueden ser viables de implementarse debido a que aún es posible recoger buenos datos de frecuencias de tallas.

Finalmente y además de las recomendaciones de manejo expresadas anteriormente, este estudio hace hincapié a las Autoridades Pesqueras de cada país que dé la importancia que tiene, el recolectar datos de buena calidad sobre los tamaños corporales de los grandes bagres, con el fin de mantener un seguimiento de los cambios dinámicos de su población. Publicaciones recientes (Petrere *et al.* 2004, García *et al.* 2009a) y este estudio, están basados en datos recogidos hace más de diez años, lo que demuestra la necesidad urgente de generar información reciente sobre estos recursos excepcionales.

CAPÍTULO 4. RELACIONES TRÓFICAS Y PRODUCCIÓN PESQUERA DEL ECOSISTEMA DEL RÍO AMAZONAS EN COLOMBIA EN FRONTERA CON BRASIL Y PERÚ, ANALIZADAS MEDIANTE ECOPATH (EwE)

4.1. Introducción

Los peces son uno de los principales recursos alimenticios, culturales y económicos en la Amazonia, importantes para la seguridad alimentaria de los núcleos familiares ribereños como en la generación de ingreso a quienes dependen económicamente de la extracción de este recurso natural, por lo que sustentan una captura anual de miles de toneladas de pescado para la alimentación de la población y alberga a miles de especies de peces ornamentales que se comercializan en los mercados de Asia, Europa y América del Norte (Barthem *et al.* 1995; Agudelo *et al.* 2000; Petrere, 2001; Renno *et al.* 2005). En términos sociales, los peces son principal fuente de proteína animal en la mesa del poblador ribereño amazónico, en cifras que pueden ir desde los 100 g hasta los 500 g/persona por día (Fabrè y Alonso 1998, Ochoa 2003, Agudelo *et al.* 2006a, Rodríguez 2010a; Camburn 2011, Isaac y Almeida 2011, Lasso 2011, Sirén 2011).

Aunque la riqueza de los peces de la cuenca amazónica todavía es desconocida es responsable por un gran número de las especies en el Neotrópico, por lo que se estima que puede llegar hasta las 8.000 especies (Vari & Malabarba 1998). Pero no obstante que la diversidad de peces en la Amazonia sea bastante elevada, son pocas las especies o grupos de especies responsables de gran parte del desembarque. Barthem (1995), calculó que la pesca comercial en la cuenca del Amazonas incluyendo la pesca de subsistencia alcanza a utilizar un número cercano a 200 especies que comparado con las estimativas de la diversidad íctica de la Amazonia representa entre 5 – 10% de todas las especies que la habitan. Mientras que se han estimado al menos 88 especies utilizadas comúnmente en el consumo de pescado de los habitantes de la región amazónica colombiana (Lasso *et al.* 2011)

En el componente comercial de la pesca de consumo en Colombia, se resalta la importancia de los bagres de las familias Pimelodidae, Hypophthalmidae y Auchenipteridae (orden Siluriformes), que son responsables por más del 80% de la movilización anual de pescado, transportando hacia el interior del País una cifra media de 7.500 toneladas anuales que logran generar un flujo de mercado en el primer eslabón de la cadena de pesca en la cuenca del río Amazonas cercano a los US\$8 millones de dólares anuales, en especial por la comercialización de los géneros *Brachyplatystoma* y *Pseudoplatystoma*. Mientras que los peces de escama de las familias Anostomidae, Characidae, Curimatidae y Prochilodontidae son los de mayor interés para la subsistencia. En ese sentido, la ciudad de Leticia en Colombia tiene alta influencia sobre poblados ubicados en territorio de Brasil y Perú debido a la demanda y posterior acopio de una cantidad importante de bagres, en un rango lineal cercano a los 1500 km (Agudelo 2007).

En general, las pesquerías de la Amazonia explotan de manera artesanal una gran variedad de especies para la subsistencia y el comercio, siendo la mayoría de ellas migratorias, por lo que se movilizan cientos de kilómetros durante el desarrollo de sus ciclos de vida. Se utiliza una gran variedad de artes para capturarlas, generan integración de las zonas fronterizas entre los distintos países, están dispersas a lo largo de los ríos amazónicos y son muy difíciles de ser monitoreadas. La relación mercantil tiene casi siempre la figura de un intermediario y la demanda del producto y saturación en el mercado regula los precios de compra (Barthem *et al.* 1995, Agudelo *et al.* 2000, Petreire 2001).

La composición y cantidad de pescado capturado en las región están relacionados al tipo de ambiente que domina en las áreas de pesca, donde los Characiformes y Siluriformes son los órdenes más importantes en la Amazonia, siendo uno u otro responsable por más de la mitad de la producción en cada uno de los principales puertos: Belém, Santarém, Manaus, Tefé, Leticia, Iquitos y Pucallpa (Barthem *et al.* 1995, Barthem y Fabr  2005). Así, las pesquerías amazónicas son complejas pues se sustentan en múltiples especies que interactúan dentro del ecosistema bien por depredación o bien por competición y que son influenciadas por las características ambientales, especialmente el pulso de inundación y las características fisicoquímicas del agua (Lowe McConnel 1987, Barthem y Goulding 1997).

Esta complejidad limita el alcance de los análisis de predicción mono-específica que se realizan sobre un recurso pesquero en particular, ya que tanto la dinámica como la productividad de las poblaciones puede estar influenciada por procesos biológicos, ambientales y/o por la interacción inter-específica (Sinclair *et al.* 1996, Botsford *et al.* 1997, citados por Arancibia *et al.* 2003). Además reduce el análisis al trabajo que puedan hacer las instituciones administradoras del recurso, lo que permite establecer soluciones de manejo de forma unilateral, que finalmente genera confrontaciones con los usuarios (Marrul 2003).

Si bien los objetivos de corto plazo en el ordenamiento pesquero pueden ser alcanzados sin información del ecosistema, las poblaciones explotadas no son unidades discretas o independientes en el ecosistema. Por lo que la gestión de largo plazo requiere sin duda de estrategias que ubiquen a las pesquerías en su contexto ecosistémico, esto es, incorporando información de interacciones inter-específicas de los *stocks*, de su ambiente físico y su hábitat (Christensen y Pauly 1993, Botsford *et al.* 1997 citado por Arancibia *et al.* 2003). De tal manera que una mirada sobre el ecosistema como objeto de gestión pesquera hace parte del nuevo paradigma de ordenación al invertir el orden de prioridades de la gestión, ya que se inicia con el ecosistema en lugar de las especies objetivo y con ello, busca garantizar la salud y sostenibilidad del ecosistema acuático como sustento de los recursos que dentro de él se generan (Pikitch *et al.* 2004 citado por Angelini *et al.* 2006b)

Los ecosistemas son increíblemente complejos y su complejidad ha dado lugar a un sin número de esfuerzos para encontrar una modelación ecológica realista, lo que ha producido una gran variedad de técnicas, herramientas y *software* que mediante representaciones matemáticas investiga la estructura, propiedades y características del ecosistema (Allesina, 2004). En la actualidad, se vienen desarrollando herramientas conceptuales y analíticas que permitan estudiar interacciones entre los elementos de un ecosistema y el efecto de la pesca mediante relaciones tipo depredador-presa, como si esta fuera un componente más del sistema (Arancibia *et al.* 2003). Para proceder con el análisis de redes ecológicas, se requiere de la designación de compartimientos individuales en el que se indican las especies vinculadas por los flujos de materia/energía entre los compartimientos y de ellos con el exterior del sistema, hablando por tanto de importaciones y exportaciones (Ulanowicz 1986, Fath y Patten 1999 citados por Allesina 2004, Christensen y Pauly 1992).

Es así que desde una perspectiva holística que tenga en cuenta la dinámica del ecosistema acuático y las interrelaciones tróficas de las especies, se viene aplicando en muchas regiones del mundo el programa Ecopath con Ecosim – EwE (Polovina & Ow 1983, Christensen & Pauly 1992, Walters *et al.* 1997, Christensen *et al.* 2005), utilizando para ello información biológica de peces, de otros organismos y del ambiente acuático que los sustenta. Por lo que el análisis sobre la pesca pasa de ser una aproximación monoespecífica a convertirse en una aproximación multiespecífica y ecosistémica para su manejo (Christensen y Pauly 1995, Walters *et al.* 1997, 1999, Christensen & Walters 2004, Christensen *et al.* 2005, Duarte *et al.* 2005, Angelini *et al.* 2006b).

En esa dirección, el objetivo de este estudio es examinar las variaciones a largo término de las biomásas de las principales especies comerciales de la actividad pesquera que se realiza sobre el río Amazonas en la región fronteriza de Colombia con Brasil y Perú. Para ello, se construyó con ayuda de Ecopath (EwE) un modelo ecotrófico de balance de masas para cuantificar los flujos de materia/energía y las interacciones que existen en la trama trófica. Posteriormente se simularon escenarios futuros, para evaluar el comportamiento que tendrían las principales especies en la pesquería comercial de bagres si:

- La pérdida de cobertura vegetal de los planos inundables se refleja en una disminución de rendimientos pesqueros de los bagres
- El incremento en la pesca de autoconsumo, soportada en su mayoría por especies de pequeño porte y que es ejercida por la población ribereña, impacta negativamente los rendimientos de biomasa de los bagres
- Los rendimientos futuros de la pesquería de bagres cambian si se incrementase el esfuerzo de pesca

4.2. Materiales y métodos

Área de estudio. Los patrones de la pesca comercial de bagres en el río Amazonas en Colombia conforman una zona de estudio que tiene como base al municipio de Leticia (Figura 19). A partir de Leticia, el análisis cubre un área que inicia 300 km aguas arriba de Leticia en la localidad de Pebas – Perú y desciende por el río Amazonas hasta llegar a Tefé a 920 km aguas abajo, la cual es el área donde opera la flota pesquera artesanal de bagres que interactúa fuertemente en la dinámica de compra, acopio y comercialización de pescado desde Leticia (Batista y Petreire 2003, Agudelo *et al.* 2004, Agudelo *et al.* 2006b)

El río Amazonas presenta cambios estacionales acorde al régimen hidrológico (Figura 20) por lo que existen momentos de bajo y alto nivel de las aguas que influyen en el comportamiento biológico de las especies y los desembarcos pesqueros (Barthem *et al.* 1995).



Figura 19. Aproximación geográfica del área de estudio en la región amazónica occidental, mostrando a Leticia en Colombia ($4^{\circ}13'28.02''S - 69^{\circ}56'38.82''O$) y el área de influencia de la pesca de bagres entre las poblaciones ribereñas del río Amazonas entre Pebas – Perú ($3^{\circ}19'44'' S - 71^{\circ}52'44'' O$) hasta Tefé – Brasil ($3^{\circ}19'14'' S - 64^{\circ}43'24'' O$) (Basado en Google Earth, 2014)

Con ayuda de herramientas SIG y del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) del Instituto Sinchi, fue calculada un área de trabajo de 20.817,4 km², conformada por las siguientes coberturas:

Clase	Área (ha)	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Agua permanente	324.751,4	3.247,5	15,6
Islas	137.394,8	1.373,9	6,6
Llanura aluvial	1.619.593,7	16.195,9	77,8

Atendiendo estas proporciones, especialmente la que tiene que ver con la llanura aluvial y agua permanente, fueron estimadas la producción de biomasa y otros parámetros básicos en un modelo ecotrófico para la región con ayuda del programa Ecopath con Ecosim (EwE).

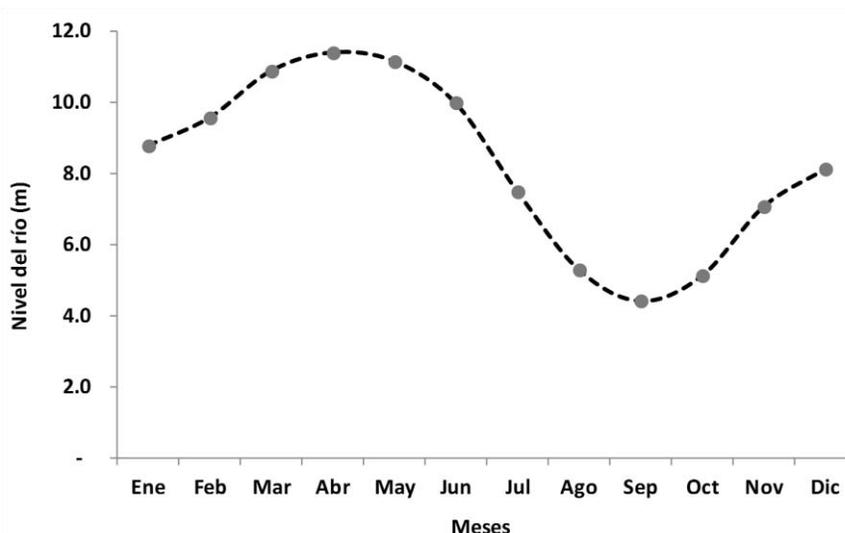


Figura 20. Comportamiento del nivel medio de las aguas del río Amazonas a la altura de Leticia, a lo largo de un ciclo anual (elaborado a partir de datos históricos 1988-2010 registrados por el IDEAM)

Programa Ecopath (EwE). Ecopath con Ecosim (EwE) es un programa computacional de libre acceso (Christensen y Pauly 1992, Christensen *et al.* 2005) que puede encontrarse en el portal www.ecopath.org y cuenta con tres componentes: i) Ecopath – que realiza una mirada instantánea de los recursos en un ecosistema y sus interacciones en un estado de equilibrio; ii) Ecosim - un módulo de simulación dinámica en el tiempo que permite generar

escenarios y prever el comportamiento futuro de la pesquería y iii) Ecospace - un módulo dinámico espacial y temporal diseñado principalmente para explorar el impacto sobre zonas protegidas. La parametrización de un modelo Ecopath se basa en la satisfacción de dos ecuaciones maestras y básicamente modela el ecosistema mediante un sistema de ecuaciones lineales (para cada grupo i del sistema). La primera ecuación describe la producción de cada grupo para un sistema en estado de equilibrio:

Producción del grupo i = toda la depredación sobre i + mortalidad no depredatoria de i (vejez o enfermedades) + capturas de i + otras exportaciones de i .

Igualando a cero, la anterior fórmula se describe matemáticamente como:

$$Bi * PBi * EEi - \sum_{j=1}^n (Bj * QBj * DCij) - EXi = 0$$

Donde i indica un grupo funcional del modelo y j indica cualquiera de los depredadores sobre i . Bi se refiere a la biomasa de i ; PBi equivale a la tasa producción/biomasa del componente i ; EEi se denomina la eficiencia ecotrófica de i ; Bj es la biomasa del depredador del grupo j ; QBj se refiere al consumo de alimento por unidad de biomasa de j ; $DCij$ es la fracción de la presa i en la dieta del depredador j y EXi equivale a las exportaciones de i

Mientras que la segunda ecuación se basa en el principio de conservación de la materia dentro de un grupo y permite calcular la respiración:

Consumo = producción + respiración + alimento no asimilado

La creación de la red trófica del ecosistema se inicia con la identificación de los principales componentes que lo conforman y acto seguido, se conectan los compartimentos uno con otro y con el sistema exterior a través de la alimentación y las vías de detritus, las cuales se calculan a partir de información sobre dietas de peces y de los demás compartimentos, la producción primaria y la respiración. Básicamente Ecopath maneja dos tipos de componentes a saber: los productores primarios que no tienen consumo y requieren solamente de los parámetros B , PB y EE ; los consumidores que tienen que ver con invertebrados, peces, otra fauna acuática y aves (Angelini & Gomes, 2008). Para el caso

del detritus, este es un grupo funcional importantísimo ya que se produce a partir de todos los grupos que viven en un ecosistema, mediante la excreción y descomposición de cadáveres (Christensen y Pauly, 1992; Angelini *et al.* 2006b).

Grupos considerados

Para el presente estudio, fue utilizado Ecopath con Ecosim-EwE en sus versiones 5.1.1 y 6.3.8. Para construir el modelo, se establecieron 39 grupos funcionales siendo la mayoría de ellos peces de alto interés para el consumo local o para el comercio de pescado regional. Así, los compartimientos establecidos tuvieron que ver con bosque inundable, fitoplancton, macrófitas, perifiton, zooplancton, invertebrados acuáticos, invertebrados terrestres, peces, bentos, detrito y otros depredadores como caimán (*Crocodylia*) y delfines (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*).

Para los peces, los 10 bagres de mayor interés comercial en la región fueron acomodados en compartimientos individuales (*Pseudoplatystoma punctifer*, *P. tigrinum*, *Brachyplatystoma rousseauxii*; *B. filamentosum*; *Zungaro zungaro*; *B. platynemum*; *B. vaillantii*, *Calophysus macropterus*, *Hypophthalmus edentatus* y *Phractocephalus hemiliopterus*), para facilidad en el análisis los pintadillos fueron reasignados a un solo compartimiento (*Pseudoplatystoma* sp.). También se incluyeron otros 17 grupos de peces de representatividad en el consumo local y comercio en la región: bocachico (*Prochilodus nigricans*, yaraquí (*Semaprochilodus* sp), chillones y branquinhas (Fam. Curimatidae), Palometa (*Mylossoma duriventre*), sardinas (*Triportheus* sp), lisas y omimas (*Schizodon* sp), sábalos y sabaletas (*Brycon* sp), arenga (*Pellona castelnaeana*), dormilón (*Hoplias* sp), picalón (*Pimelodus* sp), pirañas (*Serrasalmus* sp), corvina (*Plagioscion squamosissimus*), matacaimán (Fam. Doradidae), cuchas (Fam. Loricariidae), gamitana (*Colossoma macropomum*), paco (*Piaractus brachipomus*) y pirarucú (*Arapaima gigas*).

Dentro de los valores de entrada requeridos para cada grupo funcional se ingresó la biomasa (B), relación producción/biomasa (P/B), relación consumo/biomasa (Q/B), composición de la dieta (DC) y la eficiencia ecotrófica (EE). De no existir información completa, la rutina de parametrización de Ecopath permitió estimar un parámetro que no hubiera sido ingresado en un grupo. Generalmente esto ocurrió con la eficiencia ecotrófica - EE, la porción de cualquier grupo funcional que es consumida dentro del ecosistema, por

transferencia a niveles tróficos superiores o por pesca (Christensen y Walters 2004), la cual es difícil de estimar y por tanto se infiere con Ecopath siempre y cuando se introdujeran los demás parámetros.

Atributos del ecosistema

Ecopath permite estimar propiedades globales del ecosistema que permiten definir edad y grado de estabilidad (Odum 1969), por lo tanto, se analizó el estado de desarrollo del sistema basado en las siguientes consideraciones:

a) el rendimiento total del sistema (TST), que equivale a la suma de todos los flujos en el sistema (consumo, exportaciones, respiración y flujos a detritos); b) producción primaria total frente a respiración total (PP/R) que alcanza valores muy cercanos a 1 cuando los sistemas se tornan maduros ya que la energía fijada es aproximadamente igual a la energía utilizada en el mantenimiento (Odum 1971); c) producción primaria total versus biomasa total (PP/B), la cual tiende a estar por debajo de 1 cuando los sistemas se tornan maduros; d) biomasa versus flujos totales del sistema (B/TST), que se utilizó para evaluar la biomasa mantenida por una unidad de flujo en el sistema y que se espera que aumente con la madurez (Christensen 1995); e) la producción neta del sistema tiende al equilibrio y debe ser baja en ecosistemas maduros; f) la biomasa del sistema es alta para ecosistemas maduros; g) la razón biomasa frente a producción del sistema que representa el tamaño promedio de los organismos y por lo tanto, para ecosistemas maduros la razón B/P es alta; h) índice de ciclaje de Finn (Finn 1976), que representa la proporción de flujos que son reciclados en el sistema y que se puede utilizar como una medida de la capacidad de recuperación del mismo (Vasconcellos *et al.* 1997); i) la longitud de los caminos tróficos (PL), que se calcula como el total de flujos del sistema dividido por el total de flujos de las exportaciones y de la respiración y es influenciado positivamente por la madurez del ecosistema (Christensen y Pauly 1993); j) el índice de conectividad (IC), que es la relación entre el número de vínculos reales con el número de posibles vínculos en la red alimenticia modelada, donde mayor conectividad tiende a indicar mayor madurez del sistema (Christensen y Walters 2004, Christensen *et al.* 2005); k) el índice de omnivoría del sistema (SOI), es una medida de la distribución de las interacciones tróficas del sistema, si su valor es cero significa que el consumidor es especializado mientras que valores cercanos a uno indican predominio de grupos con alta plasticidad alimentaria, es decir que los alimentos

del consumidor se encuentran en diversos niveles tróficos (Pauly *et al.* 2000, Christensen *et al.* 2005) y l) las propiedades emergentes del sistema ascendencia (entropía) y la información “overhead” (Ulanowicz 2009 citado por Angelini *et al.* 2013) que corresponden a una medida de la madurez y estabilidad del ecosistema (Christensen 1995). La ascendencia es la medida de la información media mutual en un sistema, escalado por el rendimiento del sistema y se deriva de la teoría de la información (Ulanowicz y Norden 1990 citados por Allesina 2004). Es así que si se conoce la ubicación de una unidad de energía, la incertidumbre acerca de adónde va a fluir se reduce en una cantidad conocida como la información media mutual. La ascendencia tiene un límite superior y se llama la capacidad del sistema. La diferencia entre la capacidad y la ascendencia se llama sobrecarga del sistema “overhead”. El “overhead” provee límites sobre cuánto puede aumentar la ascendencia y refleja la “fuerza de reserva” del sistema de la cual puede recurrir para hacer frente a perturbaciones inesperadas (Ulanowicz 1986 citado por Allesina 2004). Por lo tanto, en un sistema desarrollado las propiedades emergentes del sistema ascendencia (entropía) y la información “overhead” contarán con valores altos y bajos en cada caso.

Consecuente con lo anterior, se construyó una matriz de impactos tróficos para poder interpretar cuál podría ser el efecto trófico de un solo compartimiento sobre todo el conjunto si se diese un incremento en su biomasa, incluyendo cualquier vía directa (depredador o presa) o indirecta entre esos grupos (Christensen *et al.* 2005). Por lo que Ecopath proporcionó información con respecto a los cambios provocados por el grupo a los otros grupos: negativo con disminución de biomasa o positivo con aumento de biomasa y hace posible entender si el grupo tiene un control de arriba abajo (*top-down*) o de abajo hacia arriba (*bottom-up*) sobre el compartimiento afectado.

Complementario a lo anterior, se calculó el índice de especies clave - KSi, con el fin de identificar las principales especies de la red alimentaria y el tipo de control que ejercen en el sistema (de arriba hacia abajo o viceversa). El cálculo del índice lo ejecuta Ecopath automáticamente y tiene la propiedad de atribuir valores altos de KSi a grupos funcionales que tienen bajas proporciones en biomasa y altos efectos en el sistema (Libralato *et al.* 2006, en Angelini *et al.* 2010). También proporciona una completa descripción de las especies, por fraccionar las contribuciones negativas y positivas de los grupos afectados sobre el efecto global.

Ecosim

Para poder investigar el comportamiento de la pesca, la ecuación en equilibrio de Ecopath fue modificada por Walters *et al.*(1997), para incluir la rutina dinámica Ecosim mediante ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dB_i}{dt} = g_i * \sum_j Q_{ji} - \sum_j Q_{ij} + I_i - (MO_i + F_i + e_i) * B_i$$

donde $\frac{dB_i}{dt}$ representa el cambio en biomasa del grupo i en un intervalo de tiempo t , g_i la eficiencia de crecimiento neto, Q_{ji} el consumo del grupo j por el grupo i , n el número de grupos funcionales, Q_{ij} el consumo del grupo i en el grupo j , I_i el grado de inmigración del grupo i , MO_i la tasa de no depredación (otra mortalidad natural) del grupo i , F_i la mortalidad por pesca en grupo i , e_i equivale a la magnitud de la emigración del grupo i y B_i es la biomasa del grupo i .

Ecosim asume que el área de forrajeo no siempre está disponible para los depredadores y que existe un cambio de vulnerable a invulnerable a partir del riesgo que asume la presa de comer o morir de hambre (Christensen *et al.* 2005). Por lo tanto, la cantidad de presas i consumidas por el depredador j (Q_{ij}) depende de la vulnerabilidad (V_{ij}), que está dada por la ecuación:

$$Q_{ij} = (a_{ij} * V_{ij} * B_i * B_j) / (2 * V_{ij} * a_{ij} * B_j)$$

Donde a_{ij} es la tasa de búsqueda efectiva de depredador j para alimentarse de la presa i , B_i la biomasa de la presa y B_j la biomasa del depredador. La velocidad con que la presa se mueve de un lugar hace referencia a la vulnerabilidad (V_{ij}) y representa el efecto que un aumento en la biomasa de los depredadores tendría en la mortalidad por depredación de una presa dada. Valores bajos ($< 2,0$) en la relación de la vulnerabilidad implican que existe un control de abajo hacia arriba en la cadena alimenticia (bottom – up), mientras que un valor alto ($> 2,0$) implica que el control se da de arriba hacia abajo (top – down). Valores cercanos a 1 (≈ 1) indican que los grupos están cerca de su capacidad de carga (Freire *et al.* 2008). En Ecosim el valor por defecto de la vulnerabilidad es 2,0, lo que implica que hay

control de flujo mixto dominando el sistema (Walters *et al.* 1997, Christensen y Walters 2004).

El modelo fue validado con datos de captura para siete compartimientos (pintadillo, dorado, lechero, simí, pirabutón, amarillo y guacamayo) utilizando información de desembarques en Leticia entre 1998 a 2011. Todos los datos fueron normalizados a toneladas por kilómetro cuadrado (t/km^2) y se ejecutó aplicando un valor de mortalidad por pesca (F) igual a 1, asumiendo que ese fuera el nivel de pesca en 1997. Se aceptó aquella estimación que presentara una baja suma de desviaciones al cuadrado (SS), la cual fue mejorada al incorporar una fuerza forzante al sistema: el pulso anual de inundación y sequía del río Amazonas en la región (ver Figura 2). Lo cual dio como resultado un ajuste mejorado (evaluado gráficamente) y un SS pequeño.

Realizado lo anterior, se elaboraron diversos escenarios para estimar el comportamiento del sistema en torno de los volúmenes de captura de bagres. Si a partir del año 2014:

1. La pesquería de consumo y la pesquería comercial de bagres sostienen su esfuerzo de pesca ($F=1$), pero se pierde la cobertura vegetal (deforestación) paulatinamente en el área inundable en 20, 40, 60, 80 y 100%
2. La pesquería de consumo sostiene su esfuerzo de pesca ($F=1$) y el bosque inundable no es deforestado, pero se va incrementando paulatinamente el esfuerzo de la pesca comercial de bagres hasta duplicarlo ($F=2$)
3. La pesquería comercial de bagres sostiene su esfuerzo ($F=1$) y el bosque inundable no es deforestado, pero se va incrementando paulatinamente el esfuerzo de la pesca de consumo hasta cuadruplicarlo ($F=4$)

Datos del modelo. Los datos sobre la pesca y el componente de longitud de tallas de las especies más abundantes en la zona de estudio fueron obtenidos de la base de datos del Grupo de Ecosistemas Acuáticos del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI en Leticia (Colombia), quien cuenta con información biológica pesquera desde 1995. Fue analizada información biológica para el período 2000 – 2005 y promediados los valores de desembarques de bagres para el lapso 1997-2011, atendiendo los reportes de movilización anual generados por la Autoridad Nacional Pesquera de Colombia.

Igualmente, se tuvo acceso a documentos publicados (o material gris) resultado de diversas investigaciones de otras instituciones o de estudiantes de postgrado, que han realizado jornadas intensivas de captura de peces en la zona de estudio en pro de definir diversidad, estructura, parámetros reproductivos y alimentación durante las últimas dos décadas (Barthem 1990, Celis 1994, Agudelo 1994, Rufino y Isaac 1995, 2000, Muñoz-Sosa 1996, Gómez 1996, Araújo-Lima y Goulding 1997, Barthem y Goulding 1997, Avila 1999, Agudelo *et al.* 2000, Pirker 2001, Alonso 2002, Angelini y Agostinho 2005, entre otros).

Para evaluar la actividad pesquera en la región, fue calculada la captura promedio anual en las principales especies comerciales a partir de datos estadísticos oficiales suministrados por el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER para el caso colombiano, por información publicada del programa PROVARZEA y las estadísticas del Ministerio de Pesca y Acuicultura del Brasil y por cálculos de los autores, resultado del análisis de información primaria y secundaria sobre el consumo de peces en la región.

Parámetros en peces

Se estimaron parámetros poblacionales de las principales especies pescadas requeridos para generar datos de entrada para Ecopath. Es así que Von Bertalanffy definió una expresión matemática que describe el desarrollo biológico en los peces (Gulland y Rosenberg 1992, Weatherley 1972, King 1995), representado por:

$$L_t = L_{\infty} * (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Donde L_t equivale a la longitud en centímetros de un pez en un tiempo t ; L_{∞} se refiere a la longitud asintótica (máxima teórica) en centímetros que alcanzará un pez; K es el parámetro de la curva de crecimiento que se conoce también como la constante de crecimiento (año⁻¹) y t_0 es la edad nominal en años, cuando el tamaño del pez es considerado cero.

A partir de registros de longitudes almacenados en la base de datos del Instituto SINCHI, se realizó una estimación de los parámetros de crecimiento de bagres y peces de escama de interés comercial: Pintadillos (*Pseudoplatystoma sp.*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), lechero (*B. filamentosum*), baboso (*B. platynemum*), simí (*Calophysus*

macropterus), bocachico (*Prochilodus nigricans*) y palometa (*Mylossoma duriventre*). Para definir esos parámetros, la mortalidad por pesca (F) y la mortalidad total (Z), se utilizó el Programa FAO ICLARM Stock Assessment - FISAT II que tiene como principio la ecuación de crecimiento definida por Von Bertalanffy (Gayalino *et al.* 1996).

En aquellos casos donde fue posible, los parámetros poblacionales se utilizaron para estimar biomasa de las especies para el área de estudio utilizando la metodología de análisis de poblaciones virtuales (VPA), conforme a lo descrito por Sparre & Venema (1997) y presentado por Barreto & Borda (2009). Cuando no, se estimó la biomasa inicial del compartimiento utilizando el promedio de captura anual de la especie para el período 1997-2011, aplicando la fórmula descrita por Kolding (1994):

$$B = Nt = Ct / ([Ft / Zt] * (1 - e^{-Zt}))$$

Donde Ct es la captura anual, Zt la mortalidad total y Ft mortalidad por pesca.

La biomasa corresponde a la masa total de cada grupo viviente y se expresó en t/km² (Christensen y Pauly 1992), la cual fue calculada en los peces como se indicó anteriormente. La producción (PB) tiene que ver con la generación de tejido por un grupo de organismos en un período de tiempo. Para los peces, la relación producción/biomasa es equivalente a la tasa de mortalidad total Z o natural M (Allen 1971) y por lo tanto para varias especies, fueron generadas mediante el análisis de curvas lineales de longitudes de captura con ayuda del programa FISAT II. Para el cálculo de M se utilizó la fórmula empírica de Pauly (1980):

$$M = K^{0.65} * L_{\infty}^{-0.279} * T^{0.463}$$

Donde M es la mortalidad natural, K es la constante de crecimiento, L_{∞} la longitud asintótica y T la temperatura media anual del agua del sistema en grados centígrados. Igualmente, para aquellos compartimientos de peces a los que no fue posible calcular Z o M, se estableció la relación P/B, utilizando el nivel trófico de la especie (TL) y la temperatura del agua mediante la siguiente fórmula (Gascuel 2008):

$$P/B = 2,31 * TL^{-1.72} * \exp(0,053 * T)$$

El consumo corresponde al alimento ingerido por un grupo durante un período de tiempo considerado, así que la información se ingresa al modelo como la relación entre consumo y biomasa (Q/B). Para peces la relación fue calculada a partir de la fórmula empírica propuesta por Palomares y Pauly (1998), mediante la ecuación:

$$\log QB = 7,964 - 0,204 \log W_{\infty} - 1,965 T' + 0,083 Ar + 0,532 H + 0,398 D$$

Donde W_{∞} es el peso máximo que alcanza la especie, T' es el inverso de la temperatura promedio del agua (expresada como $T' = 1000/\text{Kelvin}$, donde $\text{Kelvin} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$), Ar es la relación de aspecto de la forma de la aleta caudal (Pauly, 1989) que se estima mediante la ecuación $Ar=h^2/S$ (h equivale a la altura de la aleta en mm y S a la superficie de la aleta en mm), H y D son índices de alimentación definidos para el tipo de pez: $H=1$ para herbívoros y $D=1$ para detritívoros e iliófagos, mientras que para carnívoros la cifra es cero. Para otros compartimientos no peces, el consumo fue obtenido de informaciones secundarias como se describe más adelante.

Biomasa, producción y consumo en compartimientos de productores primarios, peces y no peces

Productores primarios

BOSQUE INUNDABLE

Para biomasa se utilizó el cálculo realizado por Junk *et al.* (1997), quienes indicaron que la biomasa de un bosque de várzea es de 9800 ton/km². Para el presente estudio el área de bosque de inundación fue 77% del total de la región, por lo que se multiplicó 9800t/km²*0,77=7.546 t/km². La relación producción/biomasa para este compartimiento fue definida como 0,1 año⁻¹ según lo calculado por Silva (1998, atendiendo los datos de Worbes, 1997)

MACRÓFITAS

La biomasa se tomó de Silva (1998), quien utilizó la cifra dada por Luciano (1997) equivalente a 8,65t de peso seco/ha, que equivale a 865 ton peso seco/km². Ese valor traducido a peso fresco sería: $865 \times 5 = 4.325 \text{t/km}^2$. Se asumió que solo el 5% de la zona tendría macrófitas según lo indicado por Silva (1998) y Doria *et al.* (2012), lo que daría un valor de 46,71t/km² peso seco que multiplicado por un factor de corrección de 5 daría 233,55 t/km² en peso fresco. La relación producción/biomasa para este compartimiento fue definida en 1,625 año⁻¹ según Junk y Piedade (1997), como fue anotado por Silva (1998).

FITOPLANCTON

Se incorporó la biomasa estimada por Silva (1998) de 38 kg peso seco/ha, quien utilizó para ello los estudios realizados Putz y Junk (1997). Como peso seco equivale a 1/5 del peso fresco, ese valor traducido a peso fresco sería 190 kg/ha. Se consideró la distribución de fitoplancton para baja Amazonia brasileña de 35% de las áreas de várzea (Silva, 1998). Por lo tanto, 190kg/ha equivale a $19 \text{t/km}^2 \times 0.35 = 6,65 \text{ ton/km}^2$ peso fresco. La relación producción/biomasa para este compartimiento fue definida como 250 año⁻¹ según lo calculado por Angelini y Agostinho (2005) en el río Paraná, a partir de trabajos realizados previamente por Train y Rodrigues (1997), Thomaz (1991) y Thomaz *et al.* (1997)

PERIFITON

Se incorporó la relación producción/biomasa estimada por Silva (1998) de 8,8 año⁻¹, quien utilizó para ello el estudio de Doyle (1991). Igualmente, se inició con una eficiencia ecotrófica de 0,183 que fue calculada por Angelini *et al.* (2006), la cual fue ajustada por el programa Ecopath en 0,5

Compartimientos no peces

ZOOPLANCTON

El valor de biomasa para ese compartimiento fue tomado de Silva (1998), quien utilizó para ello, el valor medio calculado previamente por Fisher (1979) y Brandorff (1997) y que fueron corregidos por Junk y Robertson (1997), en un valor de 24,2kg peso seco/ha. Como peso seco equivale a 1/5 del peso fresco, ese valor traducido a peso fresco sería 121 kg/ha. Se asumió que zooplancton se encuentra en la misma área que fitoplancton como cita Silva

(1998), esto es un 34,3% de las áreas de várzea en la baja Amazonia brasileña. Por lo tanto, el valor anterior llevado a toneladas equivale a $12,1\text{t}/\text{km}^2 * 0,34 = 4,235\text{ t}/\text{km}^2$ peso fresco. La relación producción/biomasa para este compartimiento fue definida como $54,7\text{ año}^{-1}$ según lo calculado por Angelini *et al.* (2006). Mientras que la tasa de consumo en ese compartimiento fue estimada mediante la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1989), equivalente a $273,5/\text{año}$

INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Se incorporó la relación producción/biomasa estimada por Silva (1998) en 25 año^{-1} . Mientras que la tasa de consumo en ese compartimiento fue estimada mediante la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1989), equivalente a $250/\text{año}^{-1}$. Igualmente, se incluyó una eficiencia ecotrófica de 0,398 que fue calculada por Angelini *et al.* (2006).

INVERTEBRADOS TERRESTRES

El valor de biomasa para ese compartimiento fue tomado de Silva (1998), quien utilizó para ello las estimaciones de Adis (1997), en un valor de $0,1514\text{ t}/\text{km}^2$. En tal sentido, $0,1514\text{ t}/\text{km}^2$ en peso seco equivalen a $0,757\text{ t}/\text{km}^2$ en peso fresco. Ese valor fue corregido atendiendo que la cobertura boscosa es un 77% del área del análisis, por lo tanto, la producción sería de $0,757\text{t} * 0,77 = 0,583\text{ t}/\text{km}^2$. Para la relación producción/biomasa se utilizó la definida por Silva (1998) de 25 año^{-1} . Mientras que la tasa de consumo fue estimada mediante la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1989), equivalente a $250/\text{año}^{-1}$.

CAIMANES

El valor de biomasa para ese compartimiento fue tomado del censo de cocodrilianos realizado por el Ministerio de Ambiente de Colombia en 1996, cuya cifra fue $1,8\text{ ind}/\text{km}^2$ (Minambiente 1996) y con el peso medio de un caimán, calculado por Doria *et al.* (2012) para el río Madeira ($3,06\text{ kg}$) genera una cifra de $0,0065\text{ 583 t}/\text{km}^2$. De otra parte y frente a la poca información existente para este componentes, se asumió una producción de $0,3/\text{año}^{-1}$ y mediante la fórmula $QB=PB/GE$ donde GE es el coeficiente de conversión que toma un valor de 0,1 en herbívoros y 0,3 en carnívoros (Christensen y Pauly 1992), se estimó el consumo como $0,9/\text{año}^{-1}$, el cual fue ajustado por el programa Ecopath en 0,99

DELFINES

La biomasa para delfín rosado *Inia geoffrensis* fue definida como 0,15 t/km² a partir de datos reportados por la convención de especies migratorias –CMS (2006) y el promedio en peso calculado por el monitoreo de cetáceos del Rio Madeira (Doria *et al.* 2012). Mientras que la biomasa para delfín gris *Sotalia fluviatilis* se estimó como 0,072 t/km² a partir de los datos de Martin (2004), Trujillo *et al.* (2008) y Doria *et al.* (2012). Para el caso de P/B y Q/B en delfín rosado, se asumió una tasa inicial de 1/ año⁻¹ y 4/ año⁻¹, mientras que para delfín gris la relación inicial fue de 2/ año⁻¹ y 8/ año⁻¹ respectivamente, según Angelini (*comm pers.*)

BENTHOS

Para este compartimiento se utilizó la información incorporada en el modelo trófico de la planicie de inundación del río Paraná establecido por Angelini y Agostinho (2005b), quienes utilizaron la biomasa estimada por Takeda *et al.* (1997) de 4,8 t/km²; PB calculado por Brey (1999) and Morin and Bourassa (1992) como 10,4/año-1 y QB de 40/año-1 calculado en base a Mihuc (1997) and Cummins and Klug (1979)

Peces

Prochilodus nigricans

Mediante el análisis de población virtual se estableció una biomasa para bocachico de 19.464t para el área de estudio, lo que se traduce en 1,001 t/km². Mediante la fórmula empírica de la mortalidad total – Z (Gascuel 2008) y utilizando un nivel trófico de 2,3 (calculado por Angelini *et. al.*, 2006) y temperatura del agua de 27°C, se estableció un P/B de 2,306/año⁻¹. Igualmente se usó la fórmula de Palomares y Pauly (1998), para calcular relación Q/B a partir de del peso asintótico ($W_{\infty}=1,510$ kg) calculado en Leticia y la relación de aspecto de la aleta caudal (Ar) de 2,37 calculado por Camargo (2009), dando como resultado 23,093/año⁻¹.

Semaprochilodus spp

El valor de P/B se generó utilizando la fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) aplicando un nivel trófico de 2, según lo reportado en la web de Fishbase (2013) para *S. insignis* (<http://www.fishbase.org/summary/Semaprochilodus-insignis.html>) y temperatura del agua de 27°C, obteniendo una relación de 2,933/año-1. Con los datos obtenidos por Vieira (2003)

para *S. insignis* y aplicando la fórmula de Palomares y Pauly (1998), con W^∞ de 0,92 kg y Ar 2,4 (Fishbase 2003) se obtuvo una relación QB de 25,696/año-1. Para definir la eficiencia ecotrófica de este compartimiento se utilizó la información incorporada en el modelo trófico de bagres del río Amazonas realizado por Angelini *et al.* (2006), por lo tanto, EE fue 0,99

Curimatidae

El valor de P/B se generó utilizando la fórmula empírica de Z (Gascuel, 2008) aplicando un nivel trófico de 2, según lo reportado en la web de Fishbase (2013) para *Potamorhina latior* y temperatura del agua de 27°C, obteniendo una relación de 2,933/año-1. Utilizando la longitud asintótica (L_∞) de 29,9 estimada por Bevilacqua (2009) para *P. latior* en el río Madeira se generó un W^∞ de 0,30 kg y mediante la fórmula de Palomares y Pauly (1998), aplicando un Ar 1,4 (Doria *et al.* 2012) se obtuvo una relación QB de 25,566/año-1. Para definir la eficiencia ecotrófica de este compartimiento se utilizó la información incorporada en el modelo trófico de bagres del río Amazonas realizado por Angelini *et al.* (2006), por lo tanto, EE fue 0,951

Mylossoma duriventre

La biomasa fue estimada utilizando análisis de poblaciones virtuales (VPA), por lo cual se calculó 2.976t para el área de estudio que se traduce en 0,153 t/km². Este valor de entrada fue modificado por el programa Ecopath en 0.163 (por debajo del límite superior del registro con un coeficiente de variación del 10%). El valor de P/B se generó utilizando la fórmula empírica de Z (Gascuel, 2008) aplicando un nivel trófico de 2,4 según lo reportado en la web de Fishbase (2013) y temperatura del agua de 27°C, obteniendo una relación de 4,002/año-1. Utilizando L_∞ de 34,5 estimada para la especie en Leticia se generó un W^∞ de 1,46 kg y mediante la fórmula de Palomares y Pauly (1998), aplicando un Ar 2,77 definido para la especie en Colombia, en el río Putumayo, se obtuvo una relación QB de 13,35/año-1.

Triportheus spp

Mediante la fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) aplicando nivel trófico de 2,41 calculado por Camargo y Giarrizo (2009) para *Triportheus rotundatus* en el medio río Xingú y temperatura del agua de 27°C, se estimó un P/B de 2,128/año⁻¹. Se incorporó una relación Q/B de 10,146/año-1, generada a partir de la fórmula empírica de Palomares & Pauly

(1998), mediante W^∞ de 0,356 kg y L^∞ 26,78 cm encontrados para *Triportheus angulatus* en el medio río Amazonas (Prestes *et al.* 2010) conjuntamente con un índice de aleta caudal (Ar) de 1,32 calculado por Camargo y Giarrizo (2009). La eficiencia ecotrófica inicial fue de 0,924 según lo calculado para la especie por Angelini *et al.* (2006).

Schizodon spp

Se utilizó la fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) utilizando nivel trófico de 2,48 calculado en Fishbase a partir del trabajo de Mérona *et al.* (2004) en el medio río Amazonas y temperatura del agua de 27°C, lo cual generó un P/B de 2,026/año⁻¹. Se utilizó una relación Q/B de 10,909/año⁻¹, establecida a partir de la fórmula empírica de Palomares & Pauly (1998), mediante W^∞ de 0,32 kg y L^∞ 29,4 cm encontrados para *Schizodon fasciatus* en Amazonia colombiana. La eficiencia ecotrófica se tomó del modelo ecotrófico del medio río Amazonas (Silva 1998), con un valor de 0,9

Brycon spp

Se utilizó como P/B la mortalidad total definida para *Brycon amazonicus* en el medio Amazonas (Santos y Batista 2009), equivalente a 1,06/año⁻¹. Se estableció Q/B de 8,849 mediante la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), utilizando W^∞ de 1,17 kg y L^∞ 36,5 cm encontrados en Amazonia colombiana. La eficiencia ecotrófica fue definida como 0,99 según lo establecido por Angelini y Agostinho (2005) para *Brycon orbignyanus* en la planicie de inundación del río Paraná.

Pellona castelnaeana

P/B se generó mediante fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) aplicando nivel trófico de 3,1 definido en el portal de Fishbase (2013), obteniendo una relación de 1,38/año⁻¹. Q/B provino de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), a partir de W^∞ de 6,1 kg, L^∞ de 72,4 cm y Ar de 3,43 determinados en el presente estudio para Amazonia colombiana, por lo tanto, Q/B de 8,50/año⁻¹. Mientras que la eficiencia ecotrófica fue definida como 0,95, según lo establecido por Gubiani *et al.* 2011 para peces piscívoros

Hoplias malabaricus

Se aplicó la fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) utilizando nivel trófico de 3,8 (Angelini y Agostinho 2005), para generar un P/B de 0,972/año⁻¹. Se utilizó tasa de consumo Q/B de

6,05/año⁻¹ y eficiencia ecotrófica de 0,944 definidas por Angelini y Agostinho (2005) para la planicie de inundación del río Paraná

Pimelodus spp

Los datos de este compartimiento fueron tomados en su totalidad del modelo ecotrófico establecido por Angelini y Agostinho (2005) para la planicie de inundación del río Paraná en la especie *Pimelodus maculatus*. Por lo tanto, se usó un P/B de 1,99/año⁻¹, Q/B 14,84/año⁻¹ y EE de 0,99.

Plagioscion squamosissimus

Se obtuvo P/B usando fórmula empírica de Z aplicando nivel trófico de 3,7 calculado por Angelini y Agostinho (2003) para la planicie de inundación del río Paraná y temperatura del agua de 27°C, lo cual generó un P/B de 1,018/año⁻¹. De los mismos autores se extrajo un EE para la especie de y EE 0,73. Q/B provino de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), a partir de W_{∞} de 2,0 kg, L_{∞} de 56,1 cm y Ar de 1,93 determinados en el presente estudio para Amazonia colombiana, por lo tanto, Q/B de 7,99/año⁻¹.

Serrasalmus spp

Para las pirañas se utilizó una relación P/B de 2/año⁻¹, igualmente se incorporó una relación inicial Q/B de 7,21/año⁻¹ que fueran definidas por Angelini y Agostinho (2005) en la planicie de inundación del río Paraná para la piraña *Serrasalmus marginatus*. Mientras que la eficiencia ecotrófica fue de 0,9 según lo calculado para la piraña *Pygocentrus nattereri* en el medio Amazonas por Silva (1998). El Q/B de entrada fue modificado por el programa Ecopath en 7,05 (equivalente al límite inferior, con un coeficiente de variación del 10%).

Hypophthalmus edentatus

Se cálculo un P/B de 1,75/año⁻¹, mediante la fórmula empírica de Z y utilizando un nivel trófico de 2,7 calculado por Angelini y Agostinho (2005). La relación Q/B fue de 8,9/año⁻¹, generado a partir de la fórmula empírica de Palomares & Pauly, (1998), para peso asintótico de 1,6kg y longitud asintótica de 46,5 cm calculados para la especie en el río Amazonas en Colombia, conjuntamente con un índice de aleta caudal (Ar) de 2,22 estimado para el río Putumayo en Colombia. Mientras que la eficiencia ecotrófica fue de 0,976 según lo calculado para la especie por Angelini *et al.* (2006).

Pseudoplatystoma spp

La biomasa se calculó utilizando el rendimiento anual (promedio de captura del período 2000-2008) y las tasas de mortalidad de la especie, aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994): $B = Nt = Ct / ([Ft / Zt] * (1 - e^{-Zt}))$

Donde Ct es la captura anual, Zt la mortalidad total (1,2 para *Pseudoplatystoma sp.* especie en el río Amazonas en Colombia) y Ft mortalidad por pesca (0,74). El resultado para el área de estudio fue de 3405,6 toneladas que se traduce en 0,153 t/km². Se utilizó una tasa de consumo de alimento por unidad de biomasa de 5,05/año⁻¹ obtenida mediante la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Leticia en *Pseudoplatystoma punctifer* (peso asintótico de 24,8 kg y longitud asintótica de 134,3 cm) y relación de aleta caudal de 2,2. Finalmente, se utilizó una relación P/B de 1,5/año⁻¹, obtenida para *P. punctifer* por Camacho (2006)

Brachyplatystoma rousseauxii

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 1439 toneladas, Zt de 1,16 para la especie en el río Amazonas en Colombia y Ft de 0,64, que generó un resultado de 0,187 t/km². Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,16/año⁻¹. Mientras que Q/B fue de 5,56/año⁻¹ y provino de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Leticia: peso asintótico de 43,41 kg, longitud asintótica de 146 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 3,3.

Brachyplatystoma filamentosum

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 324,5 toneladas, mortalidad total de 1,11 para la especie en el río Amazonas en Colombia y Ft de 0,748, que generó un resultado de 0,0369 t/km². Q/B de 3,92/año⁻¹, como resultado de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Leticia: peso asintótico de 150,6 kg, longitud asintótica de 209,8 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 2,8. Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,11/año⁻¹.

Zungaro zungaro

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 590,7 toneladas, mortalidad total de 1,018 mediante fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) utilizando nivel trófico de 3,7 (<http://www.fishbase.us/summary/Zungaro-zungaro.html>) y Ft de 0,721, que generó un resultado de 0,0672 t/km². Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,018/año⁻¹. Mientras que Q/B fue de 4,42/año⁻¹, como resultado de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Amazonia colombiana: peso asintótico de 90 kg, longitud asintótica de 153 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 2,88.

Brachyplatystoma platynemum

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 688,8 toneladas, mortalidad total de 1,2 para la especie en el río Amazonas en Colombia y Ft de 0,609, que generó un resultado de 0,1 t/km². Q/B de 7,459/año⁻¹, resultado de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Leticia: peso asintótico de 17,1 kg, longitud asintótica de 109,7 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 3,8. Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,2/año⁻¹.

Calophysus macropterus

La biomasa para ese compartimiento fue calculada mediante el método de análisis de poblaciones virtuales como 0,162 t/km². Q/B fue de 9,413/año⁻¹, resultado de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998) para datos obtenidos en Amazonia colombiana: peso asintótico de 2,65 kg, longitud asintótica de 59,2 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 3,1. Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 2,63/año⁻¹.

Brachyplatystoma vaillantii

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 596,2 toneladas, mortalidad total de 1,018 mediante fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) utilizando nivel trófico de 3,7 (<http://www.fishbase.org/summary/Brachyplatystoma-vaillantii.html>) y Ft de 0,518, que generó un resultado de 0,0943 t/km². Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,018/año⁻¹. Mientras Q/B fue de 7,751/año⁻¹, resultado de aplicar la fórmula empírica de

Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Amazonia colombiana: peso asintótico de 7,47 kg, longitud asintótica de 74,4 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 3,16

Phractocephalus hemiliopterus

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), utilizando rendimiento anual (promedio de captura 1997-2008) de 492,7 toneladas, mortalidad total de 1,137 mediante fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) utilizando nivel trófico de 3,47 (<http://www.fishbase.org/summary/Phractocephalus-hemiliopterus.html>) y Ft de 0,59, que generó un resultado de 0,0719 t/km². Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,137/año-1. Y Q/B fue de 4.429/año-1, resultado de aplicar la fórmula empírica de Palomares y Pauly (1998), para datos obtenidos en Amazonia colombiana: peso asintótico de 43 kg, longitud asintótica 122 cm e índice de aleta caudal (Ar) de 2,1

Doradidae

Se utilizó información de *Pterodoras granulosus* para determinar Z mediante la fórmula propuesta por Gascuel (2008) utilizando nivel trófico de 2,3 (<http://www.fishbase.org/summary/Pterodoras-granulosus.html>) por lo tanto P/B fue 2,3/año⁻¹. La relación Q/B de 18,702/año-1, generado a partir de la fórmula empírica de Palomares & Pauly (1998), incorporando longitud máxima de 80 cm LE y peso máximo 7,4 kg según lo reportado por Castro-Lima (2011), conjuntamente con un índice de aleta caudal (Ar) de 1,35 calculado por Angelini y Agostinho (2005) y un valor H de 1, dado que la especie se reporta principalmente herbívora según Hahn *et al.* (1992). Finalmente se incorporó una EE de 0,93 a partir del modelo trófico de la planicie de inundación del río Paraná reportado por Angelini y Agostinho (2005).

Loricariidae

Se incorporó la información generada para la especie *Hoplosternum littorale* por Angelini y Agostinho (2005) para la planicie de inundación del río Paraná. Por lo tanto, P/B de 4,13/año⁻¹, Q/B de 29,0/año⁻¹ y EE de 0,84

Colossoma macropomum

Se utilizó información proveniente del modelo trófico de bagres del río Amazonas realizado por Angelini *et al.* (2006), quienes utilizaron datos obtenidos por Ruffino e Isaac (2000) e

Isaac y Ruffino (1996). Por lo tanto, PB de 1,4/año⁻¹, QB de 8,3/año⁻¹ y eficiencia ecotrónica 0.851

Piaractus brachypomus

Ante la incapacidad de contar con datos primarios, se utilizó la misma información utilizada para *C. macropomum* y publicada por Angelini *et al.* (2006). Es así que PB de 1,4/año⁻¹, QB de 8,3/año⁻¹ y eficiencia ecotrónica 0.851

Arapaima gigas

La biomasa se calculó aplicando la fórmula propuesta por Kolding (1994), para un rendimiento anual en la región de 72,1 toneladas (promedio de captura 1997, 2002 y 2003) equivalente a 0.00371 t/km², mortalidad total de 1,436 mediante fórmula empírica de Z (Gascuel 2008) y nivel trófico de 3,03 calculado por Silva (1998) y Ft de 1,125, que generó un resultado de 0,0062 t/km². Para la relación P/B se utilizó la mortalidad total 1,436/año⁻¹. Mientras que Q/B fue estimado a partir de la fórmula de coeficiente de conversión bruta (GE) definida por Christensen y Pauly (1992): GE=PB/QB; para la cual, el coeficiente de conversión bruta puede asumir valores entre 0,1 en herbívoros a 0,3 en carnívoros como *Arapaima*. Por lo tanto, QB se estimó en 4,786/año-1

Dietas. La matriz de la dieta entre componentes es requerida por el programa Ecopath y corresponde a la fracción de alimento de cada presa en el contenido estomacal de un depredador. La Tabla 9 presenta las referencias bibliográficas que permitieron construir esa matriz trófica para el modelo del río Amazonas en Leticia.

Tabla 9. Relación de la bibliografía y ubicación geográfica utilizada para generar la matriz de dietas del modelo Ecopath para el ecosistema del río Amazonas en Colombia (Leticia) en frontera con Brasil y Perú

Componente	Autores	Ubicación del Estudio
Zooplankton	Silva Junior, 1998, Doria <i>et al.</i> 2012, Camargo 2009	Amazonia brasileña
Inv. Acuáticos	Silva Junior, 1998, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia brasileña
Inv. Terrestres	Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia brasileña
<i>P. nigricans</i>	Walschburger 1990, Ruiz 1994, Muñoz y Pineda 1995. Silva Junior, 1998, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña

<i>Semaprochilodus sp</i>	Walschburger 1990, Gutiérrez, 2003, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Curimatidae</i>	Walschburger 1990, Silva Junior 1998, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>M. duriventre</i>	Walschburger 1990, Ruiz 1995, Muñoz y Pineda 1995	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Triportheus sp.</i>	Walschburger 1990, Silva Junior 1998, Arce y Sánchez 2002, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Schizodon sp</i>	Walschburger 1990, Ruiz 1994, Muñoz y Pineda 1995, Silva Junior 1998, Arce y Sánchez 2002, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Brycon sp</i>	Walschburger 1990, Ruiz 1994, Muñoz y Pineda 1995, Zamora, 2001	Amazonia colombiana
<i>P. castelnaeana</i>	Walschburger 1990, Zamora, 2001, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Hoplias spp</i>	Gutiérrez, 2003	Amazonia colombiana
<i>Pimelodus sp</i>	Walschburger 1990, Santamaría, 1995, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>P. squamosissimus</i>	Walschburger 1990, Silva Junior, 1998, Pouilly 2004	Amazonia colombiana, boliviana y brasileña
<i>Serrasalmus spp</i>	Walschburger 1990, Silva Junior 1998, Arce y Sánchez 2002, Gutiérrez 2003	Amazonia colombiana y brasileña
<i>H. edentatus</i>	Silva Junior 1998, Zamora 2001, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Pseudoplatystoma spp</i>	Barbarino 2005, Walschburger 1990, Arboleda 1989, Santamaría 1995, Silva Junior, 1998, Agudelo <i>et al.</i> 2000	Amazonia colombiana y brasileña, Orinoquia venezolana
<i>B. rousseauxii</i>	Arboleda 1989, Celis 1994, Salina 1994, Santamaría 1995, Gómez – León 1996, Agudelo <i>et al.</i> 2000, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>B. filamentosum</i>	Arboleda 1989, Agudelo 1994, Salinas 1994, Santamaría 1995, Gómez – León 1996, Agudelo <i>et al.</i> 2000, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>Z. Zungaro</i>	Arboleda 1989, Salinas 1994, Agudelo <i>et al.</i> 2000, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>B. platynemum</i>	Garzón 1984, Agudelo 1994, Agudelo <i>et al.</i> 2000, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña, Orinoquia colombiana
<i>C. macropterus</i>	Walschburger 1990, Pouilly 2004	Amazonia colombiana y boliviana

<i>B. vaillantii</i>	Agudelo <i>et al.</i> 2000, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>P. hemiliopterus</i>	Agudelo <i>et al.</i> 2000, Camargo 2009, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
Fam. Doradidae	Walschburger 1990, Ramirez y Ajiaco 2001, Zamora 2001	Amazonia y Orinoquia colombiana
Fam. Loricariidae	Ruiz 1994, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
<i>C. macropomum</i>	Silva Junior, 1998, Anderson <i>et al.</i> 2009, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia brasileña
<i>P. brachypomus</i>	Anderson <i>et al.</i> 2009, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia brasileña
<i>A. gigas</i>	Santamaría 1995, Silva Junior 1998, Doria <i>et al.</i> 2012	Amazonia colombiana y brasileña
Benthos	Camargo 2009	Amazonia brasileña
Crocodylia	Horna <i>et al.</i> 2003	Amazonia peruana
<i>I. geoffrensis</i>	Da Silva 1983, Castellanos 1998	Amazonia brasileña y colombiana
<i>S. fluviatilis</i>	Da Silva 1983, Castellanos 1998	Amazonia brasileña y colombiana

4.3. Resultados

Finalizadas las estimaciones en peces con la información primaria y secundaria descrita, se organizaron los datos de entrada para incorporarlos al programa Ecopath como se observa en la Tabla 10. Igualmente, se sistematizó la información de dietas generada cada uno de los grupos funcionales considerados en el modelo ecotrófico del ecosistema amazónico como se presenta en la Tabla 11.

Tabla 10. Variables de peces de interés económico y consumo local utilizadas para calcular datos de entrada del Modelo Ecopath. Z: mortalidad total, F: mortalidad por pesca, M: mortalidad natural, NT: nivel trófico, K: constante de crecimiento, W_{∞} : peso asintótico, Ar: relación aspecto aleta caudal, H y D: índices de alimentación (Temperatura media del agua: 27°C)

Grupo o Especie	Z	F	M	NT	K	W_{∞}	Ar	H	D
<i>Prochilodus nigricans</i>	1,19	0,590	0,60	2,4	0,23	1,51	2,37		1
<i>Semaprochilodus insignis</i>	2,93	2,453	0,48	2,0	0,52	0,92	2,40		1
Curimatidae (P. latior)	2,93		1,55	2,0	0,81	0,31	1,40		1
<i>Mylossoma duriventre</i>	4,00	2,452	1,55	2,4	0,77	1,46	2,77		

Grupo o Especie	Z	F	M	NT	K	W_{∞}	Ar	H	D
<i>Triporthesus</i> sp	2,13	0,577	1,55	2,4	0,77	0,36	1,32		
Anostomidae (<i>Schizodon fasciatum</i>)	2,02	0,619	1,41	2,5	0,69	0,33	1,61		
<i>Brycon amazonicus</i>	1,06	0,160	0,90	2,8	0,43	1,17	1,87		
<i>Pellona castelnaena</i>	1,38	0,789	0,59	3,1	0,27	6,10	3,43		
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,97	0,272	0,70	3,8	0,29	1,70	1,19		
<i>Pimelodus</i> sp	1,38			3,1					
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	1,02	0,562	0,46	3,7	0,16	2,03	1,93		
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	0,97	0,062	0,91	3,8	0,43	3,15	1,74		
<i>H. edentatus</i>	1,75	1,198	0,55	2,7	0,55	1,60	2,22		
<i>Pseudoplatystoma</i> sp	1,75	1,510	0,24	3,7	0,23	24,76	2,20		
<i>B. rousseauxii</i>	1,16	0,670	0,49	3,8	0,28	43,41	3,30		
<i>B. filamentosum</i>	1,11	0,748	0,36	3,7	0,21	150,68	2,80		
<i>Z. zungaro</i>	1,02	0,721	0,30	3,7	0,13	90,00	2,88		
<i>B. platynemum</i>	1,20	0,609	0,59	3,7	0,33	17,06	3,84		
<i>C. macropterus</i>	2,63	2,230	0,40	3,2	0,44	2,65	3,07		
<i>B. vaillantii</i>	1,02	0,518	0,50	3,7	0,13	7,47	3,16		
<i>P. hemiliopterus</i>	1,14	0,590	0,55	3,5	0,30	43,00	0,93		
Doradidae (<i>P. granulosis</i>)	2,31		0,44	2,3	0,18	7,41	1,35	1	
<i>Arapaima gigas</i>	1,44	1,125	0,31	3,0	0,17	180,98	1,40		

Una vez completada la matriz de la composición de la dieta y la matriz de los parámetros de entrada, se ejecutó el programa Ecopath para verificar el balance para el modelo del ecosistema del río Amazonas. Los 39 compartimientos identificados se distribuyen en cuatro niveles tróficos consecuentes con el tipo de alimento ingerido (Tabla 12), iniciando con los productores primarios con nivel trófico de 1 hasta los grandes depredadores con nivel mayor a 3 (Figura 21).

Atributos del ecosistema. Los índices ecológicos determinados por el Ecopath se presentan en la Tabla 13. A su vez, la Tabla 14 presenta una comparación de los atributos del ecosistema del presente modelo frente a los resultados obtenidos con el modelo “bagres” calculado por Angelini *et al.* (2006) para todo el canal principal del río Amazonas en Brasil.

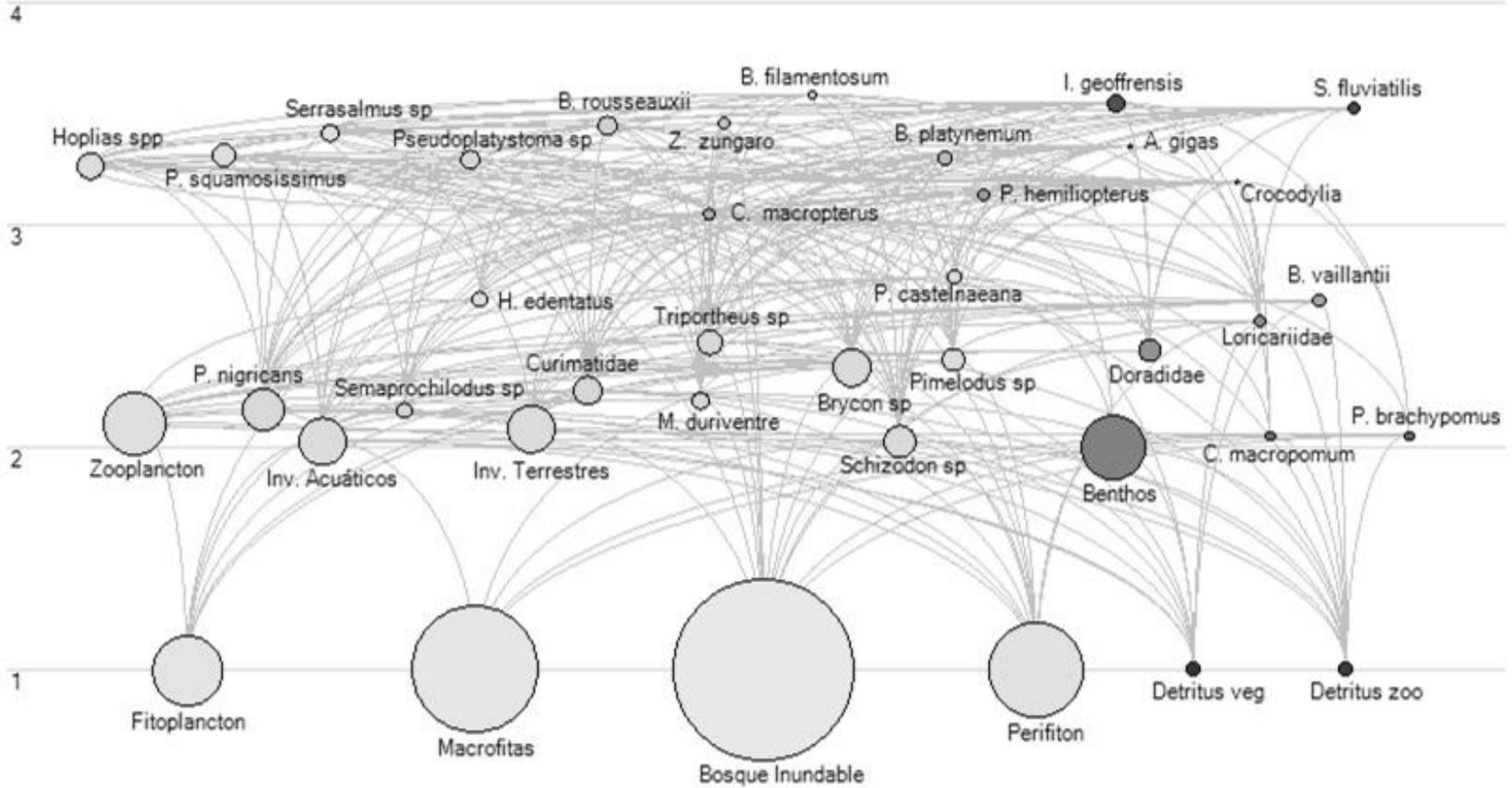


Figura 21. Modelo trófico para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando la ubicación de los distintos compartimientos incluidos y las fuentes de biomasa que son transferidas a lo largo del sistema (el tamaño del círculo se asocia con la biomasa en t/km²). En el eje vertical se marcan los niveles tróficos, donde los autótrofos se ubican en el nivel trófico 1

Tabla 11. Matriz de la composición de la dieta de los grupos considerados para el ecosistema del Suroriente Amazónico Colombiano mostrando la depredación relativa (porcentaje) de un componente (columna) sobre otro (fila), preparada para el balanceo del ecosistema mediante Ecopath

Presa \ depredador	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.Bosque																	
Inundable	-	-	0,200	-	-	-	0,800	0,015	0,260	0,400	-	-	0,400	0,050	-	-	-
2.Macrofitas	-	0,050	-	-	-	-	-	-	0,210	0,050	-	-	-	-	-	-	-
3.Fitoplancton	0,400	0,100	-	-	0,200	0,050	-	-	-	0,100	-	-	0,100	-	-	0,400	-
4.Perifiton	-	0,100	-	0,200	0,370	0,520	-	0,100	0,150	0,050	-	-	0,100	-	-	-	-
5.Zooplancton	0,100	-	-	0,150	0,150	0,040	0,100	0,001	-	0,100	-	-	0,100	-	-	0,600	-
6.Inv. Acuáticos	-	0,030	-	0,001	-	0,100	0,100	0,040	0,030	0,100	0,252	0,015	0,150	0,150	-	-	0,025
7.Inv. Terrestres	-	-	0,080	0,002	-	0,050	-	0,400	-	0,100	0,252	-	0,100	0,022	-	-	-
8.P. nigricans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,042	0,193	-	0,077	0,105	-	0,194
9.Semaprochilodus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,077	-	-	0,008
10.Curimatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,042	0,202	-	0,077	0,105	-	0,178
11. M. duriventre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,042	-	-	0,077	-	-	0,223
12.Triporthus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,022	0,015	-	0,077	-	-	0,016
13.Schizodon sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,042	0,202	-	0,077	0,105	-	0,126
14.Brycon sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,101	-	0,077	0,105	-	-
15.P. castelnaeana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Presa \ depredador	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
16.Hoplias spp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,077	-	-	0,002
17.Pimelodus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,055	-	0,077	-	-	0,025
18.P. squamosissimus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,069	-	-
19.Serrasalmus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,015	-	0,077	-	-	0,046
20.H. edentatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,105	-	-
21.Pseudoplatystoma sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,012
22.B. rousseauxii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.B. filamentosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.Z. zungaro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.B. platynemum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.C. macropterus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.B. vaillantii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.P. hemiliopterus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.Doradidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,202	-	-	0,105	-	-
30.Loricariidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,080

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Presa \ depredador	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
31.Benthos	-	-	-	-	-	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32.C. macropomum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33.P. brachypomus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.A. gigas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.Crocodylia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36.I. geoffrensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37.S. fluviatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.Detritus zoo	-	-	-	0,647	0,280	0,141	-	0,100	0,070	-	0,153	-	-	0,008	-	-	-
39.Detritus veg	0,500	0,720	0,720	-	-	0,049	-	0,344	0,280	-	0,153	-	-	-	-	-	-
Importaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,100	-	-	0,050	-	0,301	-	0,066

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Presalpredador	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1.Bosque Inundable	-	-	0,025	-	0,150	-	-	0,600	0,100	-	0,850	0,850	-	-	-	-
2.Macrofitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,050	0,050	-	-	-	-
3.Fitoplancton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.Perifiton	-	-	-	-	0,040	-	-	-	0,200	0,500	-	-	-	-	-	-
5.Zooplancton	-	-	-	-	-	-	-	0,300	0,510	-	0,050	0,050	-	-	-	-
6.Inv. Acuáticos	0,010	-	-	-	0,071	0,010	-	0,100	-	-	-	-	0,070	0,088	-	-
7.Inv. Terrestres	-	-	-	-	0,036	0,050	-	-	-	-	-	-	0,070	0,257	-	-
8.P. nigricans	0,217	0,125	0,090	0,170	0,027	0,040	0,140	-	-	-	-	-	0,090	0,108	0,042	0,030
9.Semaprochilodus sp	0,045	-	-	-	0,027	-	0,140	-	-	-	-	-	0,050	0,161	0,042	0,030
10.Curimatidae	0,016	-	0,170	0,170	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,090	0,047	0,042	0,118
11. M. duriventre	0,008	0,060	0,025	-	0,027	0,010	0,140	-	-	-	-	-	0,059	0,088	0,042	0,118
12.Triportheus sp	0,120	0,193	0,125	0,150	0,027	0,040	-	-	-	-	-	-	0,073	0,038	0,042	0,059
13.Schizodon sp	0,100	0,040	-	0,060	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,073	0,003	0,042	0,059
14.Brycon sp	0,061	-	-	0,300	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,100	0,058	0,042	0,059

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Presalpredador	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
15.P. castelnaeana	0,030	0,010	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,059	0,002	0,042	0,059
16.Hoplias spp	0,060	0,083	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,059	0,003	0,042	0,059
17.Pimelodus sp	0,039	0,040	0,125	-	0,027	0,100	-	-	-	-	-	-	0,059	0,003	0,042	-
18.P. squamosissimu s	0,022	-	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,042	0,059
19.Serrasalmus sp	0,003	0,030	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,042	-
20.H. edentatus	0,050	0,060	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,042	-
21.Pseudoplaty stoma sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,042	-
22.B. rousseauxii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-
23.B. filamentosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-
24.Z. zungaro	-	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-
25.B. platynemum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-
26.C. macropterus	0,059	0,069	0,125	-	-	0,014	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	0,059

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Presalpredador	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
27.B. vaillantii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.P. hemiliopterus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.Doradidae	-	0,016	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,100	0,003	0,042	0,059
30.Loricariidae	-	0,063	0,315	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	0,048	0,003	0,042	0,059
31.Benthos	-	-	-	-	0,244	-	0,140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32.C. macropomum	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	0,049	0,042	-
33.P. brachypomus	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	0,060	0,042	-
34.A. gigas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-
35.Crocodylia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36.I. geoffrensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37.S. fluviatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.Detritus zoo	-	-	-	-	-	0,260	-	-	0,070	0,200	0,050	0,050	-	-	-	-
39.Detritus veg	-	-	-	-	-	0,010	-	-	0,120	0,300	-	-	-	-	-	-
Importaciones	0,160	0,201	-	0,150	-	0,466	0,440	-	-	-	-	-	-	-	0,244	0,173

Tabla 12. Parámetros de entrada definidos para los compartimientos establecidos del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú junto con los generados por la modelación de Ecopath (en paréntesis y letra cursiva). NT: nivel trófico generado por Ecopath, B: biomasa, P/B: relación producción/biomasa, Q/B: relación consumo/biomasa, EE: eficiencia ecotrófica, GEi: relación producción/consumo, CPB: captura anual de bagres en el área de estudio, CPC: captura anual de pescado para consumo local, Vul: vulnerabilidades utilizadas en la rutina Ecosim

	NT	B (t/km ²)	P/B (/año)	Q/B (/año)	EE	GEi	CPB (t/km ²)	CPC (t/km ²)	Vul
Bosque Inundable	1,0	7546,000	0,150		(0,077)				
Macrófitas	1,0	233,550	1,625		(0,057)				
Fitoplancton	1,0	6,650	250,000		(0,304)				
Perifiton	1,0	(33,923)	8,800		0,500				
Zooplancton	2,1	4,235	54,700	273,500	(0,538)	0,200			25,0
Inv. Acuáticos	2,0	(1,583)	25,000	250,000	0,398	0,100			25,0
Inv. Terrestres	2,1	1,500	25,000	250,000	(0,885)	0,100			2,0
<i>P. nigricans</i>	2,2	1,001	2,306	23,093	(0,604)	0,100		0,036	1,0
<i>Semaprochilodus</i> sp	2,2	(0,118)	2,933	25,696	0,990	0,114		0,050	1,0
Curimatidae	2,3	(0,414)	2,933	25,666	0,951	0,067		0,011	1,0
<i>M. duriventre</i>	2,2	0,153	4,002	10,033	(0,936)	0,399		0,022	1,0
<i>Triportheus</i> sp	2,5	(0,316)	2,128	10,146	0,924	0,210		0,009	4,1
<i>Schizodon</i> sp	2,0	(0,562)	2,026	10,909	0,900	0,186		0,013	1,0
<i>Brycon</i> sp	2,4	(0,791)	1,060	8,849	0,990	0,120		0,001	25,8
<i>P. castelnaeana</i>	2,8	(0,085)	1,380	8,507	0,950	0,162		0,002	25,0
<i>Hoplias</i> spp	3,3	(0,326)	0,972	6,050	0,944	0,161		0,003	1,0
<i>Pimelodus</i> sp	2,4	(0,241)	1,990	14,840	0,990	0,134		0,036	1,9
<i>P. squamosissimus</i>	3,3	(0,233)	1,018	7,990	0,730	0,127		0,050	25,3
<i>Serrasalmus</i> sp	3,4	(0,147)	2,000	7,050	0,900	0,284			25,0
<i>H. edentatus</i>	2,7	(0,124)	1,750	8,869	0,976	0,197	0,001		1,0
<i>Pseudoplatystoma</i> sp	3,7	0,175	1,750	5,053	(0,372)	0,346	0,079		1,0
<i>B. rousseauxii</i>	3,4	0,187	1,160	5,560	(0,505)	0,209	0,109		25,0
<i>B. filamentosum</i>	3,7	0,037	1,110	3,921	(0,159)	0,283	0,007		8,0
<i>Z. zungaro</i>	3,5	0,067	1,018	4,422	(0,427)	0,230	0,028		25,0
<i>B. platynemum</i>	3,3	0,100	1,200	7,459	(0,335)	0,161	0,040		25,0
<i>C. macropterus</i>	3,0	0,069	2,630	9,413	(0,971)	0,279	0,023		1,0
<i>B. vaillantii</i>	2,7	0,094	1,018	7,751	(0,340)	0,131	0,033		3,0

	NT	B (t/km ²)	P/B (/año)	Q/B (/año)	EE	GEi	CPB (t/km ²)	CPC (t/km ²)	Vul
<i>P. hemiliopterus</i>	3,1	0,072	1,137	3,542	(0,163)	0,321	0,013		1,0
Doradidae	2,4	(0,274)	2,306	18,702	0,930	0,123			1,0
Loricariidae	2,6	(0,072)	4,130	29,000	0,840	0,142			1,0
Benthos	2,0	4,800	10,400	40,000	(0,014)	0,260			25,0
<i>C. macropomum</i>	2,1	(0,046)	1,400	8,300	0,851	0,169		0,011	25,0
<i>P. brachypomus</i>	2,1	(0,048)	1,400	8,300	0,851	0,169		0,014	1,0
<i>A. gigas</i>	3,4	0,006	1,436	2,890	(0,418)	0,497		0,014	2,0
Crocodylia	3,2	0,007	0,300	0,900	(0,019)	0,333			2,0
<i>I. geoffrensis</i>	3,6	0,150	1,000	4,000	(0,000)	0,250			25,0
<i>S. fluviatilis</i>	3,5	0,072	2,000	8,000	(0,000)	0,250			25,0
Detritus zoo	1,0				(0,091)				
Detritus veg	1,0				(0,441)				
Total Captura							0,332	0,176	
NT Captura							3,277	2,254	

Tabla 13. Resultados encontrados para los atributos ecosistémicos (Odum 1969) e indicadores del estado de madurez para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú

No. Odum	PARÁMETRO	UNIDADES
<i>TAMAÑO DEL SISTEMA</i>		
	Flujos totales del sistema (TST)	9114,2 t/km ² /año
	Suma de todos los consumos	2286,2 t/km ² /año
	Suma de todas las exportaciones	2042,6 t/km ² /año
	Suma del total de flujos por respiración	1450,5 t/km ² /año
	Suma de todos los flujos a detritus	3334,9 t/km ² /año
	Capturas totales	0,508 t/km ² /año
<i>MADUREZ DEL SISTEMA</i>		
	Suma de toda la producción	3869,6 t/km ² /año
	Producción primaria neta calculada	3490,6 t/km ² /año
1	Producción primaria total /respiración total (PP/R)	2,41
2	Producción primaria total/biomasa total (PP/B)	0,44

No. Odum	PARÁMETRO	UNIDADES	
3	Biomasa total/flujos totales (B/TST)	0,86	Año
4	Producción neta del sistema	2040,1	t/km ² /año
6	Biomasa total (excluyendo detritus)	7841,4	t/km ² /año
13	Tamaño medio de los organismos (B/P)	2,02	
15	índice de reciclaje de Finn	2,06	% total flujos
	Índice de conectividad del sistema (IC)	0,202	
	Índice de omnivoría del sistema (SOI)	0,199	
5	Longitud media de los caminos	2,6	
	Número de rutas tróficas	1305	
23	Ascendencia	35,1	%
24	Overhead	64,5	%
<i>IMPACTO DE LA PESQUERÍA</i>			
	Promedio de nivel trófico de la pesca	2,92	
	Nivel trófico pesca de bagres	3,27	
	Nivel trófico pesca de consumo local	2,25	
	Eficiencia bruta (captura/pp neta)	0,00015	

Tabla 14. Comparación de atributos ecosistémicos del modelo Bagres para el eje del río Amazonas en Brasil (Angelini *et al.* 2006a) frente al modelo del río Amazonas para el área fronteriza en Leticia

Atributo	Presente estudio	Angelini <i>et al.</i> 2006a
PP/R	2.4	1.65
PP/B	0.445	0.19
Índice de reciclaje de Finn (%)	2.06	14.5
Longitud media de caminos	2.609	3.10
Proporción de flujos totales originando desde detritus	0.52	0.62
<i>Overhead</i>	64.5	69.7
Ascendencia	35.1	30.3
B/TST	0.860	1.96
Número de rutas tróficas	1305	336
longitud media de las rutas tróficas	5.62	4.73

Atributo	Presente estudio	Angelini et al. 2006a
Índice de conectividad	0.202	0.161
Índice de omnivoría	0.199	0.067
Eficiencia en la transferencia (calculado como una media geométrica para niveles tróficos II-IV)	5.4	5.3
Tamaño medio de los organismo (B/P)	2.02	4.17

El diagrama que representa el flujo energético para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú se presenta en la Figura 22. Las transferencias totales definidas como una medida del tamaño del sistema en términos de flujos, se estimaron en 9114,2 t/km²/año, que corresponden a la suma de todos los flujos (consumo, exportaciones, respiración y flujos hacia los detritos) dentro del sistema. Los mayores flujos corresponden al detritos con 37%, secundados por los flujos para consumo (25%), exportaciones (22%) y respiración (16%). La relación detritivoría/herbivoría es equilibrada y cerca de 1.6:1 (esto es 1308,4/786,3).

La matriz de impactos tróficos en el ecosistema (Figura 23) indica que un incremento en la biomasa de *P. squamosissimus* tendrá efectos negativos sobre piraña (*Serrasalmus* sp.), picalón (*Pimelodus* sp.), dormilón (*Hoplias* sp.), sardina (*Triportheus* sp.), palometa (*Mylossoma* sp.) y Yaraquí (*Semaprochilodus* sp.). Consecuentemente, pequeños cambios de biomasa en *C. macropterus* va a generar impacto negativo en paco (*P. brachypomus*), gamitana (*C. macropomum*), bentos y arenga (*P. castelnaeana*).

El valor de rangos de especies clave (Figura 24) coloca en primer lugar a dos depredadores: *P. squamosissimus* (KSi=-0,037; TL=3,3) y *C. macropterus* (KSi=-0,106; TL=3,0), seguidos del bentos (KSi=-0,139; TL=2,0) y posteriormente, otros dos depredadores *Serrasalmus* (KSi=-0,140; TL=3,4) y *Hoplias* (KSi=-0,1517; TL=3,3)

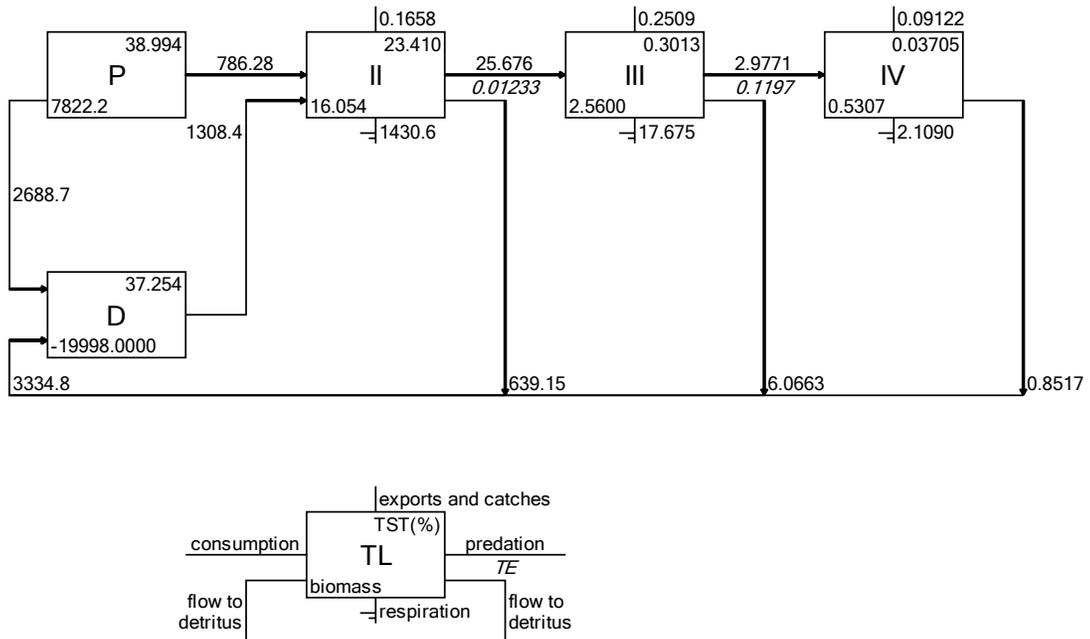


Figura 22. Diagrama Lindeman que representa el flujo energético para el ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando la entrada, utilización y salida de energía en cada nivel trófico considerado.

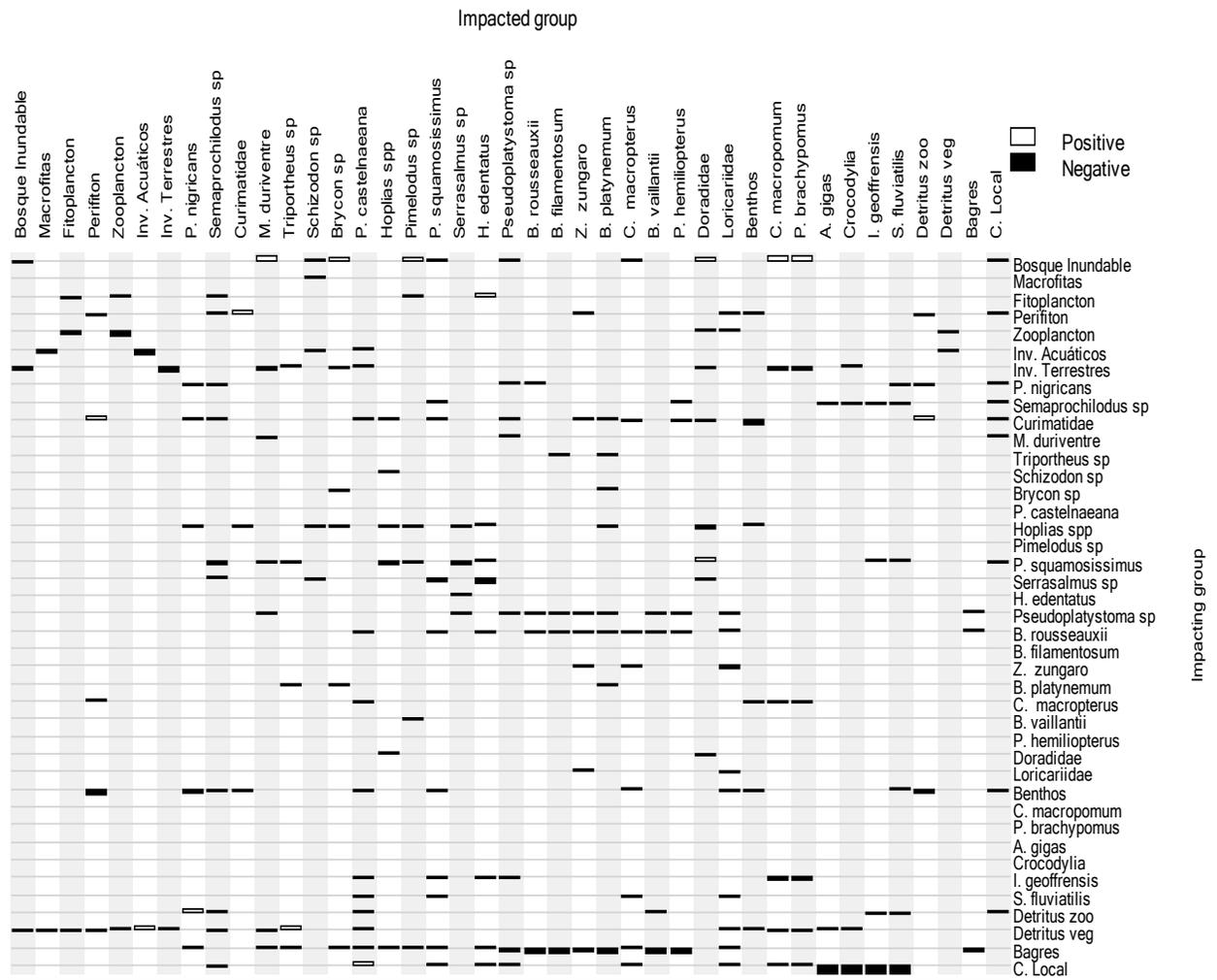


Figura 23. Matriz de impactos tróficos combinados para los grupos incluidos en el modelaje del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, mostrando el comportamiento positivo (rectángulo blanco) o negativo (rectángulo negro) sobre el resto del ecosistema (listado horizontal superior), cuando se incrementa la biomasa de un componente (listado vertical). Se destaca a la pesquería (BAGRES) cuya extracción impactaría negativamente en los grandes pimelódidos y por ende a la pesquería en sí (barras negras parte inferior del gráfico)

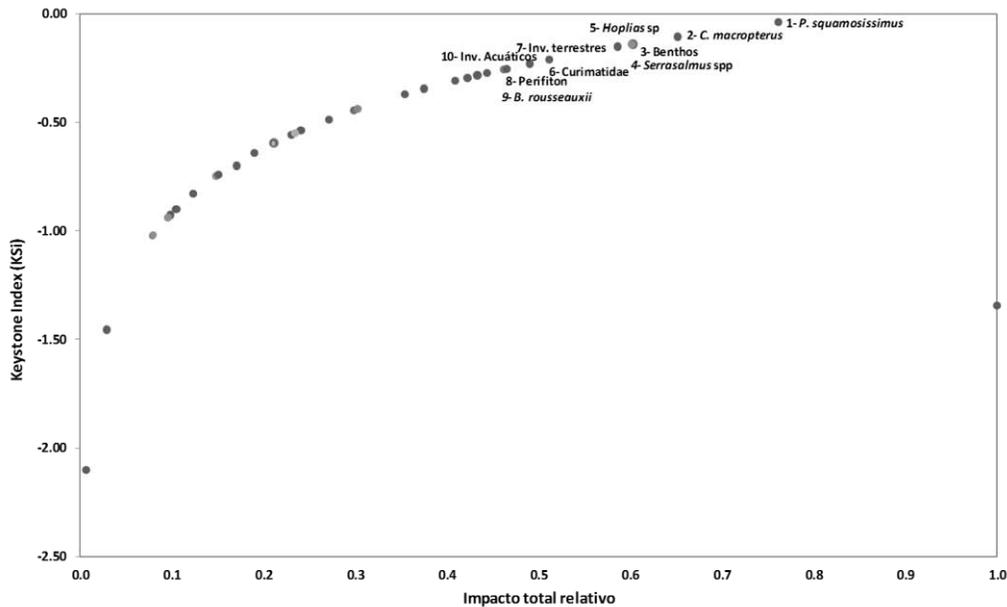


Figura 24. Índices de especies clave (KSi) para los grupos incluidos en el modelo del ecosistema del río Amazonas en Colombia en frontera con Brasil y Perú, identificando los 10 primeros valores. Para cada grupo, KSi fue graficado contra el impacto total relativo y fueron ordenados de mayor a menor KSi

Escenarios de pesca. Mediante Ecosim, se generaron escenarios hasta el año 2035 en los que se representó la simulación de las capturas para las principales especies de bagres comercializadas en el río Amazonas en Colombia, considerando el esfuerzo de pesca actual ($F=1$), los valores de vulnerabilidad presentados en la Tabla 12 y la función forzante definida por el régimen hidrológico del río Amazonas. La suma de cuadrados del error de las estimaciones realizadas fue baja ($SS = 10.9$) y mostraron que existe una tendencia general de la pesquería a disminuir a lo largo de los años, si todo continúa igual (Figura 25).

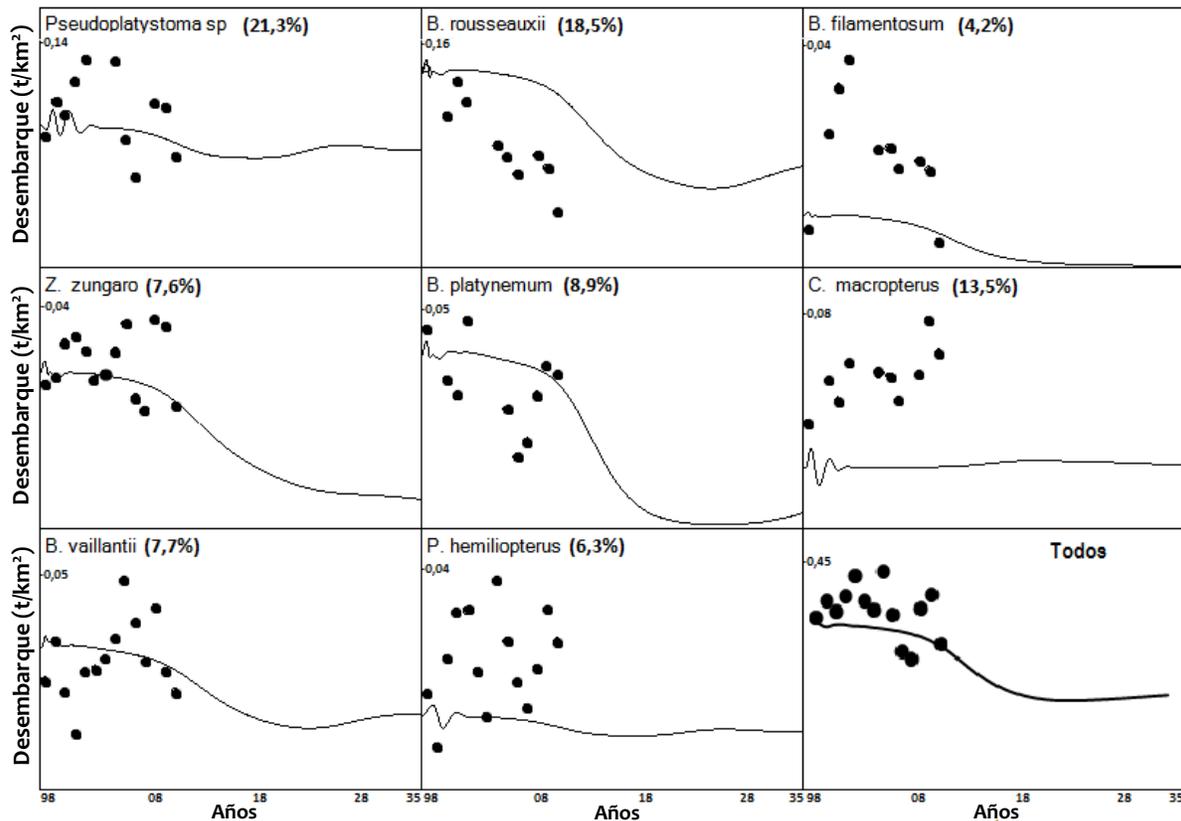


Figura 25. Captura observada y estimada (eje Y) utilizando Ecosim para los principales bagres explotados en el río Amazonas frontera de Colombia con Brasil y Perú proyectado en un horizonte hasta el año 2035. Los puntos son valores observados entre 1998 – 2011 y las líneas los valores simulados ($F=1.0$). El porcentaje de participación de cada especie en la comercialización de pescado (cifra en paréntesis al lado del nombre científico) se calculó con base en el promedio movilizado para el período 1998-2011. Nótese como en conjunto, el rendimiento de la captura de bagres (gráfico Todos en la margen inferior derecha) continuará disminuyendo durante las próximas décadas. El valor máximo en el eje Y para cada especie es presentado en ton/ km^2 (registros de captura facilitados por la autoridad de pesca de Colombia)

De otra parte y previendo que la inversión económica en la región sobre la pesquería comercial se incremente y presione aún más la pesca de bagres o que su esfuerzo se oriente a acopiar peces pequeños (generalmente especies de escama), los cuales son comúnmente utilizados en el consumo comercial local, se simularon los rendimientos de la pesquería de bagres realizando un incremento proporcional del esfuerzo. Por lo tanto, la Figura 26 representa el comportamiento de la captura de bagres en un horizonte hasta el año 2035, a partir de un incremento de los esfuerzos de pesca y considerando igualmente,

una pérdida de cobertura vegetal en el bosque inundable, en los cuales se muestra que esa pesquería en cualquier caso tiende a disminuir a una mayor o menor pendiente, según sea el escenario simulado.

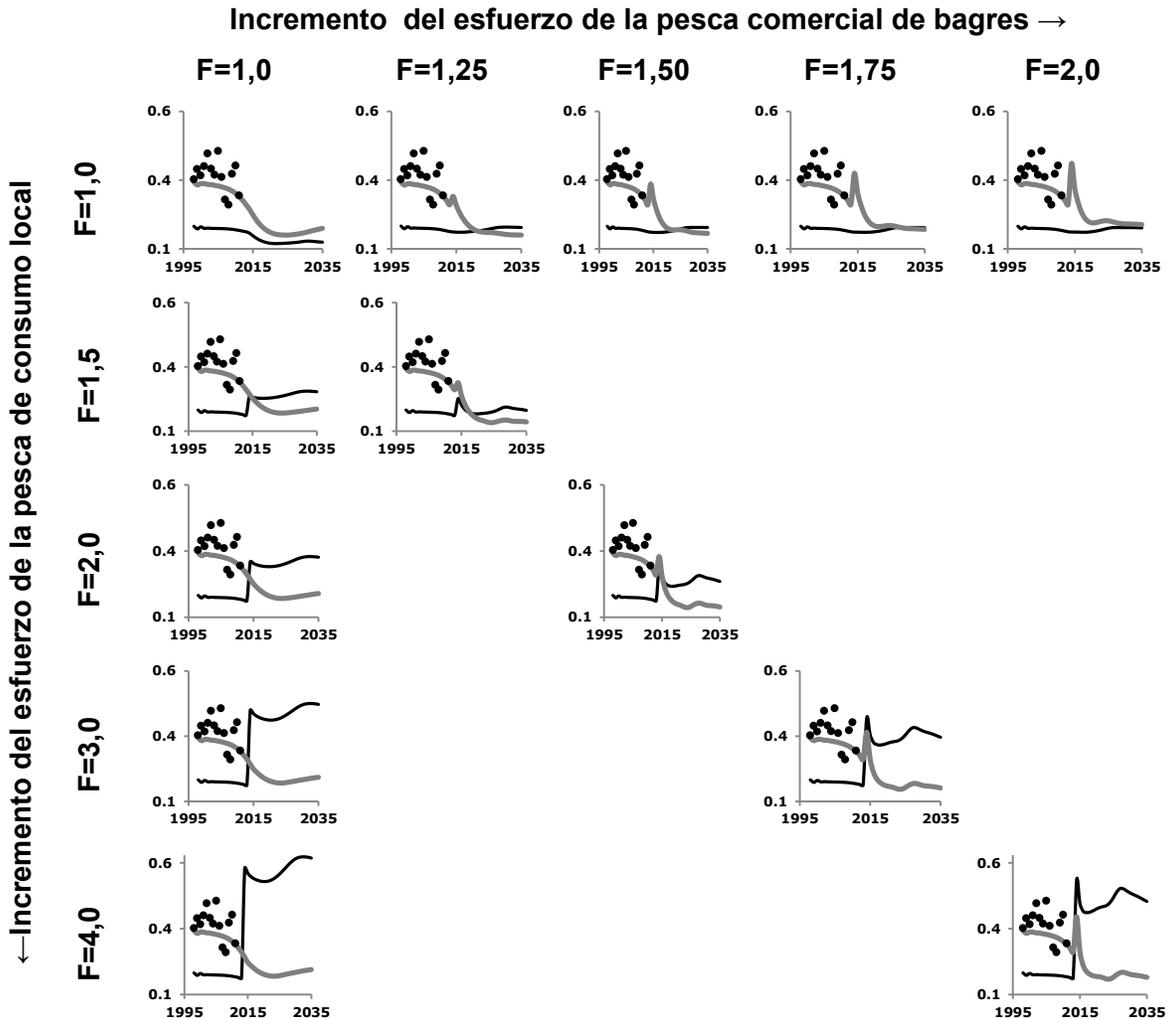


Figura 26. Diversos escenarios y respuesta en el comportamiento de volúmenes de captura de bagres en el río Amazonas hasta el año 2035 (eje Y en t/m^2), si a partir de 2014: i) se incrementa el esfuerzo de pesca en los bagres (eje superior de izquierda a derecha); ii) se incrementa el esfuerzo en la pesca de consumo (eje vertical izquierdo de arriba hacia abajo); iii) se incrementa el esfuerzo de ambas pesquerías, conjuntamente con una pérdida de cobertura del bosque inundable (eje diagonal principal de arriba para abajo), 20, 40, 60, 80 y 100%. Los puntos oscuros son valores observados entre 1998 – 2011, la línea delgada de color negro es la tendencia simulada de la pesca de consumo y la línea gruesa de color gris son los valores simulados para la pesquería de bagres.

Mientras que una descripción específica para los principales bagres comercializados, se refleja en la Figura 27, en la que se pronostica un decremento de las capturas cuando se simula una intensificación en el esfuerzo de esa pesquería ($F=1.25$).

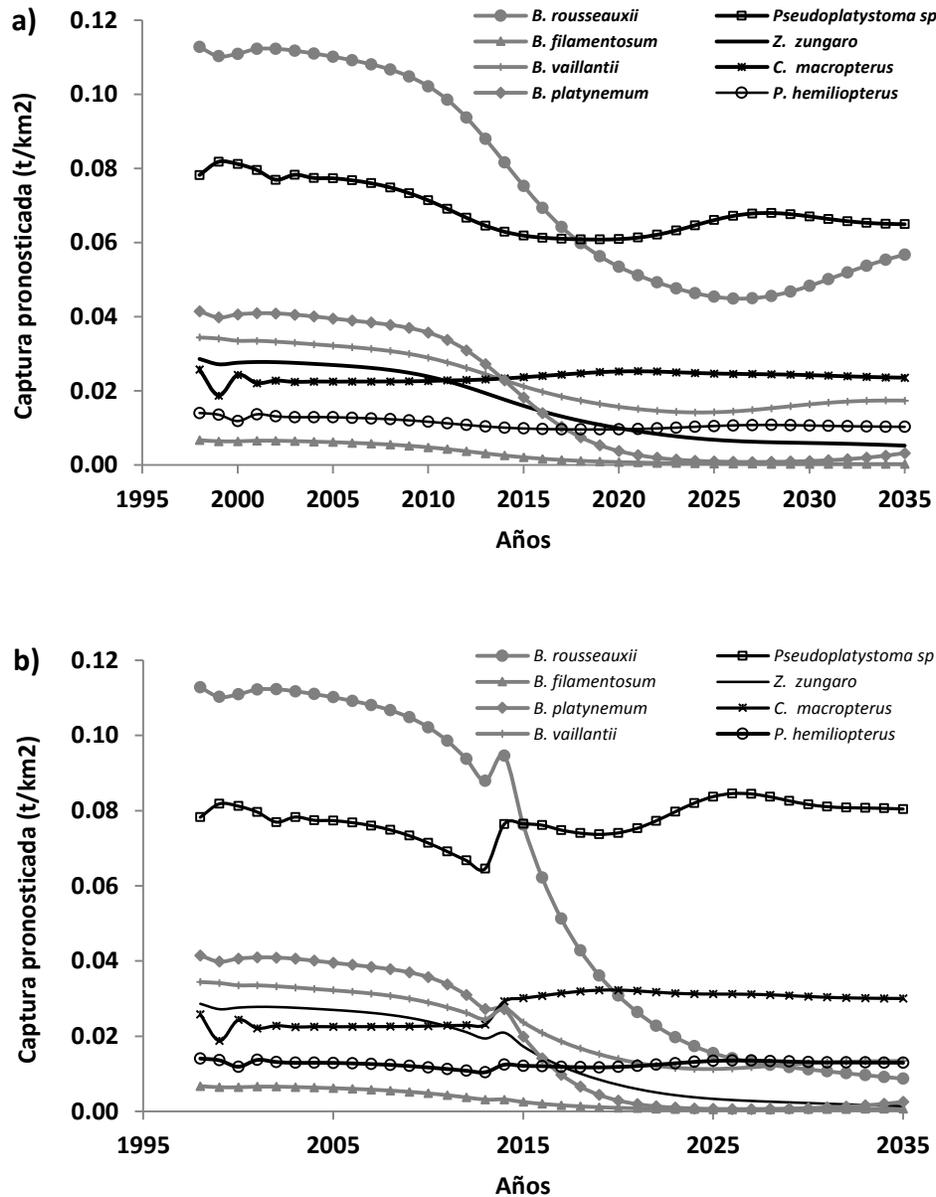


Figura 27. Pronóstico del rendimiento pesquero para 13 especies de bagres capturados en la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú) entre 1998 y 2035, simulados a partir de EwE para un esfuerzo $F=1$ (a) y $F=1,25$ (b). Nótese como los bagres del género *Brachyplatystoma* y *Zungaro* incrementan su pendiente negativa en el declinio del rendimiento pesquero si se aumenta el esfuerzo de pesca

Finalmente, la Tabla 15 y la Figura 28, presentan de manera resumida el pronóstico realizado por EwE a las variables biomasa y captura en la pesca de consumo local y comercial de bagres, teniendo como consideración que el esfuerzo de pesca aumente o por el contrario se disminuya completamente, dejando el esfuerzo en cero y por lo tanto, se pare la actividad comercial pesquera.

Tabla 15. Cifras pronosticadas para el año 2035 utilizando Ecopath (EwE) para estimar la biomasa anual final (t/km²) y captura anual (t/km²) en la pesca de consumo local y en la pesca comercial de bagres para el río Amazonas en la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú), considerando distintos escenarios. I: si no se hace nada y todo sigue igual (F=1); II: si se detiene completamente la pesca (F=0) ; III: si se incrementa el esfuerzo en la pesca de bagres (F=2); IV: si se incrementa el esfuerzo en la pesca de consumo (F=4); V: si se pierde cobertura boscosa y VI: incremento en los esfuerzos de pesca en bagres (F=2) y consumo local (F=4) con pérdida del 20% de cobertura vegetal

	Escenario					
	I	II	III	IV	V	VI
	continúa igual	detiene conomía	duplica pesca bagres	cuadriplica pesca consumo	deforestación del 20%	peor escenario
B (cons. Local)	4.97	4.89	5.41	4.88	3.09	3.19
B (bagres)	0.78	0.79	0.64	0.82	0.77	0.69
C (cons. local)	0.17	-	0.18	0.62	0.12	0.46
C (bagres)	0.18	-	0.19	0.19	0.18	0.17
Captura total	0.36	-	0.36	0.81	0.30	0.63
Nivel Trófico	2.76	-	2.75	2.50	2.49	2.48

4.4. Discusión

Al respecto del ejercicio de modelación en estado de equilibrio y en la simulación realizada para el ecosistema del río Amazonas se deben considerar algunas limitaciones a efectos de continuar con el análisis: en primer lugar, los datos sobre estimaciones de biomasa de productores primarios fueron recopilados de estudios realizados en la región media del río Amazonas, la cual está cerca pero no dentro del área objeto del presente estudio. Por lo tanto, los valores de biomasa incorporados al modelo son aproximados, por lo que se

requiere de un trabajo de campo que permita estimar esas biomásas para la región y así mejorar la precisión del modelo.

En segundo lugar, la recopilación de estadísticas sobre movilización de pescado en Leticia ha tenido altibajos a lo largo de los años como resultado de los cambios institucionales que se han dado en la autoridad pesquera (en 1994 pasó del Instituto de Recursos Renovables y del Ambiente - Inderena al Instituto de Pesca y Acuicultura - Inpa; en 2004 pasó del Inpa al Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural - Incoder; en 2008 pasó del Incoder al Instituto Colombiano Agropecuario - Ica; en 2010 pasó del Ica al Incoder y en 2012 pasó del Incoder a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – Aunap), lo cual influye en la exactitud de los datos de acopio y movilización de pescado en Leticia durante los períodos de transición de la institucionalidad pesquera.

En tercer lugar, la gran extensión del área de análisis implica fugas de información, pues no todos los movimientos están registrados. Para el caso del mapará (*Hypophthalmus* sp.), el modelo establecido en el presente trabajo no fue capaz de explicar el comportamiento de los datos observados en campo, pues a pesar que los históricos de movilización indican una tendencia positiva en el desembarco para la especie, el modelo no logró simular un comportamiento similar a lo observado. Pero no obstante estas consideraciones, los datos de movilización registrados en Colombia, son un reflejo acertado de la situación de la pesquería dado que Colombia es el principal demandante del recurso bagres en la región. Así las cosas, las tendencias en el conjunto de datos son representativas de la situación real y por lo tanto, los análisis se consideran fiables. Igualmente el índice de calidad de los datos para el presente modelo (*pedigree index* = 0,65), indica una buena fiabilidad del modelo ya que los datos están sustentados en observaciones directas realizadas en la región.

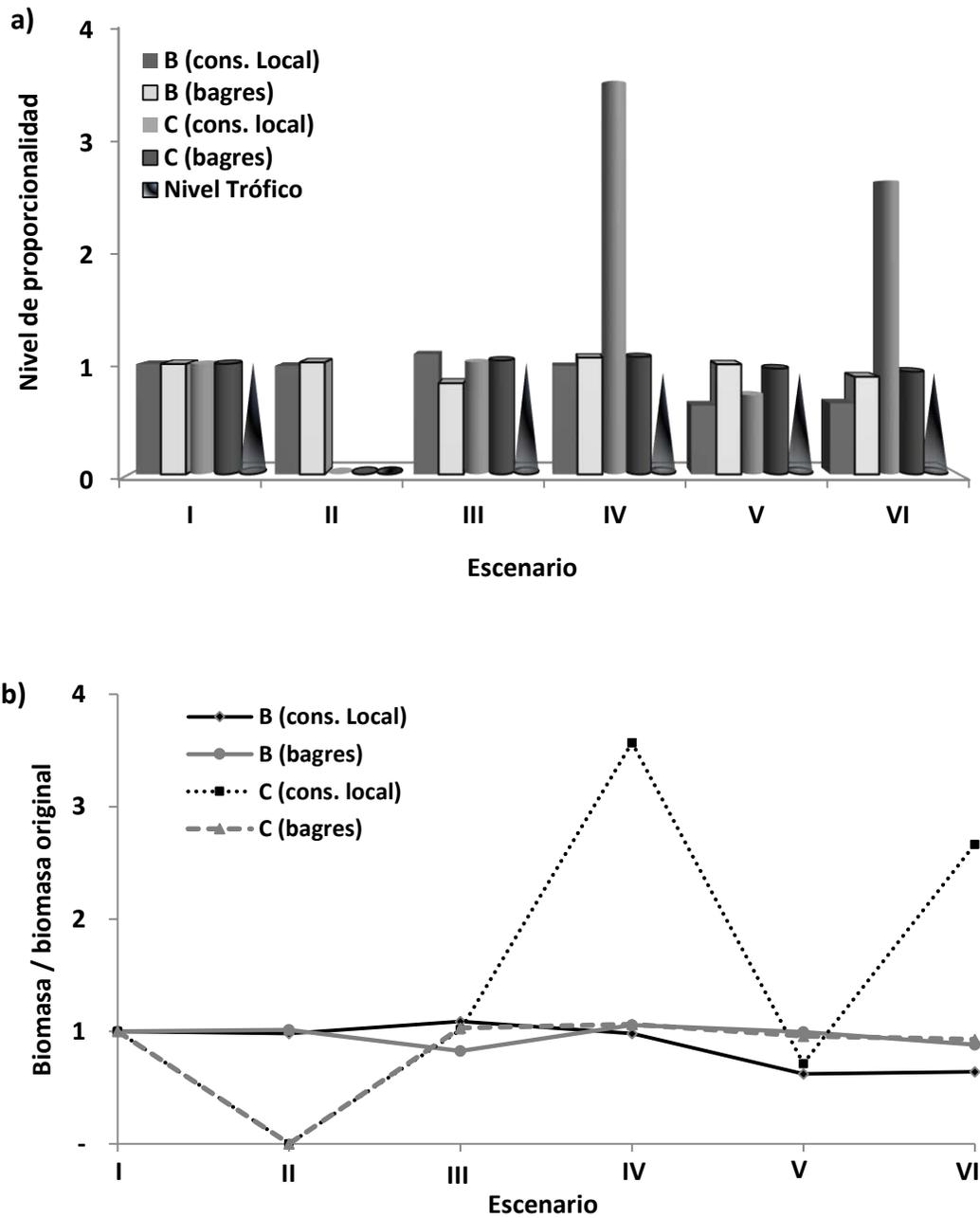


Figura 28. Representación gráfica del cambio proporcional en las variables biomasa anual final (B), captura anual (C) y nivel trófico calculados por Ecopath con Ecosim para el año 2035 -10a-, a partir del estado actual de la pesquería (Escenario I) en la región de la triple frontera (Colombia, Brasil y Perú), considerando distintos escenarios: con pesca (III, IV, V, VI) y sin pesca (II) -10b-

Expuesto lo anterior, los atributos obtenidos por el modelo equilibrado con Ecopath permiten indicar que el ecosistema del río Amazonas en la región de estudio se puede categorizar

como maduro con proporciones altas en cuanto a su productividad y biomasa. Posee un valor elevado de flujos totales (9114 t/km^2) y una alta longitud de los caminos tróficos (5.6) que dan a entender que el sistema es complejo y con alta resiliencia, está organizado en una red trófica enmarañada (no lineal) y se encuentran en él grandes organismos. La relación productividad primaria/respiración ($PP/R=2.4$) da a entender que el ecosistema a pesar de ser robusto aún se encuentra en desarrollo, que se confirma por el bajo índice de reciclaje de nutrientes (2.06%) y de conectividad (0.202), lo cual puede significar efectivamente, que el sistema es robusto y se encuentra cerca de la madurez. Por último, los indicadores de información del sistema presentan una ascendencia de 35% y un “overhead” superior al 60%, que muestra la capacidad del mismo para resistir perturbaciones.

Al comparar estos resultados con el modelo “bagres” realizado en Brasil por Angelini *et al.* (2006) se encuentran similitudes en los indicadores de los dos modelos, entendiéndose entonces que los sistemas son robustos con características de ecosistemas maduros. Sin embargo, se encontraron diferencias en el reciclaje de nutrientes, la omnivoría y el tamaño medio de los organismos que puede ser explicada por la cobertura geográfica asumida en ambos casos. Mientras en la construcción del modelo “bagres” se incorporó información general para todo el eje del río Solimões-Amazonas en Brasil equivalente a 3200 km lineales, el modelo de Leticia fue menos generalista ya que solamente se construyó para un sector de 1200 km y sus datos de entrada provienen en buena medida de información generada para la región de estudio.

Igualmente, se presentaron diferencias entre el número de rutas tróficas y el tamaño medio de los caminos tróficos. Al respecto, el modelo “bagres” se construyó con menos compartimientos y utilizó una matriz de dietas menos precisa que la empleada en el modelo de Leticia, por lo que esa menor complejidad deriva en un menor número de rutas. Y por lo tanto, a pesar que el modelo “bagres” fue calificado como un sistema maduro, presentó valores bajos en ese par de atributos por la forma en que fue construido.

Para el presente estudio, el nivel trófico promedio de la pesquería comercial fue de 3.3 lo que refleja que las capturas se soportan en especies ubicadas en niveles altos de la trama

trófica, lo que confirma el especial uso de la familia Pimelodidae en la actividad comercial y de ellos, aquellos que pertenecen al género *Brachyplatystoma*. A ese respecto, diversas investigaciones indican que estos peces poseen características particulares en sus ciclos de vida, que llaman especial atención en cuanto a las estrategias de manejo que se deben aplicar a estas especies a razón de asegurar su permanencia y aprovechamiento sostenible (Barthem y Goulding 1997; Agudelo *et al.* 2000; Petrere *et al.* 2004; Barthem y Fabré 2004; Barthem y Goulding, 2007; García *et al.* 2009; Agudelo *et al.* 2013).

El cálculo de la eficiencia en el rendimiento bruto de la pesquería, definida como una relación entre la producción primaria y las capturas fue bajo, lo que significa que la actividad pesquera se realiza sobre depredadores de tope. Es así que el valor estimado para la región fue de 0,00015 y es consecuente con el promedio mundial de 0,0002 reportado por Christensen y Pauly (1992).

La matriz de impactos tróficos generada por Ecopath para un estado de equilibrio e incorporando a la pesquería comercial como un depredador más dentro del sistema, mostró como la actividad puede generar impactos negativos sobre ella misma, es decir, sobre las especies objeto de captura (ver Figura 5). En esa vía, un incremento en la extracción va generar un impacto relativo negativo sobre todos los bagres: *B. rousseauxii* (-0.491), *B. filamentosum* (-0.484), *B. vaillantii* (-0.576), *B. platynemum* (-0.497), *Z. zungaro* (-0.377), *P. hemiliopterus* (-0.567) y *Pseudoplatystoma* (-0.288), afectando a toda esa pesquería (-0.393). Esta presunción refuerza la idea de prestar gran atención a la gestión de la pesquería de bagres para la región fronteriza.

A su vez, una disminución de bagres depredadores en el ecosistema generaría un impacto trófico favorable sobre otras especies, al afectar positivamente la biomasa de peces que les sirven de alimento como *Hypophthalmus* (0.109) y *C. macropterus* (0.255), que también son importantes para la pesquería de bagres, pero cuyas biomásas no lograrían preservar los actuales volúmenes de comercialización. Un impacto favorable también ocurriría sobre especies de escama como *P. nigricans* (0.153), *M. duriventre* (0.114), *Semaprochilodus* (0.073), anostómidos (0.043), *Brycon* (0.116) y *P. squamosissimus* (0.111) que son peces de alto interés en el consumo local.

De otro lado, el impacto trófico relativo que generaría un incremento de la pesca de consumo local para el ecosistema, puede afectar negativamente las biomásas de grandes depredadores del sistema como *Crocodylia* (-0.971), *Inia* (-0.908), *Sotalia* (-0.899) y en cierta medida, afectar a especies objeto de la pesca comercial de bagres: *B. rousseauxii* (-0.013), *B. filamentosum* (-0.005), *B. platynemum* (-0.039), *B. vaillantii* (-0.034), *P. hemiliopterus* (-0.034) y *Pseudoplatystoma* sp (-0.288). Estos resultados indican que no solo es fundamental realizar una adecuada gestión de la pesquería de bagres en la región, si no, que también es necesario realizar con esmero una gestión sobre las pesquerías de consumo local.

Los valores obtenidos para las especies clave indican que en el ecosistema del río Amazonas en Leticia opera bajo un control mixto, donde el dominio sobre la red alimentaria se mezcla entre especies piscívoras (*P. squamosissimus*, *C. macropterus*) y especies de nivel trófico intermedio (bentos). A la vez, bentos hace parte de las presas de *C. macropterus*, lo que destaca la interacción entre el control de arriba abajo y de abajo hacia arriba en el sistema.

Frente a las anteriores consideraciones tróficas y revisados los valores de especies clave (KSi) calculados por Ecopath, puede concluirse que los resultados generados en el presente modelo indican que el ecosistema opera bajo un control mixto en la red alimentaria con mayor tendencia de ejercer control desde arriba hacia abajo (top-down), debido a que los valores de vulnerabilidad fueron superiores a 2.0 en 16 compartimientos. De ellos, dos de las cinco primeras especies clave en el sistema fueron depredadores con control top-down (*P. squamosissimus* y *Serrasalmus* sp.) y otros cinco compartimientos le pertenecen a bagres comerciales: *B. rousseauxii*, *B. filamentosum*, *Z. zungaro*, *B. platynemum* y *B. vaillantii*. Mientras que 13 de los 39 compartimientos presentaron valores de vulnerabilidad inferiores a 2.0 lo que indica que la presa tiene control sobre su depredador (bottom-up) y para los cuales, cuatro de ellos fueron bagres comerciales: *Hypophthalmus* sp., *Pseudoplatystoma* sp., *P. hemiliopterus* sp. y *C. macropterus*, quien también es una especie clave en el sistema como igual sucede con *Hoplias*.

Por otra parte, el pronóstico de tendencia de los rendimientos de la pesquería de bagres realizado con ayuda del módulo Ecosim no fue alentador, en el sentido el modelo prevé que el desembarque total anual continuará con su tendencia a disminuir en la región de estudio durante los próximos años. Así, la producción media de pescado está dejando a un lado las 0.38 t/km² alcanzadas por las principales especies comerciales de bagres durante los mejores años de la pesquería (período 1997-2006), para llegar a una cifra cercana a las 0.16 t/km² para años futuros (período 2026-2035).

Dicho en otras palabras, se puede concluir que de continuarse en la región con la desordenada dinámica de pesca, acopio y comercialización de bagres que existe en la actualidad, la pesquería va a pasar de rendir un promedio de 7500 toneladas anuales de pescado para producir una cuantía cercana a 3150 t/año. Es decir, mucho menos de la mitad del pescado. Generando con ello fuertes consecuencias ambientales, sociales y económicas, debido a la importancia que esta actividad tiene en las dinámicas socio-ambientales de la frontera de Colombia con Brasil y Perú.

Es así que frente al interés comercial que existe sobre estos peces y previendo que la inversión económica sobre la actividad o bien el crecimiento poblacional en la región puedan incrementar la demanda y generar mayor presión en la pesquería de bagres, en la pesca de consumo local o incluso pérdida de cobertura vegetal, se realizaron pronósticos de rendimiento pesquero con ayuda de Ecopath con Ecosim. En cualquier caso, para esos escenarios y bajo distintas condiciones, las predicciones tampoco mostraron resultados esperanzadores a favor de una recuperación o estabilización de las biomásas de pesca (ver Figura 8), por lo que estas previsiones ratifican que la región se enfrenta a una merma en el stock de los peces comercialmente importantes y que por lo tanto, existirá un impacto negativo en los aspectos ambientales, sociales y económicos.

De hecho y sin llegar a extremos, cuando se considera un incremento del 25% en el esfuerzo en la pesquería de bagres y se revisa el rendimiento de las capturas futuras para las principales especies (ver Figura 9), se nota como un mayor esfuerzo pesquero impactará de manera más fuerte la disminución de los desembarques pesqueros, generando colapso y extinción económica para varias especies importantes de bagres (*Brachyplatystoma*,

Zungaro) e indirectamente, conllevará un incremento en la captura de otras como resultado de la disminución de la competencia intraespecífica, como se logra percibir en el caso de *Pseudoplatystoma*. Es decir que el aumento del esfuerzo de pesca puede generar efectos positivos en la biomasa y desembarques de sus presas, sin embargo y a pesar de lo acertado de la simulación, el incremento de los desembarques de los bagres presa no logra reponer la pérdida de volumen que sufre la pesquería por la pérdida de los depredadores tope.

Teniendo en consideración los entornos futuros simulados y las cifras pronosticadas por el modelo en el Escenario I (definido como aquel en que el esfuerzo de pesca continúa igual), frente a los resultados estimados en el Escenario II (aquel en el que no se permite la actividad pesquera), baste decir que con esa medida no se logra una significativa recuperación de las biomazas de los peces utilizados en la región para consumo o comercio al finalizar el año 2035 (ver Figura 10). Por lo que puede decirse que aplicar una medida extrema de cierre de la pesquería comercial en la región, no contribuye a solucionar el problema y por el contrario, puede generar dificultades en las dinámicas socio-económicas al restringir el acceso y beneficio que se deriva por el uso de esos peces.

Pero en el otro extremo, en una ausencia total de manejo de la pesquería de bagres como la que se presenta en el Escenario III, la simulación indica que un incremento directo del esfuerzo en la pesquería de bagres se traducirá en una disminución de la biomasa de esos peces en el ecosistema y en un leve descenso en el nivel trófico de la captura que compone la pesquería. Y no obstante que la simulación prevea una cifra de desembarco igual o superior a la actual, la composición de esa captura será muy distinta a lo que sucede hoy, pues en ella ya no estarían los grandes bagres del género *Brachyplatystoma* quienes tienen no solo un alto valor comercial, sino una alta significancia para la biodiversidad íctica amazónica como controladores de tope en el ecosistema. Por lo que una alteración en la estructura trófica del sistema, puede alterar su estabilidad, afectar la riqueza y modificar la biomasa total generada.

Bajo otra perspectiva y si solo se aumentase el esfuerzo en la pesca de consumo local como se definió en el escenario IV, las previsiones del modelo indican que habrá una

disminución del nivel trófico de la pesquería y un incremento del desembarque de peces de escama, alcanzando una cifra parecida o igual que la de la captura de bagres. Pero a la par que el nivel trófico de la pesquería disminuye también se reduce la biomasa anual generada por las especies de escama objeto de captura, por lo que las autoridades locales y pesqueras de los países amazónicos no se pueden quedar al margen del asunto. Es así que este estudio también reitera la necesidad de prestar atención a la pesca de subsistencia en la región, para evitar que se deteriore la abundancia y oferta de las especies menores.

De otro lado, bajo el precepto que la socio-demografía está transformando rápidamente a la Amazonía de una región de baja densidad poblacional a otra más poblada y de acelerado crecimiento (Geoamazonia, 2009), se especuló una disminución de un 20% de la actual cobertura vegetal en la región de estudio como lo establece el escenario V, para lo cual el modelo previó una menor producción en biomasa tanto para peces de escama como para bagres y denotó la disminución de la captura en la pesca de consumo aunque no tanto en los volúmenes de la pesca de bagres; con ello, el nivel trófico y la producción total del área se verían disminuidos. Por lo que un incremento de la deforestación tendrá impactos negativos sobre el ecosistema, sobre los beneficios que percibe la sociedad ribereña por la pesca de subsistencia y por ende, sobre la pesquería de bagres.

A ese respecto, se requiere también una gestión de las autoridades competentes para preservar la integridad de la planicie inundable, a razón de asegurar los procesos de génesis de biomasa de peces y consecuentemente, permitir la utilización de los recursos explotados (Agostinho *et al.* 1993; FUEM/FINEP, 1989; Vazzoler *et al.* 1993; Marques, 1993 en Vazzoler *et al.* 1997; Agudelo *et al.* 2000). Hoy se sabe que la migración hacia el canal principal de la biomasa de peces proveniente de los planos de inundación, son aprovechadas por los grandes bagres para su alimentación. Esto significa que las várzeas son muy importantes en el proceso de sostenimiento de los depredadores, puesto que son los sitios de cría y levante de sus presas (Barthem y Goulding, 1997; Agudelo *et al.* 2000; Alonso, 2002; Barthem y Fabré, 2004). Ante esa realidad la falta de cuidado y gestión de los planos inundables, puede afectar negativamente los rendimientos pesqueros (Agudelo *et al.* 2000; Angelini *et al.* 2006a).

Finalmente también se estableció con EwE una situación futura extrema, en la que se conjugaron la pérdida de cobertura vegetal en un 20%, con un incremento del esfuerzo en la pesca de consumo local y en la pesquería de bagres (Escenario VI). Es así que el modelo prevé que habrá una reducción de la producción de biomasa para ambos tipos de peces, conjuntamente con un decremento en la captura de bagres y una disminución del nivel trófico de la pesquería, como resultado del aumento del aporte de peces de escama en las capturas. Bajo ese pronóstico, un aumento de la cosecha anual de la pesquería regional no será favorable, puesto que la presión ejercida por el incremento del esfuerzo sobre los peces de consumo va a significar la extinción comercial y la desaparición local de varias especies objeto de interés para la población amazónica.

Así las cosas y en la medida que el presente modelo recoge un área tripartita cuyas dinámicas de pesca responden al mismo factor de demanda de bagres y a costumbres muy similares en el aprovechamiento de los peces para la subsistencia, se puede reiterar con extrema insistencia que la gestión a realizar sobre los recursos utilizados debe ser similar y compartida por los tres países: Colombia, Brasil y Perú, puesto que el modelo realizado para la pesquería y los escenarios futuros considerados, así lo demuestran. Igualmente, los resultados obtenidos con la simulación de la pesquería son realistas, confiables y comparten similitud con hallazgos encontrados por Angelini *et al.* (2006).

Lo anterior significa que para salvaguardar la biodiversidad de peces de la región y los beneficios sociales y económicos que derivan de la actividad pesquera, es fundamental que los tres países acuerden trabajar juntos y en colaboración sobre la gestión de las poblaciones de peces y los ecosistemas conexos que comparten. Es así que la gerencia de las leyes que norman la pesca amazónica debe robustecerse con nuevos paradigmas que incorporen aspectos sociales, económicos, ecológicos y ambientales. Una evolución hacia una política pesquera acertada, evitará continuar concentrando la regulación de los recursos mediante el establecimiento de épocas de restricción (vedas) y longitudes de captura, que hoy demuestran no ser efectivas para una región cuya sociedad y cultura, depende de ellos.

CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES FINALES

Como ha sucedido en otros lugares, la sociedad ha supuesto durante muchos años que los recursos pesqueros de la región son inagotables y en el marco de esa percepción, se ha afianzado una actividad cultural frente al uso y comercio de los peces. Es así que desde la década de 1950 surgió y se fue consolidando desde Leticia una extracción pesquera comercial que hoy integra aguas territoriales y comunidades de Colombia, Brasil y Perú en torno del aprovechamiento de la oferta natural de los bagres (Rodríguez, 1991; Salinas, 1994; Barthem *et al.* 1995, Agudelo *et al.* 2000); actividad que es acompañada por una pesca de subsistencia muy importante para las comunidades indígenas y poblados rurales en toda la región, al ser la principal fuente de proteína animal en la ingesta diaria. Desde esa perspectiva, la principal conclusión de este trabajo es que los peces representan bajo la pesca una actividad socio económica trascendental para los pobladores locales y de ellos, se benefician directa o indirectamente, gremios pesqueros, comerciantes, pobladores y otros consumidores que no necesariamente habitan en la región, por lo que deben hacerse todos los esfuerzos del caso para su adecuada gestión (Petrere, 2001; Agudelo *et al.* 2006, Agudelo *et al.* 2011a).

Evidentemente, la riqueza ictiológica y pesquera de varios sistemas acuáticos de la Amazonia se constituye en una importante oportunidad para contribuir al desarrollo sostenible de la región, pero ese desarrollo debe ser planificado y no puede continuar por fuera de un esquema de ordenamiento que no solo perjudica a la sociedad si no a la biodiversidad que sustenta y los beneficios que de ella se perciben. Así por ejemplo, las dos evaluaciones realizadas para establecer el estado de conservación de especies de la fauna íctica en Colombia aplicando criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza- UICN (Mojica *et al.* Eds., 2002, 2012), indicaron que nueve de las quince especies de bagres de alto interés comercial de la Amazonia ya se encuentran en categoría de vulnerable (*Brachyplatystoma filamentosum*, *B. juruense*, *B. Platynemum*, *B. rousseauxii*, *B. vaillantii*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *P. tigrinum*, *Sorubimichthys planiceps* y *Zungaro zungaro*), conjuntamente con pirarucú (*Arapaima gigas*) y gamitana (*Colossoma macropomum*).

Por lo anterior, un análisis sobre el accionar institucional para proteger especies amenazadas durante el período 2002-2012 realizado por Duarte y Lasso (2013), mostró la poca acción de autoridades pesqueras y ambientales en Colombia para promover medidas de conservación de especies categorizadas con algún grado de amenaza en el libro rojo de peces dulceacuícolas, por lo que deja claro que los esfuerzos realizados por las entidades gubernamentales encargadas de la conservación de las especies fueron mínimos y por lo tanto, no tuvieron un efecto positivo sobre los peces de escama y bagres clasificados como amenazados. Esos investigadores reiteran que frente a la velocidad de cambio que están presentando los ecosistemas acuáticos del país, se requieren tomar rápidamente medidas de conservación adecuadas para las especies listadas.

En ese sentido, hay que reconocer que la presión de la pesca comercial ejercida bajo una desordenada o ineficiente gestión de las autoridades competentes, como los desordenes ambientales en el orden local, regional o global resultado de la acción humana y la falta de acción de las instituciones a cargo, han contribuido a generar amenazas sobre las poblaciones de peces comercialmente importantes, como se concluye en los análisis presentados en los capítulos 1, 2 y 3 de esta investigación.

Consecuentemente, la falta de precisión en las estrategias o del accionar de los entes estatales para la gestión de los recursos acuáticos, no ha permitido mitigar o resarcir los efectos negativos que la pesca genera, por lo que la continuidad de los beneficios directos e indirectos que se perciben por el uso de los peces amazónicos se encuentra en peligro como se establece en los resultados presentados en el capítulo 4.

Aunque la importancia estratégica de la pesca ha sido claramente identificada en las agendas para la productividad y competitividad de la región (CONFECAMARAS, 2005), es claro que el sector no ha tenido un desarrollo integral. Por lo que estabilizar, recuperar o incrementar esta actividad en el largo plazo dependerá en buena medida de la apropiación de estrategias de manejo eficientes para la regulación y el control a la pesca, conjuntamente con medidas para preservar la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos y para integrar acciones conjuntas en región de frontera, fortaleciendo y mejorando la capacidad

de las instituciones para consensuar y hacer valer las regulaciones definidas y promover la participación activa de los usuarios en todo el proceso.

Hoy es claro que las alertas sobre las especies principales y el descenso de las capturas en varias de ellas, muestran la incapacidad de la regulación pesquera que opera en la región por protegerlas (especies permitidas, control de tallas de captura, aparejos de pesca), como también la falta de eficiencia de los Estados en promover su aplicación en las especies objeto de gestión. En esa vía la normatividad actual no logra resolver la sobreexplotación de varias especies objeto de captura o el uso de otras que comúnmente están siendo utilizadas, pero de las cuales hay poca información. Es así que para este sector de la Amazonia esta investigación realizó bajo el concepto de gestión pesquera basada en el ecosistema, EBM por sus siglas en inglés, una aproximación holística al fenómeno de la pesca en la región en la que se incorporó información sobre la pesca y otros componentes del sistema que permita considerar estrategias de manejo más integrales.

En términos generales, el enfoque EBM reconoce que no se explotan recursos aislados si no vinculados a un ecosistema y que por lo tanto, existen valores y servicios ambientales que los recursos y los ecosistemas poseen que deben ser considerados en la gestión pesquera. En ese contexto esta investigación es una importante contribución no solo al conocimiento de las dinámicas pesqueras en el medio río Amazonas, si no que también confirma hipótesis en torno a la importancia de la planicie inundable, los peces pequeños y el ordenamiento de la pesca de bagres como base para recuperar, estabilizar y perpetuar los beneficios que se derivan de esa pesquería.

El objetivo principal del enfoque EBM es procurar el mantenimiento y la recuperación de los ecosistemas explotados a niveles razonablemente sanos desde la perspectiva de su funcionamiento y su estructura, compatible con la explotación y la conservación del máximo posible de su biodiversidad y el mantenimiento de los diversos servicios y valores ambientales que provee (Tudela y Short, 2002, citado por Coll, 2003). Por lo tanto, acepta la imposibilidad de comprender totalmente la complejidad de los ecosistemas mediante el análisis cuantitativo de las partes y reconoce el valor del conocimiento aproximado haciendo

énfasis en las tendencias que se pueden observar sobre el medio y que contemplen la actividad pesquera en el conjunto del ecosistema y sus recursos (Coll, 2003).

En tal sentido, Coll (2003) considera que una de las consecuencias importantes del enfoque EBM es la integración del principio de precaución en la gestión de las pesquerías, como también la necesidad de realizar una administración eficaz sobre el ecosistema, dónde el sentido común en el contexto de la precaución puede compensar la carencia de información de la pesca, la cual por sí sola no garantiza una gestión adecuada de la pesquería como se ha podido confirmar en el presente estudio. Es así que frente a lo expuesto en el Capítulo 4 de esta investigación, se recomienda aplicar un enfoque holístico para trabajar en estrecha colaboración y bajo una responsabilidad compartida entre científicos, usuarios y autoridades competentes de Colombia, Brasil y Perú a razón de mejorar la difícil situación que hoy presenta la pesquería comercial de bagres.

Lo anterior significa que el ajuste o diseño de regulaciones tiene que realizarse en conjunto, debe trascender el ámbito meramente jurídico y basarse en los resultados de la investigación socio-ambiental de los ecosistemas acuáticos y los recursos ictiológicos realizados en la región, junto con la participación de gremios y grupos de base que utilizan estos recursos o que son beneficiarios de ellos, como se ha manifestado en otros escenarios e investigaciones (Marrul, 2003; Petreire *et al.* 2004; Agudelo *et al.* 2006, 2011; Alonso *et al.* 2006)

Bajo esa perspectiva, es necesario hacer confluir las decisiones políticas de los tres países para establecer una administración unificada a favor de los recursos pesqueros regionales, los pescadores, empresarios y comunidad en general que hoy se beneficia directa o indirectamente de esos recursos. Por fortuna y después de haber puesto a consideración los resultados de esta investigación en varios encuentros de trabajo binacionales promovidos por los ministerios de relaciones exteriores de cada país, se puede comentar con satisfacción que hoy los tres países han consentido trabajar conjuntamente en pro de asegurar y perpetuar los beneficios que generan los peces en la región fronteriza de Colombia, Brasil y Perú.

En atención a las consideraciones anotadas, se aconseja que se realicen intervenciones sobre la actividad por parte de las autoridades pesqueras de cada país, atendiendo lo siguiente:

5.1. Articulación trasfronteriza en el manejo de los recursos pesqueros compartidos

Se percibe en la región sur de la Amazonia colombiana una creciente disminución en los rendimientos económicos y pesqueros de los grupos humanos que utilizan los recursos ícticos, como resultado de la desordenada e inadecuada presión pesquera que se efectúa en aguas de los tres países (Agudelo, 2007). Así, las actuales circunstancias obligan a la implementación de políticas pesqueras de manejo transfronterizo prioritariamente para las especies trans-zonales bien sea sobre aquellas que se desplazan a las cabeceras de los ríos andinos y posteriormente por deriva regresan al estuario o zonas intermedias de la cuenca del Amazonas (género *Brachyplatystoma*) o simplemente para aquellas que transitan sobre el eje del río Amazonas entre los tres países como sucede con peces carácidos y otros bagres.

Bonilla *et al.* (2012), anotaron que en la frontera la sociedad es consciente de la necesidad de cuidar y manejar los recursos pesqueros de forma responsable para garantizar la permanencia de las especies y mejorar la calidad de vida de los pobladores, por lo tanto, la construcción y formulación de planes de manejo locales y regionales son la principal apuesta que tienen las comunidades y grupos humanos que comparten estos recursos hidrobiológicos en las fronteras, para mejorar el uso y el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Pero debido a que esas iniciativas suceden solamente en comunidades de un mismo país no son suficientes para la protección de los peces, ya que al tratarse de un área de frontera con recursos migratorios y ecosistemas compartidos, debe ser priorizado por los gobiernos de Colombia, Brasil y Perú avanzar rápidamente en la gestión y formulación de planes de manejo tripartita.

En ese sentido, varios trabajos realizados en la región por investigadores brasileños, colombianos y peruanos indican la necesidad de establecer un manejo conjunto de la pesquería de bagres (Muñoz - Sosa 1996, Barthem & Goulding 1997, Agudelo *et al.* 2000,

2006; 2012; Batista 2001, Alonso 2002, Petreire *et al.* 2004, Batista *et al.* 2004, Barthem & Fabré 2004; Fabré & Barthem 2005; Alonso *et al.* 2009; García *et al.* 2009). Pero hay que observar que para alcanzar un entendimiento entre autoridades competentes y grupos interesados en la pesca se debe considerar el resolver dificultades al momento de avanzar en la efectiva formulación e implementación de planes de manejo (Bonilla *et al.* 2012), considerando:

1. La ausencia de una política pesquera cierta para la Amazonia colombiana que no permite avanzar hacia el ordenamiento de la pesca y la acuicultura, el encadenamiento productivo, el fomento, el acompañamiento, la normatividad y la inversión que la gestión del recurso requiere.
2. El manejo integrado del recurso implica la interacción entre la oferta natural con el desarrollo socioeconómico y ambiental de la región desde un contexto supraregional, pero al existir límites e intereses político-administrativos del orden nacional, pueden primar las soberanías individuales sobre el colectivo social y por lo tanto no se avanzaría en el ordenamiento.
3. La participación y responsabilidad compartida de los diferentes niveles implicados, significa un monitoreo continuo de acciones y resultados que permitan ajustar o adaptar las propuestas iniciales a las dinámicas que la actividad pesquera presente, por tanto, la inseguridad de poder contar con recursos humanos y financieros para este seguimiento deben ser minimizados para evitar que se conviertan en una amenaza al proceso.
4. Aún es limitada la información existente sobre dinámica poblacional, ecología, ciclos de vida, sociedad, desempeño económico y niveles de explotación de varias especies de interés comercial y de consumo en la región, que permita elaborar planes de manejo consecuentes con la realidad ambiental.

5.2. Implementar un plan de trabajo regional para la disminución de los indicadores negativos de peces por debajo del tamaño mínimo de captura con el concurso de acopiadores de pescado

Como fue indicado durante el desarrollo de la presente investigación, la gran mayoría de la comercialización de pescado al interior de Colombia está sustentada sobre bagres de la Familia Pimelodidae que por sus características biológicas y su carácter migratorio, los define como recursos compartidos por lo que el esfuerzo y la captura obedece a pescadores, métodos, lugares y esfuerzo de pesca compartido entre países, donde Brasil es responsable de al menos el 90% de la pesca realizada, mientras que el desembarque, el acopio y la movilización de pescado se realiza principalmente por Leticia, resultado de una inversión y demanda colombiana que tiene un mercado establecido desde hace varias décadas entre las zonas fronterizas con Perú y Brasil, para abastecer el mercado interno de pescado en Colombia.

También se reconoce que desde Leticia, el eslabón de acopio de pescado contribuye a generar ingresos directos e indirectos en un elevado número de familias colombianas, peruanas y brasileñas (1980 familias con promedio de 5 personas por familia, según datos de la Asociación de comerciantes de pescado de Leticia - ASOCPEZLET), bien sea por el manipuleo, resguardo, transporte y cargue de pescado o por la venta de insumos para los trabajadores de la pesca o para la pesca misma. Sin embargo, los análisis científicos están indicando desde hace varios años una disminución en la longitud y tamaño de las principales especies comercializadas (FAO, 2000; Fabre *et al.* 2012; Agudelo *et al.* 2013).

En razón a la imposibilidad de poder detener la pesca en la región ya que negaría el acceso a una fuente de proteína barata y a una actividad comercial que está arraigada hace décadas en la zona y en atención a que los procesos políticos propuestos en el punto 1 pueden tomar tiempo, se considera que para contribuir a la recuperación y conservación de las poblaciones de bagres migratorios amazónicos puede implementarse desde Colombia (Leticia), un plan de acción en el corto y mediano plazo que derive en una disminución programada y continua de los desembarques de animales por debajo de los tamaños de captura permitidos, resultado de una cooperación cierta y permanente entre el gremio de

acopiadores (ASOCPEZLET, Asociación de Acopiadores de Pescado - ACOPESCA), la autoridad de pesca (AUNAP) y el acompañamiento del Instituto Amazónico de Investigaciones científicas Sinchi, teniendo como premisa lo siguiente:

1. El gremio de acopiadores elimine la comercialización de bagre “bocón pintado” de menos de 50 cm de longitud estándar dentro del proceso de acopio y comercialización, que en la actualidad afecta enormemente a las poblaciones de pintadillos (*Pseudoplatystoma* sp) por ejercer una sobrepesca por crecimiento (Agudelo *et al.* 2011d), al extraer animales por debajo del tamaño de madurez
2. Se detenga la compra, acopio y comercialización del lechero (*B. filamentosum*) durante al menos tres años, en razón al colapso pesquero definido para la especie (Petreire *et al.* 2004; Agudelo *et al.* 2011a; Agudelo *et al.* 2011b).
3. Se detenga la compra, acopio y comercialización de ejemplares pequeños de simí (*Calophysus macropterus*), equivalente a aquellos animales menores a 25 cm de longitud estándar y con ello, disminuir sobrepesca por crecimiento (Bonilla-Castillo *et al.* 2011a)
4. Se defina de forma inmediata el no comprar bagres por debajo de 50 cm en longitud estándar para aquellas especies de gran porte como: dorado, baboso, guacamayo, pacamú (Agudelo *et al.* 2011c; Acosta-Santos *et al.* 2011; Bonilla-Castillo *et al.* 2011b; Sánchez *et al.* 2011; Mojica *et al.* Eds., 2011). En el caso del dorado (*B. rousseauxii*), se deberá alcanzar en el corto plazo, en no más de 18 meses, una talla de comercialización igual o superior a los 75 cm de longitud estándar atendiendo lo recomendado por Alonso (2002).
5. Preparar y difundir material informativo sobre las estrategias a implementar en el plan de acción acordado entre las partes
6. Realizar la gestión e información del plan acordado en Colombia ante las autoridades pesqueras de Brasil y Perú, por parte de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
7. Establecer un monitoreo, evaluación y ajuste adaptativo al plan de acción con el concurso de las partes

Ese ejercicio establecido en una temporalidad mínima de tres años entre la Autoridad Pesquera colombiana y las asociaciones de acopiadores que controlan la compra del

pescado en la región, sería un esquema de manejo útil para la pesquería de bagres migratorios en el área de influencia de la demanda colombiana (Pebas – Leticia – Tefé), que no solo acercará a la actividad al cumplimiento de la norma en cuanto a tallas de comercialización de pescado se refiere, si no también, que mediante el acompañamiento científico, permitiría contar con información básica y socioeconómica actualizada para fundamentar el manejo de las pesquerías de bagres.

Igualmente, contribuye a implementar un sistema de colecta de información sobre pesquerías de grandes bagres amazónicos y con ello resolver una de las falencias que hoy en día persisten en la gestión de las pesquerías regionales (Barthem *et al.* 1995; FAO, 2000). Finalmente, las actividades y costos de implementar esta iniciativa no son elevados debido a que los acopiadores tienen personal dispuesto a lo largo del río Amazonas para la compra y almacenamiento de pescado

5.3. Promover el establecimiento de infraestructura para el procesamiento de pescado en Leticia

De concordar entre las partes que se aplique un plan de acción para disminuir el acopio de ejemplares pescados por debajo de los tamaños de captura autorizados por la reglamentación colombiana es bastante factible que disminuya el desembarque anual, lo cual podría afectar los ingresos que perciben los acopiadores y por tanto, generar reticencias al momento de implementar un plan de reducción de tallas.

Cabe recordar que en la actualidad, los acopiadores locales tienen establecida la comercialización de producto entero con los mayoritarios en Bogotá, movilizand o grandes cantidades de pescado a esa ciudad sin agregación de valor. Es así que para mitigar ese posible inconveniente, se sugiere que la Asociación de Acopiadores apoyados por la Autoridad Pesquera colombiana, implementen una estrategia de recibo, almacenaje y transformación del pescado entero mediante el establecimiento de una infraestructura que permita el procesamiento de dicho producto en Leticia para transformarlo a un nivel mínimo de filete y/o postas.

El fileteo es una técnica que consiste en extraer el músculo del pescado en forma longitudinal con el fin de obtener una pulpa libre de piel y espinas. En ese orden de ideas y con base en el trabajo de Agudelo *et al.* (2006b) se podría decir que de transformarse los actuales volúmenes de pescado entero en filetes utilizando las principales especies de bagres que son responsables por el 90% de la movilización actual desde Leticia (6,9 mil toneladas), equivaldría a una producción de un poco más de 4 mil toneladas anuales de producto fileteado y 2,6 mil toneladas de residuos de pescado resultado del fileteo (Tabla 16).

Tabla 16. Cálculos del rendimiento en filete para las principales especies de bagres comercializadas como pescado entero desde Leticia. Análisis realizado a partir del promedio de movilización del período 2000-2011. Cifras en toneladas (Estimaciones realizadas a partir de Agudelo *et al.* 2006)

	Promedio Movilizado	Peso Filetes	Filete de 1^a	Filete de 2^a	Residuos Fileteo
Dorado	1.411	1.058	687	370	353
Pintadillos	1.619	1.101	755	346	518
Baboso	675	479	337	143	196
Simí	1.029	597	468	129	432
Pirabutón	584	397	246	151	187
Guacamayo	483	193	87	106	290
Mapará	298	173	78	95	125
Amarillo	579	232	104	127	347
Lechero	318	127	57	70	191
Total	6.998	4.358	2.820	1.539	2.640

Seguendo el esquema de costos establecido por Agudelo *et al.* (2006b) y actualizado con información brindada por acopiadores de pescado (ASOCPEZLET), se puede inferir que luego de descontar los costos de transporte, el pescado entero puesto en Bogotá generaría una utilidad de \$3.149 millones de pesos, mientras que de realizarse el fileteo manual en Leticia ese beneficio alcanzaría los \$9.545 millones de pesos. Lo que significa que el procesamiento de pescado podría generar un lucro tres veces más que el actual proceso de venta de producto entero, eso sin incluir la ganancia que genera la venta de residuos y el positivo efecto social, al requerir de personal para procesar el producto.

Por lo tanto y ante la extrema urgencia de implementar en la región un plan de disminución de peces pequeños en el desembarco de bagres, se puede considerar que una planta de procesamiento de pescado puede contribuir a mitigar la pérdida de rentabilidad que posiblemente generaría una disminución del volumen comercializado. Para contribuir a la discusión y toma de decisiones, se realizó un análisis financiero a cinco años considerando la dinámica actual del comercio de bagres y se comparó contra un acopio de menores volúmenes de pescado (Tabla 17). En esa comparación cabe destacar que todas las opciones de procesamiento generaron relaciones beneficio/costo y tasas de retorno positivas y especialmente, que la mayoría de ellas rinden una utilidad neta mayor o igual a la que genera la venta de pescado entero en Bogotá.

Tabla 17. Análisis financiero de la comercialización anual de bagres desde Leticia considerando la venta de pescado entero hacia Bogotá (método actual) y el procesamiento de pescado en filetes, atendiendo diferentes volúmenes de acopio (opción 1: volumen actual; opción 2: 70% del volumen actual; opción 3: 50% del volumen actual; opción 4: 28% del volumen actual)

	Actual	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Pescado acopiado (t)	6.997,9	6.997,9	4.996,5	3.498,2	2.000,0
Filetes generados (t)		4.358,0	3.111,8	2.178,7	1.245,6
Residuos generados (t)		2.639,0	1.884,6	1.319,5	754,4
Inversión (pesosx10 ⁶)	s.d.	\$ 1.925	\$ 1.925	\$ 1.925	\$ 1.925
Costos (pesosx10 ⁶)	\$ 40.824	\$ 40.824	\$ 30.363	\$ 22.011	\$ 13.659
Ventas (pesosx10 ⁶)	\$ 45.486	\$ 54.143	\$ 38.661	\$ 27.068	\$ 16.721
Utilidades (pesosx10 ⁶)	\$4.661	\$11.393	\$6.372	\$3.131	\$1.136
Tasa Interna Retorno	s.d.	21%	13%	6%	2%
Relación B/C	s.d.	1,4	1,3	1,2	1,2

En conclusión, el implementar un plan de acción regional entre autoridades pesqueras y comerciantes para la disminución de peces pequeños en el acopio anual de bagres acompañado de una infraestructura para su procesamiento, puede ser una oportunidad para la región desde una perspectiva ambiental, social y económica. Bajo la posibilidad de implementar una reducción del desembarque pescado pequeño y por ende una merma en el acopio anual que para el caso se asume un 30% menos de lo actual para una movilización cercana a 5 mil toneladas, que podría generar no solo una rentabilidad aceptable para el

gremio, si no también empleo formal, mejor control, impuestos y diversificación de los productos pesqueros que actualmente se manejan en la región.

Para finalizar puede decirse que es claro que en la región ha existido una incapacidad administrativa de las autoridades de los distintos países para poder hacer la gestión que la pesca requiere, de tal suerte que existe una marcada disminución de los stocks disponibles de varias especies y de los volúmenes de bagres extraídos. Pero no por ello se puede pensar que la solución está en prohibir la pesca de manera unilateral, sin tener en cuenta a los usuarios y las implicaciones socioeconómicas que tendría un cierre de la pesquería, puesto que la cultura de extraer para pescar o para vender pescado está arraigada en la sociedad amazónica. Por lo tanto, se puede traer a consideración las recomendaciones brindadas en los encuentros y estudios técnicos entre países amazónicos promovidos por la FAO (FAO 2000, 2004, 2011), en el cual se reconoce la necesidad perentoria de realizar un manejo regional sobre los bagres migratorios que son objeto de pesca de todos los países con acceso al río Amazonas. De tal suerte, desde hace más de una década se ha considerado que se requiere establecer un manejo acordado de los bagres migratorios por tratarse de recursos valiosos y porque se han convertido en un símbolo de la necesidad de manejo pesquero y en una preocupación ambiental a nivel comunitario, nacional e internacional en toda la cuenca amazónica.

Esperamos pues que este estudio sea una útil colaboración para la previsión de acciones institucionales y de la inversión de recursos financieros direccionadas desde los ministerios de agricultura y de ambiente, que permitan hacer proyecciones en el manejo de los recursos pesqueros y en la definición de estrategias y políticas de aprovechamiento a favor de la biodiversidad acuática amazónica, de la importante dinámica económica que genera y de la sociedad que sustenta.

CHAPTER 5. FINAL CONSIDERATIONS (ENGLISH VERSION)

As it has happened elsewhere, society has been assumed for many years that fisheries resources are inexhaustible and as part of that perception, there is an intense consumption and trade of fish. This perception also emerged in Leticia in the 1950s and it was consolidated as a commercial fishery targeting mainly the large migratory catfish, integrating human fishing communities in Colombia, Brazil and Peru (Rodríguez, 1991; Salinas, 1994; Barthem et al 1995, Agudelo et al 2000). This activity, which is accompanied by an important subsistence fishing carried out by indigenous and riparian communities and rural towns' dwellers throughout the region, is the main source of animal protein. From this perspective, the main conclusion of this study is that this fishery represents an important socioeconomic activity for local residents, fishers' colonies, merchants, and other consumers not necessarily living in the region. So every effort should be sought for its proper management (Petrere, 2001; Agudelo et al 2006, Agudelo et al 2011a).

Obviously, the maintenance of many of the Amazon aquatic system constitutes an important opportunity to contribute to the planned regional sustainable development preserving local biodiversity. For example, the two assessments conducted to establish the conservation status of species of Colombia fish fauna, applying criteria of the International Union for Conservation of Nature IUCN (Mojica et al. Eds., 2002, 2012), indicated that nine out of the fifteen catfish species of highly commercial interest of the Amazon, are already in the 'vulnerable' category (*Brachyplatystoma filamentosum*, *B. juruense*, *B. Platynemum*, *B. rousseauxii*, *B. vaillantii*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *P. tigrinum*, *Sorubimichthys planiceps* and *Zungaro zungaro*), together with arapaima (*Arapaima gigas*) and gamitana (*Colossoma macropomum*).

Therefore, an analysis of the institutional action to protect endangered species from 2002-2012 by Duarte and Lasso (2013), showed little action from fisheries officers in Colombia in order to promote the conservation of species categorized with some degree of threat in the Red Book of freshwater fishes. This context make it clear that the efforts of government agencies responsible for conservation of the species were minimal and therefore did not have a positive effect on finfish and catfish classified as threatened. The above authors

reiterate that given the speed of changing the country aquatic ecosystems actions are needed to keep pace with conservation measures for the species listed.

In that sense, we must recognize that commercial fishing pressure exerted under a disorderly or inefficient management of the competent authorities in a local, regional or global level have contributed to threat the commercially important fish stocks, as concluded in the analyzes presented in Chapters 1, 2 and 3 of this investigation.

Consequently, the lack of efficient strategies of water resources, has failed to mitigate or compensate the negative effects generated by the fisheries. Therefore, the continuity of the direct and indirect benefits from the use of Amazonian fish is in danger as presented in Chapter 4.

Although the strategic importance of fisheries has been clearly identified in the agendas for productivity and competitiveness of the region (CONFECAMARAS, 2005), it is clear that the sector has not had a comprehensive development. In order to stabilize, restore or increase this activity in the long run will depend largely on the appropriation of efficient strategies for regulation and control of the fisheries, together with measures to preserve the environmental quality of aquatic ecosystems. In addition to integrate joint actions in the border regions, strengthening and improving the capacity of institutions to agree and enforce regulations defined and promote the active participation of stakeholders in the whole process.

Today it is clear that the alerts on major species and decreasing catches in several of them, showing the inability of fisheries management operating in the region to protect them (allowed species for exploitation, fish size control, fishing gears) as well as the inefficiency of the States in promoting its application to the species under management. In this way, the current regulations cannot solve the overfishing of several species or of others for which there is little information. Thus, for the Colombian stretch of the Amazon this research was conducted under the concept of fisheries management based on the ecosystem, EBM in English, a holistic approach where fisheries information are incorporated and other system components which may consider more comprehensive management strategies.

Overall, the EBM approach recognizes that no resources are exploited isolately if not linked to an ecosystem and that therefore there are values and environmental services belonging to resources and ecosystems that have to be considered in fisheries management. In this context, this research might be an important contribution not only to the knowledge of fisheries dynamics in the middle Amazon, but it also confirms the hypothesis about the importance of the floodplain, small fish and the proper management of the catfish fisheries as a basis to recover, stabilize and perpetuate the benefits derived from this fishery.

The main goal of EBM approach is to ensure the maintenance and restoration of ecosystems exploited at reasonably healthy levels from the perspective of its operation and structure, compatible with the exploitation and maximizing the conservation of its biodiversity as possible and maintaining the environmental services (Tudela and Short, 2002, quoted by Coll, 2003). Therefore, the impossibility of fully understanding the complexity of ecosystems through quantitative analysis is accepted. The value of the approximate knowledge is accepted emphasizing trends that can be observed on the environment, understanding that fisheries are integrated in the ecosystem (Coll, 2003).

In this regard, Coll (2003) believes that one of the important consequences of EBM approach is the integration of the precautionary principle in fisheries management. As well, as the need for effective management of the ecosystem, where the common sense in the context of precaution might compensate for the fisheries lack of information, although by itself it does not ensure proper management of the fishery as it has been confirmed in the present study. Thus, compared to the discussion in Chapter 4 of this research, it is recommended to apply a holistic approach aiming to work closely under a shared responsibility among scientists, stakeholders and authorities of Colombia, Brazil and Peru in order to alleviate the difficult situation now facing the catfish commercial fishery.

This means that the adjustment or design regulations must be done together, shall transcend the purely legal field and based on the results of the socio-environmental investigation of aquatic ecosystems and fishing resources conducted in the region. However, this process requires the participation of fishers colonies and grassroots groups, who use these

resources or that are its beneficiaries, as it has been stated elsewhere (Marrul, 2003; Petrere et al 2004; Agudelo et al 2006, 2011; Alonso et al 2006).

From this perspective, it is necessary to merge the political decisions of the three countries to establish a unified regional fisheries management, where fishers, businessmen and the general community benefiting directly or indirectly from these resources shall work together. Fortunately after showing the results of this research in several meetings of binational work promoted by the foreign ministries of each country, the three countries have agreed to work together in order to ensure and perpetuate the benefits generated by the commercial fisheries carried out in the Colombia, Brazil and Peru borders.

In view of the above considerations, it is advised that the fisheries authorities of each country shall address:

5.1. Trans boundary coordination for the management of shared fisheries resources

In the southern region of Colombian Amazonia, there is a constant fisheries stakeholders decline in economic returns, as a result of the haphazard and inadequate fishing pressure taking place in the three countries (Agudelo, 2007). Thus, current circumstances require the implementation of fisheries policy concerned to the transboundary management for the migratory catfishes of the genera *Brachyplatystoma* or simply for those who travel on the axis of the Amazon River among the three countries as with characins and other catfish.

Bonilla et al. (2012), they noted that border dwellers are aware of the need to care for and responsibly manage the fishery resources to ensure stocks resiliency. They also ask for improving the quality of life. So the formulations of plans for local and regional management is the main challenge facing these communities sharing the aquatic resources in a tripartite scheme as several studies conducted in the region by Brazilian, Colombian and Peruvian scientists indicate the need for a joint management of the catfish fisheries (Muñoz - Sosa 1996 Barthem & Goulding 1997, Agudelo et al 2000, 2006, 2012; Batista 2001, Alonso 2002 Petrere et al 2004, Batista et al 2004, Barthem & Fabré 2004; Fabré & Barthem 2005; Alonso et al 2009; García et al. 2009). But it should be noted that to achieve an understanding

between the competent authorities and the stakeholders should consider resolving difficulties when advancing the effective formulation and implementation of management plans (Bonilla et al 2012), considering:

1. The absence of an adequate fisheries policy for the Colombian Amazon which weakens the progress of the fisheries management and aquaculture production linkages, promotion, supervision, and investment regulations required by resource management.
2. The integrated resource management implies the interaction between the natural supply with socioeconomic and environmental development of the region from a supra regional context, but limits and political-administrative interests at national level, can prioritize individual sovereignties over the social group impairing a proper management.
3. The participation and shared responsibility of the different levels involved, means a continuous monitoring of actions and results that will adjust or adapt the initial proposals to the dynamics of the present fisheries. Therefore, the insecurity to count with the human and financial resources for this track should be minimized to avoid becoming a threat to the process.
4. Presently there is limited information on fish population dynamics, ecology, life cycles, stakeholders, economic performance and levels of exploitation of several commercial and local consumption species in the region, allowing to develop adequate management plans.

5.2. Implement a regional work plan for reducing the negative indicators of fish below the minimum allowable size with the intermediaries' cooperation.

As indicated during the course of this investigation, the vast majority of fish marketed within Colombia is supported on catfish of Pimelodidae family for their biological characteristics and their migratory nature, defined as shared resources. Therefore the catch and effort is shared between the three countries, where Brazil is responsible for at least 90% of the landings in Leticia. In the other hand, storage and marketing is mostly done by Leticia for decades in order to supply the local fish market in Colombia.

So it is recognized that Leticia, helps to generate direct and indirect income in a large number of Colombian, Peruvian and Brazilian families (1980 families with an average of 5 persons per family, according to the Association of Traders Leticia Fish - ASOCPEZLET), either by handling, keeping, fish transporting fish or by selling supplies necessary for the fishing activity. However, scientific analyzes are indicating for several years a decrease in the length and size of the major traded species (FAO, 2000; Fabre et al 2012; 2013 Agudelo et al. 2011).

Due to the inability to stop fishing in the region and so denying access to a cheap source of protein and weakening a business that is rooted for decades in the area and considering that the political processes proposed in item 1 can take time, it is considered to contribute to the recovery and conservation of Amazonian stocks of migratory catfish can be implemented from Colombia (Leticia), an action plan in the short and medium term resulting in continuous decline in landings fishes below the allowable catch sizes resulting from certain and permanent cooperation between the guild of collectors (ASOCPEZLET, Acopiadores Association of Fish - ACOPECA), the fisheries authority (AUNAP) and accompanying Amazon Institute of Scientific Research Sinchi, with the premise that:

1. The guild of collectors shall not buy the catfish “bocón pintado” less than 50 cm standard length (SL) in order to avoid growth overfishing (Agudelo et al. 2011d), when capturing immature fish.
2. Stop the purchase, storage and marketing the “lechero” (*B. filamentosum*) for at least three years, due to the fisheries collapse defined for the species (Petrere et al 2004, Agudelo et al 2011a; Agudelo et al 2011b).
3. Stop the purchase, storage and marketing of small specimens of the “simi” (*Calophysus macropterus*), smaller than 25 cm (SL) and thus reducing growth overfishing (Bonilla-Castillo et al. 2011a).
4. Stop buying the following large catfish below 50 cm (SL): dorado (*B. rousseauxii*), baboso (*Goslinia platynema*), guacamayo (*Phractocephalus hemiliopterus*), pacamú (*Sorubimichthys planiceps*) (Agudelo et al 2011c; Acosta-Santos et al 2011; Bonilla-Castillo et al 2011b; Sanchez et al. 2011; Mojica et al Eds. 2011). In the case of dorado

one must achieve in the short term, no more than 18 months, a market size equal to or greater than 75 cm (SL), recommended by Alonso (2002).

5. Prepare and disseminate information material on strategies to implement the action plan agreed between the parties.
6. Enforce the information of the planning agreed in Colombia to the fisheries authorities in Brazil and Peru, by the National Authority for Aquaculture and Fisheries.
7. Establish a monitoring, evaluation and adaptive tuning action plan with the assistance of the parties

This exercise shall be established for at least three years between the Colombian Fisheries Authority and the guild of collectors that control the purchase of fish in the region. This would be a useful management scheme for the migratory catfish fishery in the area of influence Colombia (Pebas - Leticia - Tefé). This would not only bring the activity to comply with the allowable minimum size of the marketed fish, but also through scientific support, which would provide basic and socioeconomic information updated to support the management of these catfish fisheries.

It also contributes to implement a system for collecting catch and effort data of the large Amazonian catfish and thereby solve a chronic problem in small scale tropical inland fisheries (Barthem et al 1995; FAO, 2000). The costs for implementing this initiative are not high as the intermediaries have staff arranged along the Amazon River for the purchase and storage and transporting the fish.

5.3. Set up an infrastructure for fish processing in Leticia

Recall that at present, the guild of collectors market the raw fish through wholesalers of Bogota, without adding value. Thus, to mitigate this potential drawback, it is suggested that the Association of Acopiadores supported by the Colombian Fisheries Authority implemented a strategy of receiving, filleting and storage the fish before sending it to Bogota by plane. According to Agudelo et al. (2006b) the current average annual landings in Leticia (6,900 tons) is equivalent to just over 4,000 tons fish fillet. (Table 18).

Table 18. Calculations fillet steak from Leticia, for the main catfish species marketed as complete fish. Analysis carried out using the mobilization average for the period 2000-2011. Data in tons. (Estimated were made considered Agudelo et al 2006).

	Average	Weight	Fillet	Fillet	Residues
	Marketed	Fillet	1st	2nd	Fillet
Dorado	1.411	1.058	687	370	353
Pintadillos	1.619	1.101	755	346	518
Baboso	675	479	337	143	196
Simí	1.029	597	468	129	432
Pirabutón	584	397	246	151	187
Guacamayo	483	193	87	106	290
Mapará	298	173	78	95	125
Amarillo	579	232	104	127	347
Lechero	318	127	57	70	191
Total	6.998	4.358	2.820	1.539	2.640

According to the calculated costs by Agudelo et al. (2006b), updated with information provided by Leticia middlemen (ASOCPEZLET), it is estimated that after deducting transportation costs, the whole fish landed in Bogotá would generate a profit of COP\$ 3,149 million pesos. Whereas if the manual filleting was carried out in Leticia this would reach COP\$ 9,545 million pesos, excluding the surplus generated by the sale of the waste and the positive social effect when employing a local trained staff.

Therefore and due to the extreme urgency to implement in the region a plan of reduction of small fish in the catfish landings, the processing plant fish may help mitigating the profit loss. According to Table 19, financial analysis in a five years horizon given the current dynamics of catfish trade and compared against a collection of smaller volumes of fish (Table 18). In this comparison it is noteworthy that all processing options generated benefit / cost and positive rates of return and especially that most of them yield greater or equal to the net income generated by the sale of whole fish in Bogotá.

Table 19. Financial analysis of annual catfish marketing from Leticia considering selling whole fish to Bogota (current method) and processing fish fillets , taking different volumes of collection (option 1: Current volume; Option 2: 70% of the current volume; option 3: 50% of the current volume; option 4: 28% of the present volume)

	Actual	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Stockpiled fish (t)	6.997,9	6.997,9	4.996,5	3.498,2	2.000,0
Resulting fillets (t)		4.358,0	3.111,8	2.178,7	1.245,6
Resulting fish residuals (t)		2.639,0	1.884,6	1.319,5	754,4
Investment (COP\$x10 ⁶)	s.d.	\$ 1.925	\$ 1.925	\$ 1.925	\$ 1.925
Costs (COP\$sx10 ⁶)	\$ 40.824	\$ 40.824	\$ 30.363	\$ 22.011	\$ 13.659
Sales (COP\$x10 ⁶)	\$ 45.486	\$ 54.143	\$ 38.661	\$ 27.068	\$ 16.721
Utilities (COP\$x10 ⁶)	\$ 4.661	\$11.393	\$6.372	\$3.131	\$1.136
Internal rate return	s.d.	21%	13%	6%	2%
B/C rate	s.d.	1,4	1,3	1,2	1,2

In conclusion, the implementation of a regional action plan between fisheries authorities and traders aiming to reduce the annual small catfish landings together with an infrastructure for fish processing, can be an opportunity for the region from an environmental, social and economic perspective. Under this possibility estimating a 30% declining resulting in a marketing close to 5000 tons, which could generate not only an acceptable return for the local middlemen, but also formal employment, better control, taxes and diversification of fishery products.

Finally, we can say that it is clear that there has been an administrative failure of the authorities of the countries in the region, in such a way that there is a marked decrease in stocks of several species available and catfish extracted volumes. However, no one can think that the solution is to ban fishing unilaterally, without regard to stakeholders as the fishing culture and selling fish is rooted in the Amazonian society. Therefore, one can take into consideration the observations made available as recommendations in meetings and technical studies among Amazonian countries promoted by FAO (FAO 2000, 2004, 2011), in which it is stressed the urgent need for a regional catfish stock management which fished in all countries with access to the Amazon River. In this sense, we hope that this study will be useful to in order to assist accomplishing these goals.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Santos, A., Agudelo, E., Ajiaco, R.E., Bonilla-Castillo, C.A. y H. Ramírez. 2010. *Phractocephalus hemiliopterus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 455-457. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Agostinho, A.A., Vazzoler, A.E.A.M., Gomes, L.C. and Okada, E.K. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brazil. Rev. Hydrobiol. Trop., vol. 26, No.1, p. 79-90

Agudelo, E. 1994. Composición y esfuerzo de las capturas comerciales en el bajo río Caquetá, Sector La pedrera (Amazonia colombiana). Tesis biología. Universidad del Valle, Cali, Colombia, 131p.

Agudelo, E. 2007. La actividad pesquera en la zona suroriental de la Amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos. Tesis Máster Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. 100 pp.

Agudelo, E. 2007. La actividad pesquera en la zona suroriental de la Amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos. Tesis Máster Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. 100 pp.

Agudelo, E., Y. Salinas, C.L. Sánchez, D. L. Muñoz – Sosa, J.C. Alonso, M. E. Arteaga, O. J. Rodríguez, N. R. Anzola, L. E. Acosta, M. Núñez & H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia Colombiana: Un Recurso Sin Fronteras. Fabrè, N.N., Donato, J. C. & J. C. Alonso (Eds). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Bogotá. 252p.

Agudelo, E. & J.C. Alonso. 2002. Indicador 104: Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias. Tomo II. Pp: 740-745. In: Castaño-Uribe, C. & R. Carrillo (Eds). Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. Primera Generación de Primera generación de indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial– Ideam – Sinchi - IAvH – IIAP - Invemar – Embajada del Reino de los Países Bajos. Bogotá.

Agudelo, E., J. M. Alzate, O. L. Chaparro, J.H. Argüelles & C. P. Peña. 2004. Cuantificación y aprovechamiento de los subproductos pesqueros en el trapecio amazónico colombiano. Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112712137_Subproductos%20pequenos%20en%20el%20trapecio%20amazonico.pdf

Agudelo, E.; Sánchez, C. L.; Acosta, L. E.; Mazorra, A.; Alonso J. C.; Moya, L. A. & Mori, L. A. 2006a. La pesca y la acuicultura en la frontera colombo – peruana del río putumayo. Pp 79 - 98. In: Agudelo, E., Alonso, J. C. & L. A. Moya (Eds). 2006. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo – peruana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Instituto Nacional de Desarrollo del Perú. Bogotá, D. C.

Agudelo, E.; Alonso, J. C., Sánchez, C. L., Nuñez - Avellaneda, M. & L. F. Ricaurte. 2006b. Amazonia: el fileteo como alternativa para la generación de empleo y renta en la región colombiana. En: Revista Infopesca Internacional (25):19-26. Uruguay.

Agudelo, E., J. C. Alonso & C. L. Sánchez. 2009. La utilización de los recursos icticos en la Amazonia sur de Colombia: una estrategia de vida, de ocupación y renta. Pp. 237-247. In: Bernal, H., C. Sierra & M. Angulo (Eds.). Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI, UNESCO. Servicio Editorial de la Unesco Etxea, Bilbao, España.

Agudelo, E. & J.C. Alonso. 2011. Contexto de la pesca transfronteriza de los bagres en la

región Sur-oriental de la Amazonia colombiana. Pp. 101- 115. In: Núñez, J., Chu-Koo, F., Porto, J. & C. R. García-Dávila (eds). *Biología de las Poblaciones de Peces Amazónicos y Piscicultura. Comunicaciones del Segundo Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA)*. Manaus, Brasil. 201 p.

Agudelo, E., Sánchez, C.L. Rodríguez, C.A., Bonilla-Castillo, C.A. & G. A. Gómez. 2011a. Los recursos pesqueros en la cuenca amazónica colombiana. Capítulo 5. Pp.143-166. En: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez y R. E. Ajiaco (Editores). 2011. II. Diagnóstico de las pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Agudelo, E., Gil-Manrique, B. D., Acosta-Santos, A.A., Gómez, G.A. y C. A. Bonilla-Castillo. 2011b. *Brachyplatystoma filamentosum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 388-392. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá,D. C., Colombia.

Agudelo, E., Gil-Manrique, B.D., Acosta-Santos, A. & C. A. Bonilla-Castillo. 2011c. *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 412-416. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá,D. C., Colombia

Agudelo, E., Acosta-Santos, A. Gómez, G.A., Gil.-Manrique, B.D., Ajiaco-Martínez, R.E. y H. Ramírez-Gil. 2011d. *Pseudoplatystoma punctifer* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 509-512. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Agudelo, E., Bonilla-Castillo, C.A., Gómez, G.A., Salvino, H. & D.L. Trujillo. 2012. Evolución de las longitudes corporales para la pesquería comercial de bagres en la Amazonia colombiana (período 2001-2012). Revista Colombia Amazónica No. 5: 177-194

Agudelo, E. Joven, A.V., Bonilla-Castillo, C.A., Petrere Jr, M., Pelaez, M. & F. Duponchelle. 2013. Breeding, growth exploitation of *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1985 in the Caqueta River, Colombia. Revista Neotropical Ichthyology, 11 (3): 637-647

Allesina, S. 2004. Ecological flow networks: topological and functional features. PhD Thesis. University of Parma. 192p

Alonso, J. C. 2002. Padrão espaço – temporal da estrutura populacional e estado atual da exportação pesqueira da dourada *Brachysplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: pimelodidae), no sistema estuário – Amazonas – Solimões. UFAM – INPA, Manaus, 217p.

Alonso, J.C. & E. Agudelo. 2002. Ecosistema Acuáticos. Perfil Ambiental de la Amazonia Colombiana. Tomo III. Pp: 455-458. In: Castaño-Urbe, C. & R. Carrillo (Eds). Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. Perfil del estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Colombia 2001. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – Ideam – Sinchi - IavH – IIAP - Invemar – Embajada del Reino de los Países Bajos. Bogotá.

Alonso, J.C. & L.E. Pirker. 2005. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada. Pp: 19-26. In: Fabr , N. N & R.B. Barthem (Eds). O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solim es-Amazonas. Ibama, ProVárzea. Manaus.

Alonso, J.C., N n ez – Avellaneda, M., Agudelo, E., Ricaurte, L. F. & C. L. Sánchez. 2006. Ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana: avances y perspectivas. En: Revista Colombia Amazónica. Instituto amaz nico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá. Pp: 163 – 178

Alonso, J.C.; Camacho, K. N n ez – Avellaneda, M., Agudelo, E. 2009. Recursos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos. Pp: 147-161. In: PNUMA & OTCA. Perspectivas del medio ambiente en la Amazonia - GEOAMAZONIA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP). Ciudad de Panamá.

Anderson, J.T. Saldaña Rojas, J & A. S. Flecker. 2009. High-quality seed dispersal by fruit-eating fishes in Amazonian floodplain habitats. *Oecologia* Vol. 161, No. 2, Pp: 279–290.

Angelini, R. & A. A. Agostinho. 2005a. Differences in Biological Statistics of Fish Species of the Upper Paraná River Floodplain and Itaipu Reservoir (Brazil). *Naga - The World Fisheries Center NewsLetter*, 28(1):53-57.

Angelini, R. & A. A. Agostinho 2005b. Food web model of the Upper Paraná River Floodplain: description and aggregation effects. *Ecological Modelling*, 181:109-121.

Angelini R. & Agostinho A.A. 2005c. Parameter Estimates for Fishes of the Upper Paraná River Floodplain and Itaipu Reservoir (Brazil). *Naga- WorldFish Center Newsletter*, 28 (1-2): 53-57.

Angelini, R.; Fabr , N.M.; Silva-Jr, U.L. 2006a. Trophic analysis and fishing simulation of the biggest Amazonian catfish. *African Journal of Agricultural Research* Vol.1 (5):151-158.

Angelini, R., Agostinho, A.A. & L. C. Gomes. 2006b. Modeling energy flow in a large Neotropical reservoir: a tool to evaluate fishing and stability. *Neotrop. Ichthyol.* 4(2): 253-260

Angelini, R., de Morais, R.J., Catella, A., Resende, E.K., Libralato, S. 2013. Aquatic food webs of the oxbow lakes in the Pantanal: A new site for fisheries guaranteed by alternated control? *Ecological Modelling* 253 (2013): 82– 96

Araujo-Lima C.A. & M. Goulding. 1997. So Fruitful a fish. *Ecology, Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui*. Columbia University Press. 191 p.

Arboleda, A. Y. 1989. Biología pesquera de los grandes bagres del río Caquetá. *Boletín Ecotrópica* (Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá), 20: 3-54.

Arce, M. & P. Sánchez. 2002. Estudio ecológico de la fauna íctica del río Amazonas en los alrededores de Leticia, Amazonia colombiana. Tesis Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 126p

Arteaga, M. y E. Agudelo. 1998. Informe final (preliminar). Proyecto “Recurso pesquero comercializable en los Ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá”. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Leticia. Documento inédito.

Avila M.I. 1999. Aspectos de la biología y ecología de los peces de consumo en la región de Araracuara, Amazonas, con énfasis en las familias Pimelodidae, Hypophtalmidae, Anostomidae, Serrasalminidae, Cichlidae y Scianidae. Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. Colombia. 152p.

Banco de La República. 1996. Informe económico del departamento del Amazonas. Leticia

Barbarino A. 2005. Aspectos biológicos y pesqueros de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) y *P. tigrinum* (Valenciennes, 1840) en la

parte baja de los ríos Apure y Arauca, Venezuela. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat., 163: 71-91.

Barbieri, L. R., J. M. E. Chittenden & S. K. Lowerre-Barbieri. 1994. Maturity, spawning, and ovarian cycle of Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, in the Chesapeake Bay and adjacent coastal waters. Fishery Bulletin, 92: 671-685.

Barreto C. G y Borda C. A. 2008. Propuesta Técnica para la definición de Cuotas Globales de Pesca para Colombia, Vigencia 2009. Muñoz S. E., Puentes V., Sanabria, A.I. (Eds.). Documento Técnico. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ica, Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, 263p.

Barros, J; & M.O. Ribeiro. 2005. Aspectos sociais e conhecimento ecológico tradicional na pesca de bagres. In: Fabr , N.N & R.B. Barthem. O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solim es-Amazonas. Manaus. Pp: 27-30

Barthem R. 1990. Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). Tese de doutorado. UNICAMP. 268p

Barthem, R. B. 1995. Development of the commercial fisheries of the amazon basin and consequences for fish stocks and subsistence fishing. Cl sener-godt, M.S.,I. Brazilian perspectivas on sustainable development on the amazon region 15. Pp: 175 – 204.

Barthem, R., H. Guerra & M. Valderrama.1995. Diagnóstico de los recursos hidrobiológicos de la Amazonia TCA Secretaria Pro Tempore.. 162 p.

Barthem, R. B. & M Goulding. 1997. The catfish connection: ecology, migration and conservation of amazon predators. Columbia university press. New York. 144p.

Barthem, R. B. y N. N. Fabr . 2004. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazonia. Pp: 17 – 62. In: Ruffino, M. L. (Eds.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia brasileira. IBAMA – PROVARZEA. Manaus. 268p.

Barthem, R. & M. Goulding. 2007. Un ecosistema inesperado: la Amazonía revelada por la pesca. Museu Paraense Emilio Goeldi, Amazon Conservation Association (ACA), Lima, Peru.

Batista, J. S. 2001. Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada *Brachyplatystoma rousseauxii* no sistema estuário – Amazonas – solimões. Dissertação de mestrado. INPA. Manaus. 97p

Batista, J. S. 2010. Caracterização genética da dourada - *Brachyplatystoma rousseauxii*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae) na Amazônia por meio de marcadores moleculares mitocondriais e microssatélites: subsídios para conservação e manejo. Unpublished Ph.D. Dissertation, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA), Manaus, Brazil, 148p.

Batista, J. S. & J. A. Gomes. 2006. Phylogeography of *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes - Pimelodidae) in the Amazon Basin offers preliminary evidence for the first case of “homing” for an Amazonian migratory catfish. *Genetics and Molecular Research*, 5: 723-740.

Batista, V. S. & M. Petreire. 2003. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazónica* 2003, Vol. 33 No. 1: 53-66

Batista, V.; Isaac, V. J. & J. P. Viana. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazonia. In: Ruffino, M. L. (Eds.). 2005. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia brasileira. IBAMA – PROVARZEA. Manaus. Pp: 63 – 151

Batista, V., Chaves, MPS., Faria Jr., C.H., de Oliveira, M.F.G., da Silva, A.J., Bandeira, C. 2007. Caracterização socioeconômica da atividade pesqueira e da estrutura de comercialização do pescado na calha Solimões-Amazonas. Pp: 19-59. In: O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea – Ibama. Manaus.

Bogotá-Gregory, J. D. y J. A. Maldonado-Ocampo. 2006. Peces de la zona hidrográfica de la Amazonia Colombiana. *Biota Colombiana* 7 (1): 55-94

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G.A., Ajíaco, R.E. y H. Ramírez. 2011a. *Calophysus macropterus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 432-435. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Ajíaco, R.E. y H. Ramírez. 2011. *Brachyplatystoma platynemum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 404-408. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Sánchez, C.L. & G. A. Gómez. 2012. Dinámica de la pesca comercial de consumo en el medio río Putumayo: tres décadas de desembarques en Puerto Leguízamo. *Revista Colombia Amazónica* No. 5: 129-149

Brodziak, J., J. Ianelli, K. Lorenzen & R. D. J. Methot, 2011. Estimating natural mortality in stock assessment applications. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-119.

Camargo, M. 2009. Capítulo VII: Teias Alimentares e fluxos de energia. Pp: 297-329. En: Camargo M. & R. Ghilardi (Eds). *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingú*. Belém. 329pag.

Camburn, M. 2011. El consumo de pescado en la Amazonía boliviana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. COPESCAALC, Documento Ocasional No 14. 72p.

Cappato, J. 2007. Implicancias económicas y sociales de la crisis pesquera en el Paraná y el rol del Estado. Nota de prensa. Mayo 15 de 2007. En: <http://www.sosrioparana.com.ar/medios/proteger1705.htm>

Carvajal-Vallejos, F. M. 2013. Phylogenetic position and genetic variability of *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Upper Madera and Western Amazon. Unpublished Ph.D. Dissertation, Université Montpellier 2, Montpellier, France.

Castellanos, L. 1998. Caracterización de algunos elementos del habitat usado por los delfines *Inia geoffrensis* (Blanville, 1817) y *Sotalia fluviatilis* (Gervais and Deville, 1853) en los lagos Tarapoto, El Correo y Caballo Cocha. Tesis Biología. Universidad Nacional. Bogotá. 198p.

Castro, D. 1992. La pesca en la Amazonia Colombiana. En: Andrade, G. *et al.* (Eds). Amazonia Colombiana, Diversidad y Conflicto. Colciencias - Conia - CEGA

Castro, D. M. & C. A. Santamaria. 1993. Informe Sobre el Estado del Stock Pesquero de los Grandes Bagres Comercializados en el Sector de Araracuara Durante el Año de 1991. Corporacion Colombiana para la Amazonia, Mimeo, Santafe de Bogota, Colombia.

Castro-Lima, F. 2011. *Pterodoras granulosus* Pp. 360-361. En: Lasso, C. A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá

Celis, J. C. 1994. Aspectos sobre la biología pesquera del dorado (*Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855) Pisces:Pimelodidae, en el bajo río Caquetá, Amazonía Colombiana. Tesis Biología Marina. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Cali. 133p.

Charnov, E. L., H. Gislason, & J. G. Pope, 2013. Evolutionary assembly rules for fish life histories. *Fish and Fisheries*, 14: 213-224.

Christensen, v. & D. Pauly. 1992. Una guía al Ecopath II sistema de software (versión 2.1). Traducido por Mathias Wolff. International Centre for Living Aquatic Resource Management – ICLARM. Manila. 88p.

Christensen, V. & D. Pauly. 1992. The Ecopath II a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating networks characteristics. *Ecological modeling* 61: 169-185

Christensen, v. & C. Walters. 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecological modelling* 172: 109-139

Christensen V., Walters C.J. & D. Pauly. 2005. Ecopath with Ecosim: A user's guide. Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada, 154 pp.

Coll, M. 2003. Un cambio de paradigma en la gestión de los recursos marinos explotados. *Ecotropía* 1697-414X N° 19. 4p.

CONFECAMARAS. (2005). informe de agenda interna para la productividad y competitividad. Programa sociedad civil y TLC. Bogotá.

Da silva, V. 1983. Ecología alimentar dos golfinhos da Amazonia. MSc tesis. FUA- INPA. Manaus, Brasil. 112p

Doria, C., Lima, M.A., Fonseca, M.L., dos Santos, A., Mojica, A.L., de Souza, S.T. & L. Machado. Capitulo 3: Modelo “Ecopath with Ecosim” da teia trófica do rio Madeira. Projeto

Modelagem do ecossistema aquático amazônico com ênfase na dinâmica populacional dos grandes bagres migradores para subsidiar o manejo pesqueiro. Dra. Maria Gercília Mota Soares (Coordenadora). INPA.

Duarte, A., P. Fielding, M. Sowman and M. Bergh. – 2005. Overview and analysis of socio-economic and fisheries information to promote the management of artisanal fisheries in the BCLME region- Angola. Final Report and Recommendations (Angola). 112 pp. <http://www.eeu.org.za/thematic-areas/integrated-coastal-and-small-scale-fisheries-management/benguela-current-large-marine-ecosystems/component-b>

Duponchelle, F. & J. Panfili. 1998. Variations in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 52: 453-465.

Duponchelle, F., F. Lino, N. Hubert, J. Panfili, J.-F. Renno, E. Baras, J. P. Torrico, R. Dugué & J. Nuñez. 2007 Environment- related life history trait variations of the red-bellied piranha, *Pygocentrus nattereri*, in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*, 71: 1113-1134.

Fabré, N. N. y J. C. Alonso. 1998. Recursos ícticos no Alto Amazonas: sua importancia nas populações ribeirinhas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Zoologia* 1: 19 – 55

Fabré, N. N. & R. B. Barthem (Eds). 2005. O manejo da pesca dos grandes bagres migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas. IBAMA – PROVARZEA. 114p.

Fabré, N.N., Isaac, V.J. & V.S. Batista. 2012. Estrutura de tamanhos de assembleias de pesca no Solimões – Amazonas como indicador do estado de exploração. In: Agudelo, E. & F. Duponchelle (Eds). *Comunicaciones del III Coloquio de la Red de Investigación Sobre la Ictiofauna Amazónica -RIIA-*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi e Institut de Recherche pour le Développement –IRD. Leticia, Colombia. 210p.

FAO. 2000. Informe del taller regional sobre manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas. GCP/INT/648/NOR Informe de Campo F-5 (Es). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Y Comisión de Pesca Continental para América Latina (COPESCAL). Roma. 100p

FAO. 2002. FAO Yearbook. Fishery Statistics. Capture Production. Vol. 94/1. Roma. 642p.

FAO. 2011. Informe de la undécima reunión de la Comisión de Pesca Continental para América Latina. Manaus, Brasil, 1 al 4 de septiembre de 2009. Informe de Pesca N° 927. Santiago de Chile. 29p

Franco, R. 1992. Frontera indígena en la Amazônia colombiana. Pp. 141-169. *En*: Andrade, G. Hurtado, A. y R. Torres (Ed), .Amazonia Colombiana diversidad y conflicto. CEGA – COLCIENCIAS. Bogotá, Colombia.

Froese, R. & C. Binohlan. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, 5: 86-91.

FUEM/FINEP. 1989. Relatório final do projeto Estudos limnológicos e ictiológicos na planície de inundação do rio Pará nas mediações do município de Porto Rico-PR. Fundação Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura. 3 vols, 690 p.

García, A., J. C. Alonso, F. Carvajal, J. Moreau, J. Nuñez, J.-F. Renno, S. Tello, V. Montreuil & F. Duponchelle. 2009a. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology*, 75: 2527-2551.

García, A., S. Tello, G. Vargas & F. Duponchelle. 2009b. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 53-67.

Gayanilo, F.C.Jr.; Sparre, P. & D. Pauly. 1996. FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8. Rome. 126 p.

Gayanilo, F.C.Jr.; Sparre, P. & D. Pauly. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8. Rome. 168 p.

GEOAMAZONIA 2009. Perspectivas del medio ambiente en la Amazonía. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP). Ciudad de Panamá. 324p.

Gislason, H. & R. Rice. 1998. Modelling the response of size and diversity spectra of fish assemblages to changes in exploitation. *ICES Journal of Marine Science*. 55: 362 - 370.

Gislason, H., N. Daan, J. C. Rice & J. G. Pope, 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11: 149-158.

Gomez, J. 1996. Contribución al conocimiento de la biología reproductiva y hábitos alimenticios de los bagres plateado (*Brachyplatystoma flavicans*), Castelnau, 1885 y lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*), Lichtenstein, 1819 (Pisces:Pimelodidae), en la parte media del río Caqueta, sector Araracuara. Unpublished Dissertation, Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Santafé de Bogota, Colombia, 102p.

Gutiérrez, F. 1987. Proyecto para el desarrollo de la pesca artesanal en el eje Puerto Leguízamo - La Tagua. Corporación Autónoma Regional del Putumayo CAP. Mocoa, Putumayo. 74 p.

Gutierrez, A.L. 2003. Análisis de algunos aspectos tróficos y reproductivos de la comunidad de peces de un caño de aguas negras amazónicas en cercanías de Leticia (Amazonas, Colombia). Tesis Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 147p.

Gutiérrez, F., L. E. Acosta y C. A. Salazar. 2004. Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana: un enfoque para el desarrollo sostenible. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Colciencias. Editora Guadalupe. Bogotá. 256p.

Hahn, N. S.; Monfredino jr, A.; Fugi, R. & Agostinho, A. A. 1992. Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do rio Paraná. Revista UNIMAR 14:163-176.

Horna, V., Zimmermann, R., Cintra, R., Vásquez, P. & J. Horna. 2003. Feeding Ecology of the Black Caiman (*Melanosuchus niger*) in Manu National Park, Peru. *Lyonia* 4(1): 65-72,

Humboldt, A. von y A. Valenciennes. 1821., Recherches sur les poissons fluviatiles de l'Amérique Équinoxiale. *In: Voyage de Humboldt et Bonpland, Deuxième partie. Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée.* Paris., Humboldt y Bonpland's voyage, 2:145-216.

IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR. 2001. Sistema de información ambiental de Colombia -SIAC-. Perfil del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de Colombia. Bogotá. 420 pp.

IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR. 2002. Primera generación de indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia. SIAC – Sistema de Información Ambiental de Colombia. Tomo 2. Bogotá. 420 pp.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia - Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis geográficos 27-28. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

INCODER- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2007. Peces de la Amazonia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Bogotá. 489 pp.

INCODER - Instituto Colombiano de Desarrollo Rural.. 2010. Documento Técnico de Evaluación de las Especies Efectivamente Aprovechadas - propuesta de cuotas globales de pesca para la vigencia 2011. Bogotá. 339 pp.

INDERENA. 1989. Acuerdo 0075 del 28 de diciembre de 1989. Por el cual se adiciona y modifica el acuerdo 0015 de 1987 que reglamenta la pesca y su aprovechamiento en la parte media y baja de la cuenca del río Caquetá y cuenca amazónica en general. Bogotá. 3 p.

Isaac, V.J. & M. C. de Almeida. 2011. El consumo de pescado en la Amazonía brasileña. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. COPESCAALC, Documento Ocasional No 13. 51p.

Jennings, S., J. D. Reynolds & S. C. Mills, 1998. Life history correlates of responses to fisheries exploitation. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, 265: 335-339.

Jensen, A. L. 1996. Beverton and holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 820-822.

King, M. 1995. Fisheries Biology, Assesment and Management. Fishing New Books, Oxford, England, 341p.

Lasso, C., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. Maldonado, C. DoNascimento, D. Taphorn, F. Provenzano, O. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vasquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suarez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.

Lasso, C.A. 2011. El consumo de pescado y fauna acuática en la cuenca amazónica venezolana: análisis de nueve casos de estudio entre comunidades indígenas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. COPESCAALC, Documento Ocasional No 15. 36p.

Lasso, C.A., M.A. Morales-Betancourt & P. Sánchez-Duarte. 2011. Recursos pesqueros continentales de Colombia. Pp 57-68. *En*: Lasso, C. A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz y A. I. Sanabria-Ochoa (Eds.), I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá.

Lasso, C.A., M.A. Morales-Betancourt & P. Sánchez-Duarte. 2011. Recursos pesqueros continentales de Colombia. Pp 57-68. *En*: Lasso, C. A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz y A. I. Sanabria-Ochoa (Eds.), I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá.

Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, Cambridge. 382 p.

Marrul, Simao. 2003. *Crise e sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros*. IBAMA. Brasilia. 148p

McCoy, M. W. & J. F. Gillooly. 2008. Predicting natural mortality rates of plants and animals. *Ecology Letters*, 11: 710-716.

Medina, M., Arancibia, H. & S. Neira. 2007. Um modelo trófico preliminar Del ecosistema pelágico Del norte de Chile (18°20'S-24°00'S). *Invest. Mar. Valparaiso* Vol. 35(1):25-38
Ministerio de Medio Ambiente. 1996. Estado, Distribución y Conservación de los Crocodylia Colombianos. Censo 1994-1996. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre-CITES y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá.

Mejía, M. 1979. Sector primario de la economía de la Amazonia. Informe Universidad Nacional - Misión Holandesa. Bogotá, 109 p.

Mejía, M. 1980a. Economía básica, San José del Guaviare, Dainco - COA. 1-30 Pp.

Mejía, M. 1980b. Economía básica, Puerto Inirida, Dainco – COA, 1-30 Pp.

Mérona, B. de & J. Rankin-de-Mérona, 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotrop. Ichthyol.* 2(2):75-84

Ministerio de pesquería del Perú. 2001. Reglamento de ordenamiento pesquero de la Amazonía peruana. Resolución ministerial N° 147-2001-PE. 12p.

Mojica, J.I. 1999. Lista preliminar de las especies dulceacuícolas de Colombia. *Academia Colombiana de Ciencias* 23(Suplemento especial):547-566.

Mojica, J., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Alvarez (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 288 pp.

Mojica, J.I., G. Gálvis,, F. Arbeláez , M. Santos , S. Vejarano , E. Prieto – Piraquive , M. Arce , P. Sánchez – Duarte , C. Castellanos , A. Gutiérrez , S.R. Duque , J. Lobón – Cerviá

y C. Granado-Lorencio 2005. Peces de la cuenca del río Amazonas en Colombia: Región de Leticia. *Biota Colombiana* (6)2:191-210

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá. 319p.

Moreau, J., M. L. D. Palomares, F. S. B. Torres Jr. & D. Pauly. 1995. Atlas démographique des populations de poissons d'eau douce d'Afrique. Pp. 140 ICLARM Technical Papers 45, ICLARM.

Muñoz-Sosa, D.L. 1993. Evaluación de la actividad pesquera del bajo Caquetá entre Araracuara, y la Pedrera, Amazonas-Colombia. Pp. 102. In: F. P. Rastrojo (Ed.), Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Muñoz-Sosa D.L. 1996. Age structure and exploitation of giant catfish populations (*Brachyplatystoma* spp.) in the lower Caquetá River, Colombia. Master Thesis. State University of New York .100p.

Muñoz, S. E. & I. Z. A. Pineda. 1995. Biología pesquera de cinco especies de escama en el sector colombiano del río Amazonas. Tesis Biología. Universidad Nacional de Colombia – Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA. Bogotá. 220 p.

Murcia, U., C. Marín, J. C. Alonso, C. A. Salazar, F. Gutiérrez, C. Domínguez, F. Trujillo, J. H. Arguelles, M. Rendón, R. Ocampo, W. Castro. 2003. Diseño de la línea base de información ambiental sobre los recursos naturales y el medio ambiente en la Amazonia colombiana. Bogotá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 215 pp.

Murcia, U. y M. M. Rendón. 2006. Estudios sobre ecosistemas en el sur de la Amazonia colombiana, estado del arte, 2006. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá D.C. 215 pp.

Murcia, U. (Eds). 2007. Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana 2006. Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIAT-AC. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. . 219 pp.

Núñez – Avellaneda, M., E. Agudelo, J. C. Alonso, y M. D. Escobar. 2007. Ecosistemas acuáticos. Uso de la diversidad acuática. Estado actual de la extracción íctica, caso de los grandes bagres. Pp: 84-88. En: Murcia, U. G. (Eds.). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá.

Núñez, J. & F. Duponchelle. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 167-180.

Ochoa, G. I. 2003. El sector pesquero en Puerto Nariño y Leticia. Universidad Nacional de Colombia – IMANI. Inédito. Leticia. 53 pp.

Palomares, M. L. & D. Pauly. 1998. Predicting food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity. *Marine and freshwater research*, 49(5):447-453.

Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multiespecies stocks. Pp. 35 ICLARM Studies and Reviews 1, ICLARM, Manila, Philippines.

Pauly, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39: 175-192.

Pauly, D. & N. David. 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen*

Kommission für Meeresforschung, 28: 205-211.

Pauly, D. 1983. Length converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *Fishbyte*, 1: 9-13.

Pauly, D., Christensen, V., Walters, C., 2000. Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 57, 697–706.

Petrere, Jr., M. 2001. Desarrollo Sostenible del Área Amazónica Fronteriza de Brasil y Colombia. Informe final. Convenio OEA – SINCHI – SUDAM. Leticia. 136p.

Petrere Jr., M; R. B. Barthem; E. Agudelo & B. Corrales. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). En: *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Springer Science + Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. 14(4):403 – 414.

Pirker L.E. 2001. Determinação da idade e crescimento da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) capturada no estuário amazônico. Dissertação de mestrado, UFPa-MPEG (Belém, PA). 85p.

Polovina, J.J. & M.D. Ow. 1983. Ecopath, a user's manual and programs listing. *Nat. Mar. Fish. Serv., NOAA*. Honolulu. 46p.

Pouilly, M. Yunoki, T. Rosales, C. & L. Torres. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamore River floodplain lakes (Bolivia). *Ecology of Freshwater Fish* 13: 245–257.

PROVARZEA. 2002. Conceito e estratégia. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. PROVARZEA – IBAMA. Manaus. 56p.

PROVARZEA. 2005. A vida da piramutaba e da dourada. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. PROVARZEA – IBAMA. Brasília. 24p.

Renno J.-F., García-Dávila C., Duponchelle F. & Nuñez J. 2005. Biología de las Poblaciones de peces de la Amazonía y Piscicultura. Comunicaciones del Primer coloquio de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica, Iquitos, Perú. 259p.

Rochet, M.-J. & V. M. Trenkel. 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposals Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 86-99.

Rodríguez, C. A. 1991. Bagres, malleros y cuerderos en el bajo río Caquetá (Amazonia colombiana). Commercial fisheries in the Lower Caquetá River. Estudios de la Amazonia colombiana. Vol. 2. Programa Tropenbos Colombia. 152 pp.

Rodríguez, C. A. 2010a. Pesca de consumo. Serie: monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia Colombiana. Fundación Tropenbos Internacional Colombia. Vol. 3. 55p

Rodríguez, C. A. 2010b. Pesca comercial. Serie: monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia Colombiana. Fundación Tropenbos Internacional Colombia. Vol. 4. 51p.

Ruffino M.L. & V. J. Isaac. 2000. Ciclo de vida e parâmetros biológicos de algumas espécies de peixes da Amazônia brasileira. In: IBAMA. Recursos Pesqueiros do médio Amazonas: biologia e estadística pesqueira. Edições IBAMA (Brasília - DF) pp11-3

Ruiz, F. 1981. Reconocimiento y evaluación de la actividad pesquera en el corregimiento de La Pedrera. Corporación Araracuara. Bogotá. 93 pp.

Ruiz, O. L. 1994. 1994. Algunos aspectos de la biología de cinco especies ícticas (*Prochilodus nigricans*, *Mylossoma duriventris*, *Brycon cf. melanopterus*, *Schizodon fasciatus*, *Pterygoplichthys punctatus*) y caracterización básica del mercado pesquero de Leticia. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA. Bogotá. 122 p

Ryder, R. A., S. R. Kerr, W. W. Taylor & P.A. Larkin. 1981. Community consequences of fish stock diversity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 38: 1856 - 1866.

Salazar, C. A.; L. E. Acosta, E. Agudelo, A. Mazorra, J.C. Alonso, M. Nuñez - Avellaneda y L. A. Moya. 2006. El área de integración fronteriza colombo – peruana sobre el río Putumayo. Pp 13 - 29. *En: Agudelo, E.; Alonso, J. C. y Moya, L. A (Eds). Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Instituto Nacional de Desarrollo INADE. Bogotá.*

Salinas, Y. 1994. Aspectos de la biología pesquera de las poblaciones de los grandes bagres (Ostariophysi: Siluriformes, Pimelodidae) en el sector colombiano del Río Amazonas. Tesis Lic. Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá. 160 p.

Salinas, Y. y E. Agudelo. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. Instituto amazónico de investigaciones científicas Sinchi. Bogotá. 140p.

Salinas, Y., C. L. Sánchez, N. R. Anzola, M. E. Arteaga, E. Agudelo y O.J. Rodríguez. 1999. Dinámica histórica de la ictiofauna destinada al comercio en la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Documento inédito. Leticia. 17 pp.

Sadovy, Y. 2001. The threat of fishing to highly fecund fishes. *Journal of Fish Biology*, 59: 90-108.

Sánchez, C.L., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G. y C.A. Bonilla-Castillo. 2010. *Zungaro zungaro* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 533-536. *En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos*

Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Santos Filho, L. & V. Batista. 2009. Dinamica populacional da matrinxã *Brycon amazonicus* (Characidae) na amazonia central. *Zoologia* (26): 195-203

Silva Junior, U. 1998. Análise da produção pesqueira em um lago de varzea do baixo Amazonas através de um modelo de balanço de massas. Tesis Maestría. Universidade do Amazonas – INPA. Manaus. 73p.

Simpfendorfer, C. A., R. Bonfil & R. J. Latour. 2005. Mortality estimation. In: Musick, J. A. & R. Bonfil (Eds). *Management techniques for elasmobranch fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper 474. FAO, Rome.

SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. 2001. Agenda 21. Amazonia Colombiana, La Amazonia de Hoy. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.

SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. 2003. Diseño de la línea base de información ambiental sobre los recursos naturales y el medio ambiente en la Amazonia colombiana. Bases Conceptuales y metodológicas. Bogotá.

Sirén, A. 2011. El consumo de pescado y fauna acuática silvestre en la Amazonía ecuatoriana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. COPESCAL, Documento Ocasional No 12. 34p.

Sparre, P. & S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. FAO Manual. Documento Técnico de Pesca No. 306, FAO, Roma.

Taylor, C. C. 1958. Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 23: 366-370.

Sparre, P. & Venema. S. C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO, documento técnico de pesca No. 306. Chile. 420 p.

Steindachner, F. 1876. Ichthyologische Beiträge, IV. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch - Naturwissenschaftlichen Classe, Wien, Abt. 1, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie, 72: 551-616.

Taylor, N. G., C. J. Walters & S. J. D. Martell. 2005. A new likelihood for simultaneously estimating von Bertalanffy growth parameters, gear selectivity, and natural and fishing mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 215- 223.

Trenkel, V. M. & M.-J. Rochet. 2003. Performance of indicators derived from abundance estimates for detecting the impact of fishing on a fish community Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 67-85.

Valderrama, M. 1982. Algunos aspectos pesqueros del subsistema Amazonas perteneciente a la cuenca amazónica colombiana. INDERENA. Bogotá. 92 p.

Valderrama, M. 1988. Diagnóstico de la pesca en el área colombiana del eje Tabatinga - Apaporis. INDERENA. Bogotá.

Valderrama, M., M. Estrada, I. C. Beltrán & F. Díaz. 1993. Ordenación y desarrollo de la pesca y la acuicultura en la amazonia colombiana y presentación de una propuesta de reglamentación. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Santafé de Bogotá. 19 p

Van der Hammen, M. C. 1992. El manejo del mundo. Naturaleza y sociedad entre los Yucuna de la Amazonia colombiana. Estudios de la Amazonia colombiana. Vol IV. Programa Tropenbos Colombia. Bogotá, 376 p.

Vari, R.P. & Malabarba, L. R. 1998. Neotropical Ichthyology: An Overview. pp. 1-11. In: Malabarba, L. R., Reis, R.E., Vari, R.P., Lucena, Z.M.S. and Lucena C.A.S. (Eds.). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

Vazzoler, A. E. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução y crecimiento. CNPq. Brasilia, Brasil. 108p.

Vazzoler, A. E. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos : teoria e prática. EDUEM - Sociedade Brasileira de Ictiologia - CNPq - Nupelia. Maringá.. 169p.

Vazzoler, A. D. M., Suzuki, H. I., Marques, E. E., & Lizama, M. de Los AP. 1997. Primeira maturacao gonadal, periodos e areas de reproducao. Pp: 249-265. En: Vazzoler, A. D., Agostinho, A.A. & N.S. Haha. A Planicie de Inundação do Alto Rio Parana: Aspectos Fisicos, Biologicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringa, Brazil. 460p.

Vetter, E. F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. Fishery Bulletin 86:25-43.

Walschburger, T., Monje, C. & D. Muñoz. 1990. Importancia de los bosques inundables para el recurso pesquero en la Amazonia colombiana. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá. 312 p

Winemiller, K. O. 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 872-885.

Winemiller, K. O. & K. A. Rose, 1992. Patterns of life history diversification in north American fishes: implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 2196-2218.

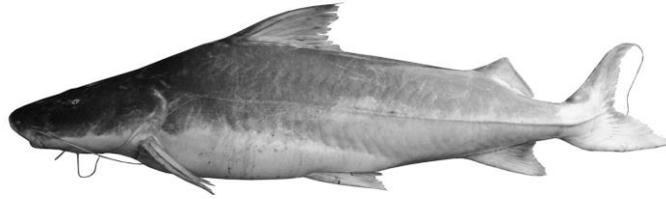
Zamora, A. M. 2001. Composición y distribución de los peces utilizados para autoconsumo en la comunidad indígena de Mocagua en el PNN – Amacayacu. Tesis Biología. Universidad de Los Andes. Bogotá. 135p

Zimmermann, F., Steinshamn, S.I. & M. Heinno. 2011. Optimal harvest feedback rule accounting for the fishing-up effect and size-dependent pricing. *Natural Resource Modeling*. Vol 24, No. 3. Pp: 365-382

Zivkov, M. T., T. A. Trichkova & G. N. Raikova-Petrova. 1999. Biological reasons for the unsuitability of growth parameters and indices for comparing fish growth. *Environmental Biology of Fishes*, 54: 67-76

**ANEXO 1. PRINCIPALES ESPECIES COMERCIALES DE LA
FAMILIA PIMELODIDAE**

1. LECHERO *Brachyplatystoma filamentosum*⁴



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: *filamentosum*

Sinonimias: *Pimelodes filamentosus* Lichtenstein, 1819

Platystoma affine Valenciennes, 1840

Platystoma gigas Günther, 1872

Piratinga pirá-aiba Goleddi, 1868

Brachyplatystoma goeldii Eigenmann y Bean, 1907

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie se conoce popularmente como lechero o plumita en el Caquetá, lechero en áreas del río Putumayo y Amazonas. En Brasil se le denomina Piraiba, Filhote Brasil; Saltón en Perú y Laulau ó Valentón en la cuenca del Orinoco (Salinas & Agudelo, 2000; Ajiaco *et al*, 2002; Reis *et al*, 2003; Barbarino y Taphorn, 1995).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrada en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de la especie se caracteriza por presentar un diseño cromático uniforme con el área dorsal oscura y la ventral clara. El cuerpo es alargado y cilíndrico; la maxila se proyecta levemente sobre la mandíbula, lo que deja a la boca en posición subinferior; los barbillones maxilares son teretiformes, pueden alcanzar hasta 2/3 partes del cuerpo, el segundo par de barbillones mentonianos sobrepasa levemente el extremo de las aletas pectorales; el proceso

⁴ Documento editado y publicado como: Agudelo, E., Gil-Manrique, B. D., Acosta-Santos, A.A., Gómez, G.A. y C. A. Bonilla-Castillo. 2011. *Brachyplatystoma filamentosum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 388-392. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usmá, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

occipital es más largo que ancho, la fontanela es alargada y elíptica; la aleta caudal es bifurcada con los lóbulos del mismo tamaño; opérculo cuadrangular; las espinas de las aletas dorsal y pectoral no están cubiertas por piel; aleta adiposa sin radios, la longitud de la base de la aleta adiposa es igual a la de la aleta anal. Como caracteres distintivos de la especie están la línea lateral conspicua y el origen de las aletas adiposa y anal, los cuales se localizan a la misma altura del cuerpo; radios de la dorsal 17; radios de la pectoral 17 (Castro, 1986; Ferreira *et al*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; Lundberg y Akama, 2005; García y Calderón, 2006).

Talla y peso. En la cuenca de la Amazonía *Brachyplatystoma filamentosum* es considerado el bagre de mayor tamaño de Suramérica y la segunda especie en tamaño, después del pirarucú (*Arapaima gigas*) alcanzando tallas hasta de 3 m y 200 kg de peso. Barthem y Goulding (1997), el máximo tamaño conocido para la especie es de 280 cm. Para la década del 90 se tienen reportes de la siguiente manera: en el río Caquetá 193 cm de longitud estándar y un peso de 124 kg en Araracuara, mientras en La Pedrera se registró 195 cm y 110.5 kg; 157 cm y 57.8 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 160cm y 72 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 210 cm y 120 kg en El Estrecho (río Putumayo) y de 180 cm de longitud estándar con 106 kg en peso en Leticia. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,050 * LS^{2.71}$ para el bajo río Caquetá (Muñoz, 1996), para Araracuara fue $Wt = 0,00301 * LS^{2.4}$ para hembras de lechero (Gómez 1996), en La Pedrera fue $Wt = 0,000016 * LS^{2.99}$ para hembras de lechero (Agudelo 1994); en el río Amazonas en la zona de Leticia se tiene una relación de $Wt = 0,0000737 * LS^{3.15}$.

Distribución geográfica. En Colombia esta especie se registra en el río Amazonas, río Caquetá, río Apaporis y río Putumayo. A nivel mundial la especie se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Surinam en sus recorridos por países como Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana francesa, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela (Castro, 1986; Salinas & Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al*, 2006; Ortega *et al*, 2006).

Alimentación. Según revisiones de contenidos estomacales esta especie se considera mayormente piscívora, basa su dieta en el consumo variado de peces de escama como bocachico (*Prochilodus* sp.), sardinas (*Astyanax* sp.), sábalo (*Brycon* sp.), sabaleta (*Brycon* sp.), pez perro (*Raphiodon vulpinus*), arenca (*Triportheus alburnus*), simí (*Calophysus* sp.), curvinata (*Plagioscion* sp.), omimas (*Leporinus* sp.), nicuro (*Pimelodus* sp.), brazo de reina (*Hemisorubim platyrhynchos*), mapará (*Hypophthalmus edentatus*), saltones (*Anodus* sp), bacú (*Oxydoras* sp.). Aunque se han encontrado restos de reptiles y crustáceos (Muñoz-Sosa 1996, Agudelo *et al*. 2000; Santos *et al*, 2006).

Edad y crecimiento. Muñoz-Sosa (1996), estimó los parámetros de crecimiento de la especie para el río Caquetá mediante lecturas de anillos de crecimiento. Igualmente, el Instituto SINCHI, ha calculado los parámetros de la especie a partir del análisis de longitudes, como se presenta en el siguiente cuadro, junto con otros resultados de la Amazonia:

Estructura	L_{∞}	K	t_0	Fuente	Lugar
Espinas	221	0.11	0.80	Muñoz-Sosa, D. (1996)	Bajo río Caquetá, Colombia
Otolitos	221	0.10	0.61	Muñoz-Sosa, D. (1996)	Bajo río Caquetá, Colombia
Longitudes Estándar	209,8	0,21	-0,47	Instituto SINCHI 2010 (Agudelo y Gil - Manrique)	Alto río Amazonas, Colombia

Reproducción. Esta especie ha sincronizado sus desoves una vez finaliza el período de aguas altas y se transita a las aguas en descenso. Presenta dimorfismo sexual en tamaño, siendo las hembras más grandes y pesadas que los machos. Según Petrere *et al.* (2004), no necesariamente desovan en las cabeceras de los ríos andinos, pues se han encontrado individuos ovados en el estuario del Amazonas.

Para la cuenca del Caquetá la talla media de madurez sexual es muy alta, estimada en 139 - 161 cm de longitud estándar (Castro & Santamaría 1993, Agudelo 1994, Gómez 1996, Agudelo *et al.* 2000), para el río Amazonas se estimó en 155 cm (Salinas 1994). La longitud permitida de captura es de 100 cm, que según la curva de crecimiento ajustada por Muñoz – Sosa (1996) equivaldría a peces de 6 años de edad.

Migraciones. Como la mayoría de las especies de bagres migra río arriba, durante el periodo de aguas en descenso. Pero se estima que este comportamiento no está ligado necesariamente con la época de reproducción ya que en Manaus y Colombia se han colectado especímenes que no presentan un estado avanzado de maduración gonadal (Santos *et al.*, 2006).

Hábitat: Los individuos de esta especie habitan en canales de los grandes ríos blancos, incluyendo los tributarios de aguas claras, negras y fangosas; también son frecuentes en zonas estuarinas del Amazonas, prefieren ocupar las zonas profundas. Los juveniles se encuentran tanto en ciénagas como en los canales centrales de los ríos (Rodríguez 1991, Barthem y Goulding 1997, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al.* 2000; Santos *et al.*, 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. Los grandes lecheros reportados en las capturas colombianas han sido extraídos utilizando cordeles y anzuelos gruesos e incluso, se atrapan con arpón como sucede comúnmente en el río Caquetá. Pero la especie puede también ser capturada con redes de deriva flotantes u honderas, apresando individuos de menor tamaño (Castro, 1986; Rodríguez 1991, Salinas 1994, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al*, 2000).

Desembarques. El lechero ha sido una de las especies más importantes en la dinámica pesquera de la región amazónica en décadas anteriores, sin embargo, la evolución de los desembarques de los últimos años indican que la especie no soportó más el esfuerzo pesquero y declinó su participación. Mientras que para las décadas del 70 y 80 representaba junto con el dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), el 94% del total de peces desembarcados en el puerto de Leticia, la especie inició la década del 90 representando sólo el 32% del desembarque (1801 toneladas) y en la actualidad, ha disminuido a menos del 5% sobre el aporte total. Para el río Caquetá, la especie fue responsable de un 22% de la captura para 1984 (Rodríguez, 1991) y en un 40% del desembarco en los años 92 y 93 (Muñoz-Sosa, 1996). Probablemente, el esfuerzo continuo aplicado sobre esta especie mediante la utilización de redes agalleras ha conducido a una sobrepesca por crecimiento, que claramente se refleja en la disminución de los volúmenes de captura (Petrere *et al*. 2004, Agudelo 2007).

Se puede comentar que para la década presente el desembarco en Leticia gira en torno de 283 toneladas anuales, mientras que en la década del 90 el promedio rondaba por las 640 toneladas anuales. Según registros de la CCI (2010), es el último trimestre del año donde se dan los mayores desembarcos de la especie en el puerto de Leticia (Figura 1). Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) refieren que la especie se tornó rara en las capturas y no alcanza el 0.01% de la movilización por Leguizamo con tan solo 240 kg reportados en 2009.

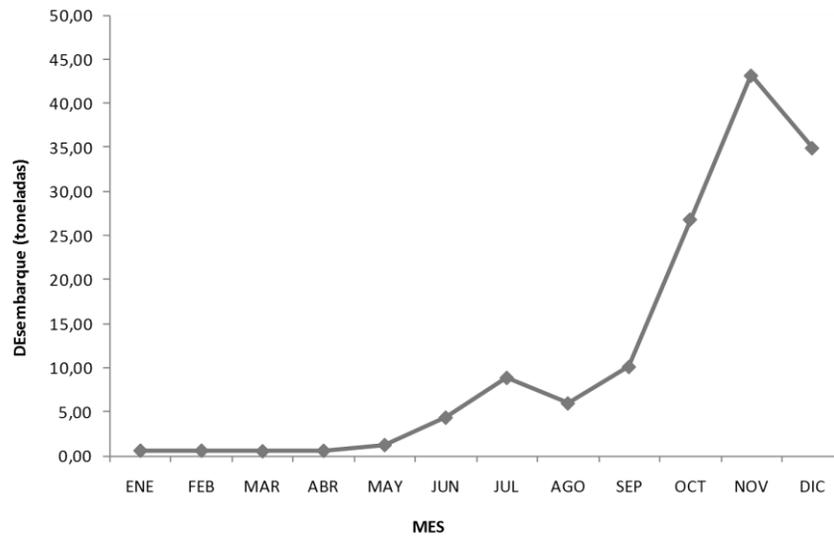


Figura 1. Comportamiento de los desembarcos de *B. filamentosum* en Leticia en el año 2009 (Fuente: MADR-CCI 2010).

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación alarmante para la especie, dado el alto impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, se pasó de un impacto negativo medio (inferior al 50%) de los animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a una preocupante ausencia de la especie en los desembarcos de puerto Leguízamo a corte de 2009. Mientras que en el río Amazonas se presentó una leve recuperación de la especie de un estado negativamente alto (superior al 50% pero inferior al 75%) a uno negativamente medio en 2004 con 37% de los individuos capturados por debajo de la talla reglamentaria (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007).. Pero en la tercera actualización de este indicador (período 2007 – 2008), los pocos registros de peces capturados en el área de Leticia presentan un alarmante 54% de animales pescado por debajo de la talla reglamentaria

Procesamiento y mercadeo. En el río Amazonas, Putumayo y Caquetá, los especímenes se comercializan eviscerados, sin cabeza y en su mayoría frescos, no existe adición de valor por fileteo o tajado de los peces. Para Leticia, cuando provienen de sitios alejados llegan congelados a puerto al ser transportados en embarcaciones dentro de cuartos fríos, pero sí proviene de lugares cercanos

se transportan en neveras de poliestireno expandido (icopor) acompañado con hielo. En sectores del río Putumayo carentes de fluido eléctrico, se salan los peces y se intercambian o venden seco – salados a tiendas móviles que surcan el río. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo se comercializa hacia Florencia y Puerto Asís vía fluvial. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. A través del acuerdo 75 de 1989 se estableció que la talla mínima en las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas es de 110 cm de longitud estándar.

Observaciones adicionales. Esta especie es muy apreciada en las pesquerías comerciales gracias a su gran tamaño, lo que la convierte en una especie sobre explotada, esto sumado a la captura de individuos por debajo de la talla de la primera maduración sexual (100 cm de longitud estándar y entre 5 y 12 kg) disminuye el potencial reproductivo de la especie (Ajiaco *et al.* 2002, Petreire *et al.* 2004). Igualmente, cabe comentar que muy seguramente, la especie se ha comercializado indistintamente junto a *Brachyplatystoma capapretum*. Aunque las dos especies son muy parecidas, la segunda se puede identificar por investigadores, pescadores y vendedores por su dentición premaxilar, el fuerte color gris ceniza de los adultos, el tamaño de los bigotes maxilares (solo hasta la base de la aleta dorsal) y la forma de la aleta caudal (Lundberg & Akama, 2005)

Referencia de identificación. Castro, 1986; Ferreira *et al.*, 1998; Lundberg y Akama, 2005; García y Calderón, 2006.

2. CAMISETO *Brachyplatystoma juruense*⁵



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: vaillantii

Sinonimias: *Platystoma juruense* Boulenger, 1898

Ginesia cunaguaro Fernández-Yépez, 1951

Nombre común y/o indígena: Esta especie es conocida como apuy en el Guaviare; en el Amazonas como manta negra, camisa rayada, camiseta, zebra, baboso rayado; siete babas en el Putumayo y en otras regiones de Colombia como rayado; zúngaro alianza en Perú; cuanaguaro y bagre manta en la Amazonía venezolana y en Brasil, flamenco, camiseta y jundiá (Santos *et al.* 1984; Ferreira *et al.* 1998; Salinas y Agudelo 2000; Silvano *et al.* 2001; Ajiaco *et al.* 2002; Reis *et al.* 2003; Galvis *et al.* 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrado en la categoría “Vulnerable” (V); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices de CITES.

Caracteres distintivos: Individuos con el cuerpo cilíndrico, surcado por ocho o nueve bandas oscuras transversales; con la cabeza deprimida, cubierta por una capa fina de piel, sin rugosidades; los ojos son pequeños y se ubican en posición lateroventral; el maxilar superior es levemente más largo que el inferior lo que deja a la boca en posición anteroinferior; barbillas teretiformes; dientes maxilares villiformes ubicados sobre el vomer y el palatino; opérculo de forma triangular; la aleta

⁵ Documento editado y publicado como:

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Ajiaco, R.E. y H. Ramírez. *Brachyplatystoma juruense* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 397-400. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

caudal es ahorquillada, ambos lóbulos se proyectan en filamentos largos; el origen de las aletas pélvicas está por debajo de la terminación de la aleta dorsal; la longitud de la base de la aleta adiposa es similar la de la anal; aleta dorsal l6, aleta pectoral l10, aleta anal 14; rastrillos branquiales 14; vértebras 56-58 (Castro, 1986; Salinas y Agudelo 2000; Lundberg y Akama, 2005).

Talla y peso: Para la década del 90 se reportó en la Amazonía colombiana una longitud de 60 cm de longitud estándar con peso de 7 kg (Salinas y Agudelo 2000). Para la presente década en el río Putumayo, el Instituto SINCHI ha encontrado animales de hasta 80 cm en Amazonas y Putumayo. Registra animales de 68 cm con 5.7 kg de peso para en los desembarcos de Puerto Leguizamo y de 68 cm con 7 kg para los desembarcos de Leticia. Barthem y Goulding (1997) reportaron 60 cm como la máxima longitud conocida para la especie en la Amazonia.

Para el 2009 en el río Putumayo, la relación longitud estándar y peso total se expresa como $Wt=0.000007 * LS^{3.156}$ ($R^2=0.749$) y la talla media de captura estimada en 55 cm LE, cifra aceptable debido a que se encuentra por encima de la talla media reglamentaria (50cm-LS). De tal suerte, solo el 19% de los peces capturados se hallaron por debajo de la normativa (Figura 2).

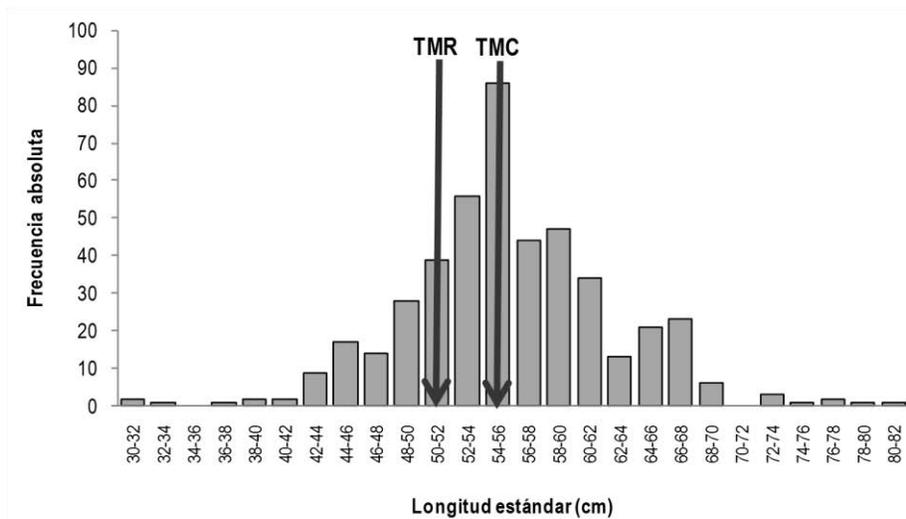


Figura 2. Distribución de frecuencias de las longitudes de captura de *B. juruense* en el río Putumayo, presentando la talla media – TMC estimada y la talla reglamentaria – TMR..

Distribución geográfica: En Amazonia colombiana la especie tiene amplia distribución en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. Es una especie de América del Sur y abarca países como Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador (Castro 1994; Salinas y Agudelo 2000; Ajiaco *et al.* 2002; Reis *et al.* 2003; Maldonado-Ocampo *et al.* 2006; Ortega *et al.* 2006).

Alimentación: Los individuos de esta especie son considerados piscívoros, se alimentan principalmente de peces de tallas menores como *Prochilodus* sp, *Pimelodus* sp, *Potamorhina* sp, *Anodus* sp, *Astyanas* sp; complementan su dieta con el consumo de hojas y residuos vegetales; en revisiones de contenidos estomacales de especímenes juveniles se ha observado canibalismo (Salinas 1997 en Salinas y Agudelo 2000; Ajiaco *et al* 2002; Santos *et al* 2006).

Edad y crecimiento: Para Amazonia colombiana son muy pocos los aportes o trabajos desarrollados que definan aspectos de la dinámica poblacional de la especie. Los elementos más significativos son los definidos para la cuenca del Putumayo donde se establece que una longitud asintótica (L_{∞}) de 93.5 cm con un coeficiente de crecimiento (K) de 0.28

Reproducción. Esta especie ovípara, no presenta dimorfismo sexual, pero las machos son de menor tamaño que las hembras quienes además en estado de maduración presentan el abdomen abultado; en el sector de la Amazonía colombiana la época de postura corresponde al período de aguas en descenso (Agudelo *et al.* 2000). En Brasil según un estudio realizado en un sector del río Madre de Dios por Rojas *et al.* 2007, los juveniles se encuentran entre los meses de noviembre y diciembre.

Migraciones: La especie es migratoria (Castro 1994).

Hábitat: Los individuos de esta especie prefieren las zonas de aguas profundas de los canales principales de los ríos y en gramalotes del río Amazonas; es más común en aguas blancas con sedimentos (Salinas y Agudelo 2000; Galvis *et al.* 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. Entre los métodos de pesca para esta especie se tienen redes, cordel de mano y anzuelos sencillos ó en espinel (Salinas y Agudelo 2000). Para el sector del río Amazonas colombiano, la captura se lleva a cabo con mallas rodadas con un ojo de malla de 3 pulgadas, 3 metros en altura de red y una longitud de 50 a 80 metros. Para los río Putumayo y Caquetá es frecuente la pesca de este siluriforme mediante los calandrios (cordel con anzuelo ubicados cada uno a una distancia de 3 metros). Se constumbre capturar este bagre mediante carnadas vivas de juveniles de *Prochilodus* sp o curimátidos.

Desembarques. Aunque la especie ha sido tradicionalmente utilizada en la comercialización de productos pesqueros, siempre se ha hecho en conjunto con *Brachyplatystoma tigrinus* y otros bagres pequeños, de tal suerte que los promedios históricos del grupo para el río Amazonas gira en torno de las 200 toneladas. De manera parecida funciona el comercio en el río Caquetá y río Putumayo, y

para este último caso Castro (1994) reportaba 11.7 toneladas movilizadas por Leguízamo. El único registro de desembarco en Leticia, que se tiene de la especie corresponde al año 2009 con 14,8 t (MADR-CCI 2010), encontrando que el 99% de ese pescado es capturado en Brasil.

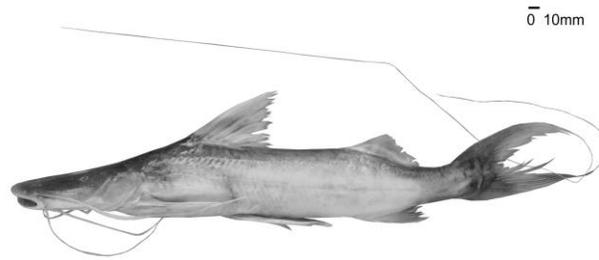
Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el sistema nacional ambiental, muestra para el río Putumayo pocos problemas por la extracción de la especie. En tal sentido, menos del 20% de los individuos se capturan por debajo de su talla. Para el río Amazonas la situación es distinta, pasando del 20 al 40% de afectación, con peces por debajo de la longitud permitida (Nuñez-Avellaneda *et al.* 2007)

Procesamiento y mercadeo. Esta especie es comercializada en fresco eviscerado y con cabeza hasta los 4 kilogramos, siendo calificado de segunda o cacharro. Una vez el siluriforme supera este peso, es valorado de primera calidad y con mayor valor económico. En los mercados populares de Leticia y Leguízamo este bagre es comercializado frecuentemente junto con otra especie el cual tiene una apariencia morfológica similar como es el caso del bagre cebra (*B. tigrinum*). El producto pesquero desembarcado en Leticia es comercializado hacia la ciudad de Bogotá. Para el sector de la cuenca alta del río Putumayo, este recurso es comercializado hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís por vía fluvial, pero en algunas oportunidades se transporta vía terrestre hasta la ciudad de Neiva.

Normativa. No existen normas específicas de manejo para esta *B. juruense*, para el caso de los bagres amazónicos el Acuerdo No. 0015 del 25 de febrero de 1987 generado por INDERENA definió tallas de captura para algunas especies, no incluyendo a *B. juruense*.

Referencia de identificación. Castro, 1986 Ferreira *et al.*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006

3. BABOSO *Brachyplatystoma platynemum*⁶



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: *platynemum*

Sinonimias: *Goslinia platynema* Boulenger, 1898.

Taenionema steerei Eigemann y Bean, 1970.

Nombre común y/o indígena: En la Amazonia colombiana es conocido popularmente como baboso, flmoso y saliboro; para la amazonia brasileña es llamado barba chata ó xeréu y mota flemosa en el Perú (Galvis *et al.* 2006; Salinas y Agudelo 2000, Santos *et al.* 1984).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrado en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN además, no hace parte en los apéndices de CITES.

Caracteres distintivos. Individuos con el cuerpo comprimido dorsoventralmente; la cabeza muy deprimida; la boca se encuentra en posición subinferior, con el maxilar superior proyectado levemente sobre el inferior; ojos pequeños, ubicados en la parte superior de la cabeza; el proceso occipital es más largo que ancho y no se une con la placa predorsal; los barbicelos maxilares y mentonianos son a manera de cintas aplanadas, cuya extensión no alcanza las aletas pélvicas; la aleta caudal es ahorquillada y sus lóbulos se continúan en filamentos; aleta dorsal I6; aleta pectoral I10; aleta anal 13; rastrillos branquiales 12.

⁶ Documento editado y publicado como:

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Ajiaco, R.E. y H. Ramírez. *Brachyplatystoma platynemum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 404-408. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Talla y peso. Para el río Amazonas colombiano la talla media de captura (TMC) es de 83 ± 16 cm Ls. En la cuenca del río Caquetá (La Pedrera) Salinas y Agudelo (2000) reportaron una longitud máxima de 150 cm Ls y un peso de 5 kg. Para el sector de la cuenca alta del río Putumayo, la longitud promedio es de 66.7 ± 10.74 cm Ls, en los machos puede llegar hasta 59.9 ± 7.35 cm Ls y en hembras hasta 72.2 ± 12.49 cm Ls. El rango de tallas para machos se registro entre 35 y 88 cm Ls, en hembras entre 30 y 93 cm Ls y para ambos sexos entre 29 y 100 cm Ls.

En la Figura 3, se presenta la distribución de tallas total y por sexo del bagre baboso; en esta se observan dos modas una entre los intervalos 29 cm hasta 71 cm y otra entre 71 y 101cm, correspondiendo la primera a los machos y la segunda a las hembras.

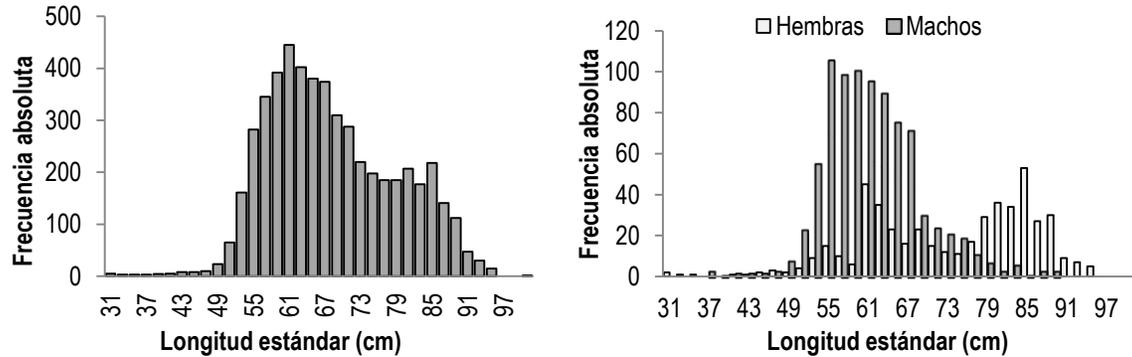


Figura 3. Distribución de frecuencias total y por sexos en el bagre baboso (*B. platynemum*) en la parte alta del río Putumayo, sector Puerto Leguízamo (Fuente Bonilla-Castillo, *et al.* 2009).

A partir de una muestra de 5,252 individuos, la relación longitud estándar y peso para los dos sexos se expresa como $W=5E-06Ls^{3.1816}$ con un r^2 de 0.9034; para los machos como $W=8E-06Ls^{3.035}$ con un r^2 de 0,8543 y para las hembras como $W=2E-07Ls^{3.813}$ con un r^2 de 0.8345 (Bonilla-Castillo *et al.*, 2009).

En el año 2009, los reportes indican desembarcos de ejemplares con tallas entre 40 y 80 cm Ls, con talla media de captura de 60 cm Ls.

Distribución geográfica. Para Colombia se reporta en los ríos Putumayo, Guayabero, Guaviare, Meta, Metica, Amazonas y cuenca media del río Caquetá. Su distribución se restringe para América del Sur sobre las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco que incluyen los países de Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Reis *et al.* 2003).

Alimentación. La especie es piscívora (Salinas y Agudelo 2000)

Edad y crecimiento. Los parámetros de crecimiento estimados en la cuenca alta del río Putumayo a partir de registros diarios en centros de acopio y expendios de pescado de la ciudad de Leguízamo desde 1995 a 1997 y entre 2001 a 2009 fueron los siguientes: Longitud asintótica (L_{∞} : 105 cm Ls) para toda la población, para los machos con 92,4 cm Ls y 97.9 cm Ls para las hembras, coeficiente de crecimiento (k) 0.26 año⁻¹ para toda la muestra, 0.24 año⁻¹ en machos y 0.2 año⁻¹ para las hembras. La edad de primera madurez en los machos se estimó en 2.4 años y en hembras en 2.3 años. La tasa de mortalidad natural M se calculó en 0.503 (Bonilla-Castillo *et al.*, 2009).

Reproducción. No existe dimorfismo sexual, pero los machos son de menor tamaño que las hembras quienes además en estado de maduración presentan el abdomen abultado. Se tiene conocimiento que esta especie se reproduce en las cabeceras de los ríos amazónicos y se cree que posee desove total. Para el sector de la cuenca alta del río Putumayo, la época de postura corresponde a los meses de julio y agosto, durante el período de aguas en descenso. La proporción sexual en los registros de desembarques fueron de 64% machos y 36% hembras (Agudelo *et al.* 2000). Para el río Amazonas, la época de reproducción es durante el período de aguas altas (Santos *et al.* 2006); se reporta en el sector de Leticia, aguas superficiales de la laguna Yahuaraca, la captura de juveniles en aguas superficiales (Galvis *et al.* 2006).

Para la cuenca del río Caquetá en el sector de la Pedrera, se registró el mayor número de hembras maduras durante los meses de mayo a julio con una mayor frecuencia en el mes de junio durante la fase de aguas altas; y en Aracuara de julio a octubre, durante las aguas en descenso con una mayor ocurrencia en julio. Para el río Caquetá, en la Pedrera, la talla de madurez gonadal L_{50} se estimó en 87 cm Ls en la Pedrera y 85 cm en Aracuara, valores que están alejados de la talla mínima legal en más de 15 cm). En el río Putumayo la L_{50} fue de 83 cm Ls. (Agudelo *et al.* 2000).

Migraciones. Se ha identificado que *B. platynemum* en el sector de Leticia, se desplaza agua arriba durante el mes de enero con fines reproductivo; así mismo, se ha registrado que en la cuenca del río Putumayo estas migraciones se presentan en los meses de julio y agosto. Se ha observado este siluriforme acompañado de otros bagres, persiguiendo las migraciones de cardúmenes de characiformes con fines alimenticios.

Hábitat: Este pez se encuentran en los canales principales de los ríos, lagunas de aguas blancas y en algunos estuarios de aguas dulces (Barthem y Goulding 1997; Salinas y Agudelo 2000); es muy poco frecuente encontrarlos en aguas negras (Galvis *et al.* 2007).

Aspectos pesqueros

Método de captura. El método de pesca para esta especie se encuentra determinada por las características fisiográficas del cuerpo de agua y el período hidrológico. En el caso del río Amazonas colombiano, por sus dimensiones y gran profundidad se emplea la malla rodada y hondera; situación muy diferentes lo sucedido para la cuenca del río Putumayo donde se usa cuerdas con anzuelos o calandrios por la baja profundidad del río y la gran cantidad del arboles sumergidos en el lecho.

Desembarques. En las pesquerías de la amazonia colombiana, el bagre baboso ocupa un lugar importante. En el puerto de Leticia esta especie hace parte de las cinco especies más comercializadas hacia el interior del país, con desembarcos que han variado entre 245 y 345 toneladas entre los años 2006 y 2009, teniendo que el 99% de este producto proviene de territorio brasilero, como se anota en el siguiente cuadro:

Año	2006	2007	2008	2009
Leticia	285,5	245,87	345,61	310,5

Fuente: Años 2006 a 2008 cifras de movilizaciones (INCODER 2006, ICA 2007 y 2008); año 2009 registros de desembarcos (MADR-CCI 2010).

Los mayores desembarcos se presentan en los meses de octubre, noviembre y diciembre, que corresponden a la temporada de aguas subiendo en esta parte del río Amazonas. La dinámica de los desembarcos en la cuenca alta del río Putumayo (Figura 4), es diferente, encontrando en el año 2008 que el máximo desembarque con aproximadamente 3.5 toneladas se presentó durante el período de aguas en el mes de abril, correspondiente al período de aguas en ascenso; se observan otros dos picos en los meses de julio y agosto (período de aguas en descenso), coincidentes con la época de reproducción de la especie en ese río.

Tradicionalmente esta especie ha sido utilizada en la comercialización extra regional, de tal suerte que para el río Caquetá en el sector de Aracuará constituye el 1% de los desembarcos (1.2 toneladas), en la Pedrera el 3% (5.5 toneladas), para Leticia 9% (788.6 ton); mientras que en el sector de la cuenca alta del río Putumayo ha constituido el primer lugar en los desembarques con 25%, con 25 toneladas Agudelo *et al.* 2000).

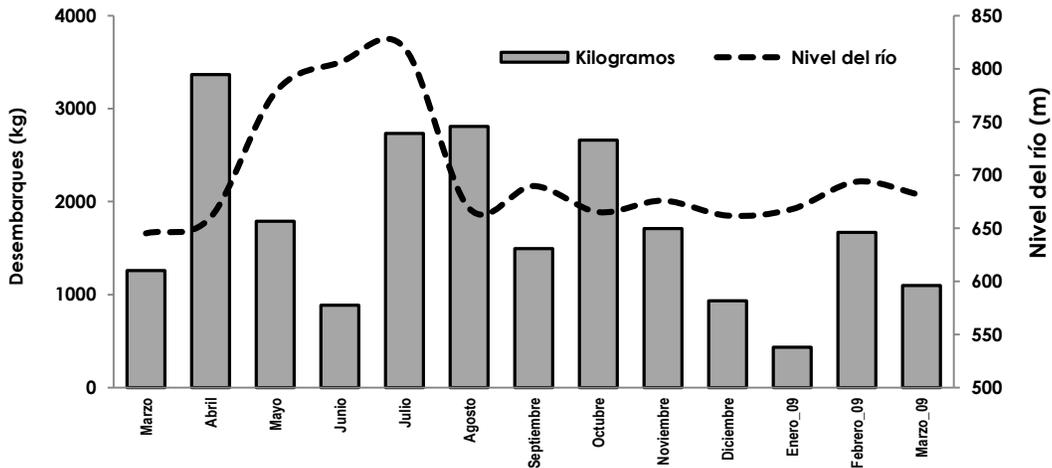


Figura 4. Distribución mensual de los desembarques entre los meses de marzo de 2008 a marzo de 2009 y su relación con el nivel del río en la ciudad de Leguízamo (Putumayo) (Fuente: Instituto SINCHI, 2009).

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el sistema nacional ambiental, muestra que para el río Putumayo, se ha dado un incremento en la presión negativa hacia la especie respecto a la década pasada. En tal sentido, se afirma que los babosos capturados que están por debajo de la longitud permitida pasaron de un 50 a un 60%. La misma situación ocurrió con la especie para el río el Amazonas pasando de un 38% a 60% los peces por debajo de la longitud permitida (Nuñez-Avellaneda *et al.* 2007)

Procesamiento y mercadeo. La especie es comercializada de forma eviscerada, cuando el individuo supera los 3 kilogramos es ofrecido sin cabeza, en estado fresco o enhielado. En algunas oportunidades es conservado en seco y salmuera por lo alejado de algunas comunidades sobre las cabeceras municipales. Para el sector de Leticia y cuenca alta del río Putumayo, esta especie al igual que otros siluriformes que no superan los 3 kilogramos son llamados “cacharro” por lo cual genera dificultades en los registros de desembarques en los puertos y centros de acopio. Los peces capturados en el trapecio amazónico son comercializados en el puerto de Leticia para posteriormente ser movilizados hasta la ciudad de Bogotá vía aérea y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo es comercializada hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva.

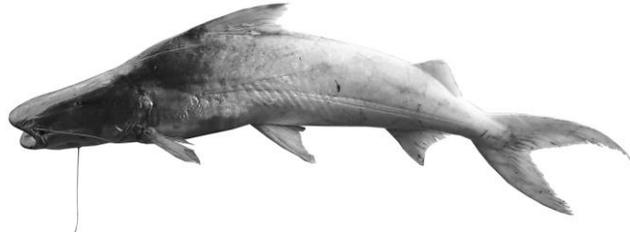
Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Normativa. El Acuerdo 0075 de INDERENA de 1989 (modificado de INDERENA, 1982) determinó que la talla mínima de captura es de 70 cm Ls, en las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas.

Observaciones adicionales. Se considera indispensable la formulación de planes de manejo pesquero para cada uno de los diferentes sectores de las cuencas Caquetá, Putumayo y Amazonas dado a las características propias de las poblaciones.

Referencia de identificación. Lundberg y Akama 2005; Salinas y Agudelo 2000; Castro 1986.

4. DORADO *Brachyplatystoma rousseauxii*⁷



Fotografía: J. Alonso, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: *rousseauxii*

Sinonimias: *Bagrus rousseauxii* Castelnau, 1855

Bagrus goliath Kner, 1858

Brachyplatystoma paraense Steindachner, 1909⁸

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie se conoce popularmente como dorado o plateado en el río Caquetá, Putumayo y Amazonas. En Brasil se le denomina dourada; dorado en Perú, Ecuador y Bolivia, donde también se denomina saltador (Ferreira *et al*, 1998; Salinas & Agudelo, 2000; Ajiaco *et al*, 2002; Reis *et al*, 2003; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrada en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: La característica más importante de la especie es la coloración, el cuerpo es dorado y la cabeza plateada, no presenta manchas distintivas. Estos especímenes tienen el cuerpo alargado y cilíndrico; con la cabeza ancha, fuertemente deprimida hacia el hocico; el proceso post occipital es largo; proceso occipital más largo que ancho; los ojos de tamaño pequeño se ubican en la zona superior de la cabeza, el diámetro está contenido de 5 a 7 veces en la longitud de la

⁷ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Gil-Manrique, B.D., Acosta-Santos, A. & C. A. Bonilla-Castillo. 2010. *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 412-416. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

⁸ Miranda Ribeiro en 1918, denominó erróneamente a *B. rousseauxii* como *B. flavicans* y desde allí varios autores continuaron con esta práctica hasta 2005, cuando se hace la diferenciación de nombres a partir del trabajo realizado por Lundberg y Akama (2005)

misma; opérculo subcuadrangular; la boca está ubicada en posición terminal, la mandíbula y la maxila son del mismo tamaño, los dientes premaxilares interiores son largos y delgados, mientras que los externos son más cortos y fuertes, los dientes vomerianos se encuentran ampliamente separados de los premaxilares, están en contacto con los pterigoideos; los barbillones maxilares son cortos, no se extienden más allá de la cabeza; la base de los barbillones mentonianos se encuentra distante del borde del labio; el origen de las aletas pélvicas está por debajo de la terminación de la dorsal, mientras que el origen de la anal y la adiposa se encuentra casi sobre la misma línea; la longitud de la base de la aleta adiposa es similar a la longitud de la anal; la altura de la adiposa está contenida dos veces en la base de la misma; el pedúnculo caudal es moderadamente comprimido; aleta caudal profundamente horquillada, los lóbulos se proyectan en filamentos; aleta dorsal I 6; aleta anal 19 – 21; vértebras 45 – 47.

Talla y peso. Es uno de los bagres de mayor tamaño de las aguas dulces de Suramérica, con longitudes reportadas de hasta 192 cm (Barthem y Goulding 1997). Para la década del 90 se tienen referencias de la siguiente manera: en el río Caquetá 130 cm y 32 kg de peso entero para Araracuara (se cuenta con un registro de 152 cm de longitud estándar con 39.5 kg de peso eviscerado y sin cabeza), mientras en La Pedrera se registró 131 cm y 39 kg (con un dato de 143 cm de longitud estándar); 119 cm y 26 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 134 cm y 36 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 141 cm y 45 kg en Leticia. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,0069 * LS^{3,18}$ para el bajo río Caquetá (Muñoz, 1996), para Araracuara fue $Wt = 0,00301 * LS^{2,3}$ para hembras de dorado (Gómez 1996) y para La Pedrera fue $Wt = 0,000121 * LS^{2,55}$ en hembras y $Wt = 0,00006 * LS^{2,67}$ en machos (Celis, 1994); mientras que en el río Amazonas en el área de Leticia, se tiene una relación de $Wt = 0,000022 * LS^{2,91}$.

Distribución geográfica. En la Amazonia de Colombia esta especie se registra en el río Amazonas, río Caquetá y río Putumayo. A nivel mundial la especie se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en sus recorridos por países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela y en los ríos principales de la Guyana Francesa (Castro, 1986; Salinas & Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al*, 2006; Ortega *et al*, 2006).

Alimentación. La especie es completamente ictiófaga con una dieta muy variada, captura sus presas a través de toda la columna de agua lo que demuestra que es un predador supremamente activo. Para el Caquetá las presas preferidas de la especie son mapará (*Hypophtalmus* spp.), yaraquí (*Semaprochilodus* spp.), Caloche (*Sternopygus* spp.), omimas (*Leporinus* spp. *Schizodon* spp.), bocachico (*Prochilodus* sp.), simí (*Calophysus macropterus*); otras especies son arenca (*Triporthesus*

spp.), pez perro (*Raphiodon vulpinus*), simí (*Calophysus* sp.), sabaleta (*Brycon* spp.), picalón (*Pimelodus* spp.), brazo de reina (*Hemisorubim platyrhynchos*), saltones (*Anodus* sp), bacú (*Oxydoras* sp.), aunque se han encontrado restos de reptiles y crustáceos (Celis 1994, Muñoz-Sosa 1996, Agudelo *et al.* 2000; Santos *et al.* 2006).

Edad y crecimiento. Muñoz-Sosa (1996), estimó los parámetros de crecimiento de la especie para el río Caquetá mediante lecturas de anillos de crecimiento, a su vez Alonso (2002) determinó por otolitos los parámetros poblacionales de la especie en el eje del río Amazonas. Igualmente, el Instituto SINCHI, ha calculado los parámetros de la especie a partir del análisis de longitudes, como se presenta en el siguiente cuadro, junto con otros resultados de la Amazonia:

Estructura	L_{∞}	K	t_0	Fuente	Lugar
Espinas	176	0.071	-0.80	Muñoz-Sosa, D. (1996)	Bajo río Caquetá, Colombia
Otolitos	176	0.077	-1.12	Muñoz-Sosa, D. (1996)	Bajo río Caquetá, Colombia
Longitud total	192	0.21	0.00	Barthem & Goulding (1997)	Río Amazonas, eje Leticia – Belém do Pará
Otolitos	140,2	0,29	- 0,668	Alonso, J.C. (2002)	Río Amazonas, eje Iquitos – Belém do Pará
Longitud Estándar	132,0	0,33	- 0,334	Alonso & Pirker (2005)	Río Amazonas, eje Leticia – Belém do Pará
Longitud Estándar	155	0,29	-0,38	García <i>et al.</i> (2009)	Alto río Amazonas, Iquitos, Perú
Longitud Estándar	145,3	0,28	- 0,386	Instituto SINCHI 2010 (Agudelo y Gil – Manrique)	Alto río Amazonas, Leticia, Colombia

Reproducción. Para la Amazonia colombiana, se ha estimado el período reproductivo de la especie una vez el río inicia el período de aguas en descenso, siguiendo el patrón de comportamiento del género. Para el río Amazonas en su sector fronterizo, se estimó el periodo reproductivo entre julio a septiembre durante el descenso de las aguas, como también ocurre en la región de Iquitos (Agudelo *et al.* 2004, Gil-Manrique, 2008; García *et al.* 2009). La longitud permitida de captura es de 85 cm, que según la curva de crecimiento ajustada por Muñoz – Sosa (1996) equivaldría a peces de 7,5

años de edad y mediante la curva de crecimiento ajustada por Alonso (2002) para el río Amazonas equivaldría a peces de 2,5 años de edad.

Migraciones. Como todas las especies de su género, migran aguas arriba para completar su ciclo de vida. Para el caso, se define al dorado como el pez dulceacuícola que recorre las mayor longitud en el mundo en función de sus procesos reproductivos, migrando más de 3000 km desde el estuario en Brasil hasta zonas andino – amazónicas de países como Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Barthem & Goulding 1997). En tal sentido Alonso (2002), comenta que las cohortes de dorado inician la migración desde el estuario con una edad media de 2 años de edad y una longitud entre 60 – 80 cm. Se supone que la especie tiene un comportamiento “*homing behaviour*” que aún no logra ser confirmado. Sin embargo, los trabajos en genética corroboran la hipótesis migratoria de dorado desde el estuario en el Brasil hasta los piedemontes de los países andino – amazónicos y que está compuesta por un único estoque genético de amplia distribución en la Amazonia (Da Silva, 2010).

Hábitat: Los individuos de esta especie habitan en los canales principales de los ríos de aguas blancas, muy ocasionalmente hacen parte de la ictiofauna de aguas profundas de planos inundables, también son frecuentes en zonas estuarinas del Amazonas (Muñoz-Sosa, 1996; Barthem y Goulding 1997; Salinas y Agudelo, 2000; Galvis *et al*, 2006; Santos *et al*, 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La mayoría de los dorados son capturados utilizando redes agalleras de deriva flotantes, honderas y estacionarias. En los raudales del río Caquetá es también común atrapar dorados mediante el uso de arpones. Para toda la región, una baja proporción de las capturas de dorado se realiza con anzuelos (Castro, 1986; Rodríguez 1991, Salinas 1994, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al*, 2000).

Desembarques.

El dorado es el bagre más importante en la dinámica pesquera de la región amazónica colombiana y de los países vecinos. Para las décadas del 70 y 80 representaba junto con el lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*), el 94% del total de peces desembarcados en el puerto de Leticia. La especie inició la década del 90 representando el 38% del desembarque (2097 toneladas) y en la actualidad, ha disminuido a un 16% sobre el aporte total con 1000 toneladas anuales movilizadas. Para el río Caquetá, la especie fue responsable de un 61% de la captura para 1984 (Rodríguez, 1991) y en un 49% del desembarco en los años 92 y 93 (Muñoz-Sosa, 1996). Al igual que el lechero, el esfuerzo continuo sobre esta especie mediante la utilización de redes agalleras y arpones en toda

la extensión del eje del río Amazonas y sus principales tributarios de aguas blancas, ha conducido a una sobrepesca por crecimiento, que refleja una disminución de los volúmenes de captura (Agudelo 2007, Da Silva, 2010).

Para la presente década el desembarco en Leticia gira en torno de 1250 toneladas anuales, mientras que en la década del 90 el promedio rondaba las 2240 toneladas anuales. Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) refieren que la especie se tornó rara en las capturas y no alcanza el 0.01% de la movilización por Leguízamo con tan solo 55 kg reportados en 2009.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación difícil para la especie, dado el medio impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, se pasó de un impacto negativo medio (40%) de los animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a una preocupante ausencia de la especie en los desembarcos de puerto Leguízamo a corte de 2009. Mientras que en el río Amazonas se presentó una leve recuperación de la especie de un estado alto (menor a 50%) a uno negativamente medio en 2006 con 34% de los individuos capturados por debajo de la talla reglamentaria (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007). En la tercera actualización de este indicador (período 2007 – 2008), los pocos registros de peces capturados en el área de Leticia presentan un 30% de animales pescados por debajo de la talla reglamentaria, pero muy a pesar de esta disminución del impacto negativo de la pesquería, las capturas de dorado siguen disminuyendo en la región.

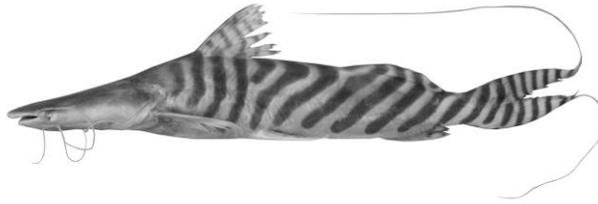
Procesamiento y mercadeo. En el río Amazonas, Putumayo y Caquetá, los especímenes se comercializan eviscerados, sin cabeza y en su mayoría frescos, no existe adición de valor por fileteo o tajado de los peces. Para Leticia, cuando provienen de sitios alejados llegan congelados a puerto al ser transportados en embarcaciones dentro de cuartos fríos, pero sí proviene de lugares cercanos se transportan en recipientes de icopor acompañados con hielo. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo se comercializa hacia Florencia y Puerto Asís vía fluvial. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. A través del acuerdo 75 de 1989 se estableció que la talla mínima en las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas es de 85 cm de longitud estándar, norma que tiene aplicación en en toda la región colombiana.

Observaciones adicionales. Esta especie es muy apreciada en las pesquerías comerciales gracias a su gran tamaño y su sabor, que la ha convertido en una especie sobre explotada. Los índices de explotación calculados por la relación mortalidad total / mortalidad por pesca son altos y refieren 0.72 para el canal principal del río Amazonas en el eje Leticia – Estuario (Alonso & Pirker, 2005), 0,75 para el canal principal en el eje Iquitos – Estuario (Alonso & Fabré 2003), 0.57 para la región de pesca de Iquitos y 0.58 para la región de pesca de Leticia en el río Amazonas (SINCHI, 2010)

Referencia de identificación. Castro, 1986; Ferreira *et al*, 1998; Lundberg y Akama, 2005; García y Calderón, 2006.

5. CAMISETO CEBRA *Brachyplatystoma tigrinum*⁹



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: *tigrinum*

Sinonimias: *Merodontotus tigrinus*. Britski. 1981

Nombre común y/o indígena: Para el río Amazonas, Putumayo y Caquetá esta especie es conocida popularmente como camiseta ceбра, ceбра o siete líneas. En Brasil es conocido como dourada zebra, en otros sectores de la Amazonia es conocido como Pimelodela tigre, pimelodela zebra, gato tigre, gato rayado, bagre tigre (Ferreira *et al*, 1998; Salinas y Agudelo 2000; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia no aparece registrada en alguna categoría de amenaza; a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza por la presencia de 13 a 15 franjas transversales oscuras, inclinadas y bien definidas que se prolongan sobre las aletas caudal, adiposa, dorsal y anales; aletas pectorales y pélvicas beige. Individuos con el cuerpo elongado y subcilíndrico; la cabeza más ancha que larga, le da una apariencia achatada y deprimida que la diferencia de *Brachyplatystoma juruense*; los procesos supraoccipital y predorsal son alargados; opérculo triangular; proceso humeral ausente; los ojos se ubican en posición superior; la mandíbula es un poco más corta que la maxila; la base de los barbillones mentonianos está distante del borde del labio inferior; los dientes premaxilares quedan levemente expuestos aún cuando la

⁹ Documento editado y publicado como:

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A. y G.A. Gómez. *Brachyplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 421-423. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

boca está cerrada, terminan en punta y están dirigidos hacia atrás; dientes palatinos ausentes; los barbillones maxilares se extienden casi hasta la base de la aleta adiposa; el origen de las aletas pélvicas se localiza por detrás de la terminación de la aleta dorsal; aleta adiposa sin radios; la longitud de la base de la aleta anal está contenida 1,3 veces en la base de la adiposa; aleta caudal furcada, con los lóbulos puntiagudos proyectados en filamentos; aleta dorsal I6; aleta pectoral I9; aleta anal 18, rastrillos branquiales 10; vértebras 57 – 58.

Talla y peso: De acuerdo a los ejemplares colectados en la cuenca alta del río Madeira y río Caquetá (Barthem & Goulding, 1997) definen la longitud máxima de captura en 50 cm a la horquilla, mientras que Reis *et al.* (2003), presentan una longitud total de 60 cm. Para la década de los 90 se tiene reporte para la localidad de la Pedrera (Caquetá) en 75 cm de longitud estándar y peso total de 5.7 kg, para Araracuara es 69 cm y peso total de 5 kg, para Leguízamo (Putumayo) en 60 cm y Leticia (Amazonas) en 55 cm. Para la presente década, se han reportado en Leticia ejemplares de 69 cm y peso total de 3.2 kg, en Puerto Leguízamo se tiene una longitud promedio de captura de $55,2 \pm 5,9$ cm longitud estándar, con una talla mínima de 47cm y máxima de 65 cm (Registros reportados de la base de datos del grupo de ecosistemas acuáticos, Instituto SINCHI).

Distribución geográfica. La distribución mundial de esta especie se restringe a América del Sur, estando ampliamente representada en la cuenca del Amazonas que abarca países como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú (Salinas y Agudelo 2000; Reis *et al.* 2003). En Colombia se ha reportado para los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá a excepción su zona de la cuenca alta, específicamente en los ríos Ortegüaza y Cagüan donde no hay reportes que indiquen la presencia de esta especie.

Alimentación. Especie estrictamente carnívora, se alimenta principalmente de peces de tallas pequeñas, como bocachico (*Prochilodus nigricans*), yaraquí (*Semaprochilodus spp.*), curimátidos, chillones (*Potamorhina spp.*) y sardinas (*Astyanax spp.* & *Hemigrammus spp.*) entre otros.

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Sin embargo, utilizando la Formula de Pauly (1984), se determinó la mayor longitud asintótica (L_{∞}) para la década del 90 en 78.7 cm de longitud estándar para Araracuara en el río Caquetá, en Leticia de 72.4 cm para el río Amazonas y Puerto Leguízamo en 68.3 para el río Putumayo. (Registros reportados de la base de datos del grupo de ecosistemas acuáticos, Instituto SINCHI).

Reproducción. Para la cuenca alta del río Putumayo se han encontrado peces maduros durante los meses de julio y agosto durante el período de aguas en descenso.

Migraciones. Migratoria de largas distancias. Se tiene conocimiento que esta especie lleva a cabo migración reproductiva a las cabeceras de los ríos amazónicos durante las épocas de aguas en descenso.

Hábitat: Esta especie frecuentemente habita el canal principal de los ríos de aguas blancas, existen reporte de pescadores que manifiestan capturar esta especie en lagunas de origen andino. A pesar que existan ecosistemas acuáticos de origen amazónico conocidos localmente como aguas de aguas negras por la coloración que estas presentan, es muy poco probable encontrar esta especie en estos ambientes.

Aspectos pesqueros

Método de captura. En la Amazonia colombiana existen diferentes métodos de pesca para esta especie. Para el río Amazonas, es capturado principalmente con mallas rodadas de ojo de malla no superior a 3 pulgadas, longitudes de 80 a 120 metros y altura de 3 metros. Para la cuenca alta del río Putumayo, es capturado principalmente con anzuelo y carnada viva particularmente de especies pequeños como bocachico (*P. nigricans*) y chillón (*Potamorhina sp*), de lo contrario se usa pedazos de cuchillejas o macana (Gymnotiformes). Durante la época de aguas altas es usada la malla rodada.

Desembarques. Es una especie poco frecuente en los desembarques y muchas veces se confunde con el camiseta (*B. juruense*) por presenta características morfológicas similares y aún más, cuando se encuentra en estado juvenil. De tal suerte, la movilización es difícil de estimar y no se puede especificar el histórico de toneladas anuales desembarcadas en la Amazonia. Se estima probable hallar un *B. tigrinum* por cada 30 individuos de los bagres camiseta. Dicha proporción es frecuente de ser observado en las cuencas de los ríos Putumayo y Amazonas.

Indicadores de estado de la especie. Actualmente se desconoce el estado de amenaza en que se encuentra la especie, se cree que existe un alto grado de riesgo en este Siluriforme por el escaso registro de información biológica y ecológica en la Amazonia colombiana.

Procesamiento y mercadeo. Esta especie es comercializada en fresco y eviscerada con cabeza, aunque al superar los 4 kg se le retira la cabeza. En algunos sectores alejados de la Amazonia colombiana, se conserva el producto mediante ahumado o en salmuera. En los últimos ha aumentado la aceptación de los peces de cuero o bagres en algunas ciudades amazónicas motivo por el cual parte de producto pesquero en comercializado localmente. Los volúmenes de camiseta

tigre (*B. tigrinum*) desembarcados en la ciudad de Leticia son enviados vía aérea a la ciudad de Bogotá y localidad próximas por vía terrestre. El producto capturado en la cuenca del río Putumayo son desembarcados en la ciudad de Puerto Asís para ser transportados vía terrestres a ciudades aledañas como Mocoa, Pasto, Neiva y localidades intermedias. Las capturas realizadas en Araracuara (Caquetá) son desembarcadas en la ciudad de Villavicencio y posteriormente comercializadas en la misma ciudad o transportadas vía terrestre a Bogotá.

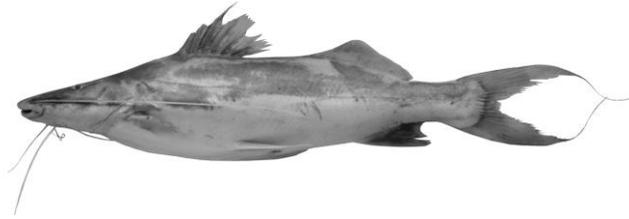
Normativa.

En la normatividad pesquera colombiana no existe talla mínima de captura reglamentaria.

Observaciones adicionales. Es posible suponer que la especie se encuentre con algún grado de amenaza por la escasa información biológica de la especie, teniendo presente que existe un gran esfuerzo pesquero sobre los bagres de canal, donde incidentalmente es capturado.

Referencia de identificación. Castro, 1986; Ferreira *et al*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; Lundberg y Akama, 2005.

6. PIRABUTÓN *Brachyplatystoma vaillantii*¹⁰



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Brachyplatystoma*

Especie: *vaillantii*

Sinonimias: *Platystoma vaillantii*, Valenciennes, 1840

Bagrus reticulatus Kner, 1858

Bagrus piramuta Kner, 1858

Brachyplatystoma parnahybae Steindachner, 1908

Nombre común y/o indígena: Esta especie es conocida como pirabutón ó piramutaba en la región del Amazonas; blanco pobre o pirabutón en el Caquetá y río Putumayo. En Brasil es reconocido popularmente como piramutaba, pira botaó, mulher ingrata; en Venezuela como laulao y en Perú como manitoa (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Ajiaco *et al*, 2002; Galvis *et al*, 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrado en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza porque la zona dorsal es gris oscuro homogéneo, aclarándose hasta hacerse blanca en la región ventral, no tiene franjas o manchas. Individuos con el cuerpo cilíndrico; opérculo de forma triangular; la mandíbula superior está levemente proyectada sobre la inferior lo que deja la boca en una posición anteroinferior; los dientes se ubican en el maxilar y premaxilar, los exteriores son de mayor tamaño que los centrales, todos están dispuestos en bandas; los barbillones maxilares son largos sobrepasando la aleta dorsal;

¹⁰ Documento editado y publicado como: Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Bonilla-Castillo, C.A., Ajiaco, R.E. y H. Ramírez. 2010. *Brachyplatystoma vaillantii* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 424-427. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

los ojos se encuentran en posición superior, su diámetro está contenido entre 4 – 5 veces en la longitud de la cabeza; el origen de las aletas pélvicas se encuentra por debajo de la terminación de la dorsal; la aleta caudal es ahorquillada, los lóbulos de igual tamaño se prolongan en filamentos; se diferencian con facilidad del resto de los miembros del género porque la aleta adiposa es larga, contenida entre 4 -5 en la Le; aleta dorsal I6, aleta pectoral I12, aleta anal 15-19; vértebras 50-51 (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Lundberg y Akama, 2005).

Talla y peso. Aunque muy parecido a *Brachyplatystoma filamentosum* en su fenotipo, la especie no alcanza las mismas longitudes y pesos; de suerte que Barthem y Goulding (1997), registran animales de 105 cm de longitud a la horquilla para la Amazonia y se comentan ejemplares hasta de 10 kg (Fabre & Barthem 2005). Mientras en Colombia, en la década del 90 se tienen referencias de la siguiente manera: río Caquetá 49 cm de longitud estándar y en La Pedrera 63 cm; 49 cm y 2 kg de peso total en Leguízamo para el río Putumayo y 80 cm y 3.2 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 61.5 cm y 4.3 kg en el río Putumayo (Tarapacá) y 61 cm y 4.0 kg en Leticia, aunque se tienen longitudes de hasta 75 cm de longitud estándar, pero sin peso para los ejemplares. Barthem (1990) reportó animales de hasta 5.7 kg y 66 cm de longitud a horquilla para la desembocadura y estuario del río Amazonas; mientras que Reis *et al* (2003), reportan individuos de hasta de 150 cm de longitud total.

Distribución geográfica. En Colombia esta especie se ha registrado en las cuencas de los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo. A nivel mundial su distribución se restringe a América del Sur, en la cuenca de los ríos Amazonas y Orinoco en sus recorridos por países como Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela; también es abundante en ríos de las Guayanas y en aquellos ubicados geográficamente sobre el sector noreste de Brasil (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Ortega *et al*, 2006).

Alimentación. Los individuos de esta especie son considerados piscívoros, con un apetito muy voraz y poco selectivo en cuanto al tipo de peces que consumen. En revisiones de sus contenidos estomacales se han encontrado restos de bocachico (*Prochilodus* sp.), sardina (*Astyanax* sp.), chillón (*Potamorhina* sp.), tigrillo (*Pimelodus pictus*), sierra copora (*Sachsdoras* sp.), otros siluriformes como nicuro (*Pimelodus* sp.); también existen registros de estructuras de mamíferos, detritos, hojas, coleópteros y crustáceos como cangrejos (Ferreira *et al*. 1998; Salinas & Agudelo, 2000; Galvis *et al*. 2006; Santos *et al*. 2006).

Edad y crecimiento. Barthem (1990), estimó los parámetros de crecimiento de la especie para el río Amazonas en su desembocadura mediante lecturas de anillos de crecimiento. Igualmente, Alonso & Pirker (2005), calcularon los los parámetros de la especie a partir del análisis de longitudes, como se presenta en el siguiente cuadro, junto con otros resultados de la Amazonia:

Estructura	L_{∞}	K	t_0	Fuente	Lugar
Espinas	76,6	0.19	- 0,225	Barthem, R. (1990)	Desembocadura del Río Amazonas
Longitudes Horquilla	77,9	0.23	- 0.340	Barthem, R. (1990)	Desembocadura del Río Amazonas
Longitudes Estándar	110.5	0,13	- 0,320	Alonso & Pirker (2005)	Río Amazonas, eje Leticia – Belém do Pará

Reproducción. Los individuos de *B. vaillantii* alcanzan la madurez sexual a los 3 años de edad, cuando la longitud estándar es de aproximadamente 50 cm (Alonso & Pirker, 2005). El desove se da una vez el río transita hacia las aguas en descenso. Se ha definido que la especie pasa los dos primeros años de vida en las zonas estuarinas (Ferreira *et al*, 1998; Barthem & Goulding, 1997).

Migraciones. La especie realiza largas migraciones a lo largo de los ríos de origen andino de la cuenca amazónica, en una extensión que va del estuario hasta la Amazonia occidental, donde se realizan los desoves (Barthem & Goulding 1997).

Hábitat: Esta especie se encuentra en el cauce principal de ríos de origen andino y en sus canales; en la columna de agua ocupan el perfil superficial; se considera relativamente rara en aguas claras y negras (Arboleda, 1989; Barthem y Goulding 1997; Salinas & Agudelo, 2000).

Aspectos pesqueros

Método de captura. En el Caquetá y Putumayo, los individuos se colectan con anzuelos (espín, volantín, cuerdas) y atarraya, para el río Amazonas se capturan con redes de enmalle de 6" de ojo que derivan por el canal del río (Agudelo *et al*. 2000).

Desembarques. El pirabutón es una especie muy importante en la dinámica pesquera de la región amazónica brasileña y su zona estuarina, pero en Colombia no tiene esa relevancia del Brasil. Históricamente la especie no ha superado un promedio de 8% en el aporte anual y hasta 1995 no se

contaba con cifras del desembarque de este bagre. Para el resto de la década del 90 representando el 7.5% del desembarque (580 toneladas) y en la década presente, incrementó su aporte anual al 8% del desembarque pero con 540 toneladas anuales movilizadas por Leticia. Para los ríos Caquetá y Putumayo, las cifras son irrisorias, por lo que la especie es mezclada con otros bagres y movilizada como producto de segunda categoría.

Según registros de la CCI (2010), en el último cuatrimestre del año es donde se dan los mayores desembarcos de la especie en el puerto de Leticia, que corresponden a la temporada de aguas subiendo en esta parte del río Amazonas. En el puerto de Leticia esta especie hace parte de las cinco especies más comercializadas hacia el interior del país, con desembarcos que han variado entre 929 y 563 toneladas entre los años 2006 y 2008.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación difícil para la especie, dado el medio impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, la especie continúa en una categorización de impacto medio negativo por parte de la pesca, pasando de un 32% de animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a un 35% sobre los pocos especímenes que aún logran observarse en los desembarques de 2008 en Puerto Leguízamo. En el río Amazonas, la especie posee la misma categoría de impacto negativo con un sostenimiento entre el año 2000 y 2004 del 34%, incrementando a 43% a finales de 2006 (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007). En la tercera actualización de este indicador (período 2007 – 2008), los registros para el área de Leticia presentan un 38% de animales pescados por debajo de la talla reglamentaria..

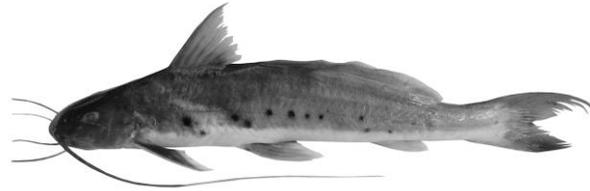
Procesamiento y mercadeo. La especie es comercializada de forma eviscerada y siempre con cabeza, en estado fresco o enhielado. No se conocen reportes de conservación seco – salada para los principales puertos de la Amazonia colombiana. En Leticia, Pedrera y cuenca alta del río Putumayo, esta especie al igual que otros siluriformes que no superan los 3 kilogramos son llamados “cacharro” por lo cual genera dificultades en los registros de desembarques en los puertos y centros de acopio. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo se comercializa hacia Florencia y Puerto Asís vía fluvial. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. En Colombia a través del acuerdo 075 de 1987 se ratifica la talla mínima de captura de esta especie en 40 cm.

Observaciones adicionales. Desde inicios del 90 ya se hablaba de sobre explotación de esta especie por la pesca industrial en el estuario (Barthem, 1990). Mientras que cálculos realizados para el canal principal del río Amazonas entre Leticia y Belém do Pará estiman que la especie se encuentra en sobrepesca de crecimiento. Para Colombia, la información que se tiene de la especie no es consecuente con su utilización, pues poco se sabe de los rasgos de vida de este bagre a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006.

7. SIMÍ *Calophysus macropterus*¹¹



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: Calophysus

Especie: macropterus

Sinonimias: *Pimelodus macropterus* Lichtenstein, 1819

Pimelodus ctenodus Spix y Agassiz, 1829

Pimeletropis lateralis Gill, 1859

Nombre común y/o indígena: Los individuos de esta especie se conocen como simi ó picalón en las regiones del Amazonas y Caquetá; como mota ó mota pintada en el Putumayo y Amazonas; en Brasil como piracatinga, pintadinho, urubu água; en Venezuela como, mapurite o bagre machete zamurito y Blanquillo en Bolivia (Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Galvis *et al*, 2006; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: En Colombia y a nivel internacional la especie no aparece registrada en la lista roja de la UICN; no esta incluida en los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza por presentar una serie de puntos oscuros sobre todo el cuerpo, incluso sobre la aleta dorsal, aunque es posible encontrar especímenes sin estas marcas; la coloración del cuerpo puede variar entre gris y marrón, con la zona ventral más clara. El cuerpo es alargado y la cabeza ancha; los ojos están en posición superior; el maxilar superior se proyecta levemente sobre el inferior, lo que deja la boca en una posición subterminal, con una sola hilera de dientes aplanados en la mandíbula y la maxila, sin

¹¹ Documento editado y publicado como:

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G.A., Ajjaco, R.E. y H. Ramírez. *Calophysus macropterus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 432-435. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajjaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

parches de dientes en el vomeriano o el palatino; las barbillas son aplanadas, las maxilares se prolongan hasta la zona media de la aleta adiposa; el proceso occipital es largo y no se une con la placa nugal; el primer radio de las aletas dorsal y pectoral son flexibles, con terminaciones no punzantes, sin espinas; el punto de inserción de las aletas pélvicas se encuentran ligeramente por detrás de la base de la aleta dorsal; la aleta caudal es fuertemente emarginada; la base de la aleta adiposa es muy larga, inicia inmediatamente después de la terminación de la dorsal y finaliza en el pedúnculo caudal; aleta dorsal I6, aleta pectoral I11, aleta anal 12 (Castro 1986, Ferreira *et al.* 1998, García y Calderón 2006).

Talla y peso. Se han capturado especímenes de 45 cm de longitud estándar y un peso de 1 kg para la década del 90 (Salinas y Agudelo, 2000). Para la década presente, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan el máximo registro conocido con 77 cm de longitud estándar y 4.43 kg para el río Putumayo. Los rangos de captura para el Amazonas, entre 16 y 70 cm-Ls con promedio de $26 \pm 5,5$ cm-Ls (Niño, 2008). Para el río Caquetá, los máximos registros son de 47 cm en Araracuara y 43 cm en La Pedrera. Reis y colaboradores (2003) solo reportan individuos hasta 40 cm de longitud total. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,0145 * LS^{2,9251}$ para el río Putumayo, mientras que para el río Amazonas, Niño (2008) establece la relación en $Wt = 0,013 * LS^{3,0123}$

Distribución geográfica. En Amazonia colombiana se registra la especie en el río Amazonas, río Caquetá y río Putumayo. A nivel mundial, es una especie suramericana que se encuentra en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Se tienen reportes para Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Ferreira *et al.*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al.*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2006).

Alimentación. La especie es catalogada como oportunista, con un apetito muy voraz, pueden llegar a ser carroñeros, se alimentan de peces atrapados en las redes y desechos como vísceras, provenientes de las pesquerías; en revisiones de los contenidos estomacales también se han encontrado restos de crustáceos y material vegetal como flores, frutos y semillas (Castro 1994, Salinas y Agudelo 2000, Ferreira *et al.* 1998, Santos *et al.*, 2006).

Edad y crecimiento. Pérez (1999), estimó los parámetros de crecimiento de la especie para la zona central de la cuenca del Amazonas mediante lectura de anillos en vertebras. Mientras que el Instituto SINCHI de manera preliminar, ha calculado los parámetros de la especie a partir del análisis de longitudes, como se presenta en el siguiente cuadro:

Estructura	L_∞	K	t₀	Fuente	Lugar
Vertebras	42,71	0,42	-0,354	Pérez, L. (1999)	Amazonia central, Brasil
Longitudes Estándar	59,2	0,44	-0,341	Instituto SINCHI 2010 (Agudelo y Gil - Manrique)	Alto río Amazonas, Colombia
Longitudes Estándar	64,05	0,45	-0,295	Instituto SINCHI 2010 (Bonilla-Castillo)	Alto río Putumayo, Colombia

Reproducción. En estudios realizados en la Amazonía brasileña, se encontró que la reproducción de esta especie ocurre entre enero a febrero, sincronizado con el inicio de la época de creciente y con desove total; la madurez sexual se alcanza a los 1.4 y 1.5 años de edad para hembras y machos respectivamente (Santos *et al*, 2006; Pérez y Fabre, 2008). Para Amazonia colombiana, se menciona que la reproducción de la especie ocurre durante el momento en que el nivel del río aumenta (Agudelo *et al*. 2000). Los individuos por encima de 30 cm de longitud se encuentran madurez gonadal avanzada (Camacho *et al*. 2006).

Migraciones. Como la mayoría de las especies de bagres realiza migraciones asociadas a los períodos reproductivos (Junk, 1895 *en*: Lasso, 2004; Niño, 2008).

Hábitat: Los individuos de esta especie se encuentran en gramalotes del río Amazonas, playas, lagunas de inundación y en el fondo del cauce principal de los ríos donde habitan (Lasso, 2004; Galvis *et al*, 2006; Galvis *et al*, 2007).

Aspectos pesqueros

Métodos de captura. Para el río Caquetá y río Putumayo la especie es capturada con nylon y anzuelo o espineles ubicados sobre el cauce principal de los ríos, algunas veces se capturan con la mano cuando se usan cuerpos de animales o vísceras como carnada, una vez que los peces se encuentran sobre la carnada son retirados hábilmente del agua con la mano. Esta técnica se lleva a cabo en las horas de la noche por a la actividad nocturna de esta bagre y en las márgenes de los ríos. En el río Amazonas en la zona de frontera de Colombia con Brasil y Perú, la especie es principalmente capturada con la mano utilizando vísceras de ganado como carnada, a diferencia de lo comentado por Trujillo y Gómez (2005), que plantean el uso de carnadas de Delfín y Caimán Negro, aunque también es usado el anzuelo para cosechar cantidades importantes de la especie. Por la demanda al interior del país, este pez ha adquirido gran importancia entre los pescadores de

la zona y a más de la cosecha local, realizan desplazamientos para su captura en el Brasil y en Perú. De tal suerte que los individuos provienen de zona brasileña en un 63%, del Perú en un 11% y en Colombia se cosecha el 24% (Niño, 2008).

Desembarques. Inicialmente la pesca en la Amazonia colombiana estaba dirigida a la captura de grandes bagres como el lechero (*B. filamentosum*) y dorado (*B. rousseauxii*), quienes finalizando los años 80 habían empezado a disminuir los volúmenes de desembarco, lo cual generó la captura de otros bagres medianos para suplir la demanda. Así especies como baboso (*B. platynemum*), pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp.), empiezan a aparecer (Petreire *et al.* 2003). En tal sentido, para la Amazonia colombiana el simí ocupa un lugar importante por su demanda el interior del país y como reemplazo del capaz del Magdalena (*Pimelodus grosskopfii*), de tal suerte que el promedio movilizado por Leticia para la presente década, gira en torno de las 945 toneladas por año, mientras que en la década del 90 no se superaban las 220 toneladas anuales. Esta especie es la tercera en importancia en cuanto a su comercialización hacia el interior del país y ha variado alrededor de las 800 entre los años 2007 y 2009.

Según registros de la CCI (2010), es el último trimestre del año donde se dan los mayores desembarcos de la especie en el puerto de Leticia. Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) muestran que la especie ocupa el primer lugar en la movilización por Leguízamo con el 65% de las 28 toneladas reportadas en 2009.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el sistema nacional ambiental, muestra que para el río Putumayo, se ha dado un incremento en la presión negativa hacia la especie respecto a la década pasada. En tal sentido, se afirma que los simíes capturados que están por debajo de la longitud permitida pasaron de un 17 a un 37%. La misma situación ocurrió con la especie para el río Amazonas pasando de un 32% a 69% los peces por debajo de la longitud permitida, lo que implica una alta afectación de la pesca sobre la especie (Nuñez-Avellaneda *et al.* 2007)

Procesamiento y mercadeo. La especie es comercializada de forma eviscerada y con cabeza, en estado fresco o enhielado. Los peces se venden en Leticia, agrupados según la talla aparente en grandes, medianos. Los animales pequeños se venden para carnada en la captura de grandes bagres (Niño, 2008). Las capturas son comercializadas en el puerto de Leticia para posteriormente ser movilizados hasta Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo es comercializada hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva.

Normativa. El Acuerdo 0075 de INDERENA de 1989 (modificado de INDERENA, 1982) determinó que la talla mínima de captura es de 32 cm Ls, en las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas. Para Brasil y Perú no se cuenta con ninguna reglamentación pesquera que preserve el uso racional del recurso.

Observaciones adicionales. Ante la demanda de la especie y los indicadores que muestran una amenaza sobre ella por extracción de muchos individuos por debajo de su longitud reglamentaria, se considera indispensable la formular estrategias de manejo pesquero adecuadas para cada uno de los diferentes sectores de las cuencas Caquetá, Putumayo y Amazonas. Igualmente, es importante considerar la necesidad de recalcular la longitud media de madurez para las diferentes cuencas de la Amazonia colombiana.

Referencia de identificación. Ferreira *et al*, 1998; García y Calderón, 2006.

8. GUACAMAYO *Phractocephalus hemiliopterus*¹²



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Phractocephalus*

Especie: *hemiliopterus*

Sinonimias: *Silurus hemiliopterus* Bloch y Schneider, 1801

Pimelodus grunniaris Humbolt y Valenciennes, 1821

Phractocephalus bicolor Spix y Agassiz, 1829

Nombre común y/o indígena: Esta especie es conocida en el Putumayo como músico; en el Guaviare y Caquetá como Cajaro; como guacamayo en Caquetá; en el Brasil se les conoce popularmente como pirarará, loro y guitarrero; en el Perú, como bigorilo ó pez torre y general en Bolivia (Santos *et al.* 1984, Salinas y Agudelo 2000).

Estatus de conservación: En Colombia y a nivel internacional la especie no aparece registrada dentro de la lista roja de la UICN; no está incluida en los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: Peces de cuerpo robusto, el cual se estiliza hacia la aleta caudal, el patrón de coloración se caracteriza porque la zona dorsal es negra, aclarándose hasta hacerse completamente blanca en la ventral, las aletas son rojas; los procesos occipital y predorsal son muy anchos y están separados entre sí, de tal forma que la cabeza se ve tan ancha como alta; los ojos son pequeños y se encuentran en posición superior; la boca es subterminal, con la mandíbula superior levemente proyectada sobre la inferior; los dientes se encuentran distribuidos en parche sobre el palatino; las bases de los 2 pares de barbillones mentonianos se encuentran distantes del borde del labio inferior; los barbillones maxilares no sobrepasan la aleta dorsal; la aleta caudal es

¹² Documento editado y publicado como:

Acosta-Santos, A., Agudelo, E., Ajáco, R.E., Bonilla-Castillo, C.A. y H. Ramírez. 2010. *Phractocephalus hemiliopterus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 455-457. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

emarginada; la base de la aleta adiposa es más larga que la base de la anal; aleta dorsal I7, aleta pectoral I9, aleta anal 8 (Castro 1986; Ferreira *et al.* 1998; García y Calderón, 2006).

Talla y peso. Animales de gran tamaño, en el río Caquetá se tienen reportes para la especie de 131 cm de longitud estándar y 39 kg a partir de los datos del Instituto SINCHI para La Pedrera, el peso máximo se puede calcular mediante la ecuación $W = 0,00005L^{3,05}$ (Agudelo *et al.* 2000)..

Distribución geográfica. Esta especie ha sido colectada en los ríos Caquetá (Araracuara y La Pedrera), Apaporis, así como en el sector colombo-peruano del río Putumayo y en inmediaciones de la ciudad de Leticia. A nivel mundial es una especie que se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco que abarcan los países de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela (Castro, 1986; Salinas y Agudelo 2000; Reis *et al.* 2003; Agudelo *et al.* 2006, Ortega *et al.* 2006).

Alimentación. Se considera como una especie carnívora, basa su dieta en el consumo de peces como bocachicos (*Prochilodus* sp.), anguillas (*Synbrachus marmoratus*), carneros (*Vendelia* sp.), palometas (*Mylossoma* sp.) y cuchas (*Hypostomus plecostomus*). Según revisiones de sus contenidos estomacales, se sabe que complementan su dieta con cangrejos y camarones, también es posible encontrar restos de frutos y semillas como las del Yavarí, perteneciente a la familia Arecaceae (Santos *et al.* 2000; Salinas y Agudelo, 2000).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños

Reproducción. El periodo de reproducción para los individuos de *Phractocephalus hemiliopterus* se presenta una vez al año, al final del periodo de aguas bajas; son individuos de fecundidades altas, 5.479.223 ovocitos, lo cual indica que probablemente no existe cuidado parental y por el tamaño uniforme de los ovocitos se presume que realizan desoves totales, la madurez sexual es alcanzada a los 85 cm de LE (Santos *et al.* 2006, Agudelo *et al.* 2000).

Migraciones. Como la mayoría de las especies de bagres realiza migraciones asociadas a los periodos reproductivos (Agudelo *et al.* 2000).

Hábitat: Los individuos de esta especie se encuentran en el cauce principal de ríos (Salinas y Agudelo 2000), especialmente en aquellos con aguas de tipo intermedias entre claras y blancas, así como en quebradas, lagunas de desborde (Galvis *et al.* 2006), lagos; caños medianos a grandes; se

captura con frecuencia en las caídas de agua (Castro, 1986), los juveniles y subadultos prefieren ambientes lénticos (De Melo *et al*, 2005).

Aspectos pesqueros

Método de captura. Para la captura de esta especie se emplea en su orden las cuerdas (74%), Mallas (23%) y el arpón (3%) (Agudelo *et al.* 2000).

Desembarques. En las pesquerías de la Amazonia colombiana el guacamayo ocupa un lugar importante, para el período 1996 – 2008 según registros del INPA – INCODER en Leticia, este bagre fue el séptimo en movilización con un promedio anual de 380 toneladas y en el 2009 continúa cerca del promedio multianual (Tabla 1). El 99% del producto proviene de sectores cercanos en aguas brasileñas y es transportado hacia Bogotá. Para el 2009, se conocen movilizaciones desde Araracuara de 0,7 t y de la Pedrera con 2,3 t.

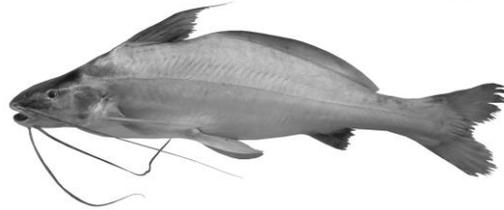
Procesamiento y mercadeo. En Leticia el 69% de los desembarques de esta especie en Leticia corresponden a troncos sin cabeza, el restante a producto eviscerado con cabeza. La principal forma de conservación es congelado (94%); también se reporta el seco salado (5%) y con menor frecuencia enhielado, salado y fresco. En la Pedrera y Araracuara el producto se conserva congelado.

El pescado desembarcado en Leticia se transporta por vía aérea a Bogotá, D.C. Las capturas comercializadas desde de la Pedrera y Araracuara, se llevan también por vía aérea a la ciudad de Villavicencio, dejando una parte en esa ciudad y transportando el restante por vía terrestre hacia Bogotá, D.C.

Normativa. El acuerdo N° 0015 del 25 de febrero de 1987, fija la talla mínima de captura la especie en la cuenca amazónica en 70 cm Ls.

Referencia de identificación. Castro, 1986; Ferreira *et al*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006.

9. BARBACHATO *Pinirampus pirinampu*¹³



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: Pinirampus

Especie: pirinampu

Sinonimias: *Pimelodus pirinampu* Spix y Agassiz, 1829
Pimelodus barbancho Humboldt, 1821
Galeichthys araguayensis Castelnau, 1855
Pinirampus typus Bleeker, 1862
Pinirampus agassizii Steindachner, 1876

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie es conocida como barbiancho, barbipiancho, barbancha o barbachato en las regiones del río Amazonas, Putumayo y Caquetá; en Brasil se les llama piranambú ó barbachata y en Perú mota fina (Salinas y Agudelo, 2000; Ortega *et al*, 2006; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: En Colombia y a nivel internacional la especie no aparece registrada dentro de la lista roja de la UICN; no esta incluida en los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza por presentar un tono azul iridiscente uniforme sobre todo el cuerpo, incluyendo la aleta adiposa, con la zona ventral un poco más clara, sin marcas oscuras. El cuerpo de estos individuos es alargado y comprimido; la mandíbula superior se proyecta levemente sobre la inferior, lo que deja la boca en posición subterminal; el proceso occipital largo y estrecho no alcanza la placa predorsal; los barbillones largos,

¹³ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Sánchez, C.L., Acosta-Santos, A., Gómez, G., Bonilla-Castillo, C.A., Ajíaco, R.E. y H. Ramírez. 2010. *Pinirampus pirinampu* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 475-478. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajíaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

en forma de cinta se extienden hasta la aleta anal; la aleta caudal es muy ahorquillada; el punto de inserción de las aletas pélvicas se encuentra por detrás de la base de la aleta dorsal; el primer radio en las aletas pectoral y dorsal es flexible, en esta última se proyecta a manera de filamento; la longitud de la base de la aleta adiposa es de gran tamaño, inicia inmediatamente después de la dorsal y finaliza en la base del pedúnculo caudal; aleta dorsal 17; aleta pectoral 114; aleta anal 10.

Talla y peso. Para esta especie Reis *et al.* (2003), menciona hasta 120 cm de longitud total, mientras que para Colombia, en la década del 90 se tienen referencias de la siguiente manera: en el río Caquetá 73 cm de longitud estándar para Araracuara, en La Pedrera individuos de 71 cm y 4.8 kg de peso total; 86 cm y 5.5 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 86 cm y 7 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 78 cm y 4,4 kg de peso entero en Leguízamo y 72.5 cm para Leticia en el río Amazonas. La relación longitud estándar y peso total de la especie es $Wt = 0,00000416 * LS^{3,22}$ para el sector de Leguízamo en el río Putumayo (Sánchez, 1997).

Distribución geográfica. En Colombia se han reportado individuos de *Pinirampus pinirampu* en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. A nivel mundial es una especie que restringe su distribución a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Paraná en sus recorridos por Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú y Venezuela (Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al.*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2006).

Alimentación. En revisiones de los contenidos estomacales de individuos de esta especie se ha encontrado que basan su dieta en el consumo de peces limnéticos y de fondo; pueden complementar su dieta con el consumo de invertebrados terrestres como lombrices (Salinas y Agudelo, 2000; De Melo *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006; Galvis *et al.*, 2007).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Para la región del Pantanal brasileño Angelini y Agostinho (2005) han definido una longitud asintótica para la especie de 68 cm de longitud horquilla y una tasa de crecimiento (K) baja de 0.2 año⁻¹.

Reproducción. Como sucede con los peces del género *Pseudoplatystoma*, esta especie ha sincronizado su período reproductivo en la transición de las aguas bajas hacia aguas en ascenso (Agudelo *et al.* 2000). Para la región del Pantanal brasileño, Pixey y colaboradores (2006), reportan talla media de madurez de 57,4 cm de longitud estándar para hembras y 53,6 cm para machos, encontrando animales desovados cuando se alcanza el máximo nivel de las aguas.

Migraciones. Como con otros pimelódidos, hay evidencia que realizan migraciones asociadas con la reproducción (Agudelo *et al.* 2000, Pixier *et al.* 2006).

Hábitat: Es común encontrar individuos de esta especie en las lagunas de inundación cercanas a la ciudad de Leticia, en caños y en el canal principal de ríos, muestran preferencia por aguas superficiales y subsuperficiales (Salinas y Agudelo, 2000; De Melo *et al.*, 2005; Galvis *et al.*, 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La especie es capturada frecuentemente utilizando cordeles con anzuelos, bien sean calandrios, líneas de mano, nylon o volantín y en menor proporción, se usan las mallas de deriva para los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas. (Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al.*, 2000). Las proporciones de captura en su orden son cuerdas (90%) y Mallas (10%) (Agudelo *et al.* 2000).

Desembarques. Esta especie ha sido tradicionalmente utilizada en la comercialización de productos pesqueros, pero siempre se ha hecho en conjunto con *Brachyplatystoma tigrinus*, *Brachyplatystoma juruense*, *Calophysus macropterus* y *Platynemichthys notatus* y otros bagres pequeños, de tal suerte que no se puede especificar el histórico de toneladas anuales desembarcadas en la Amazonia. El promedio históricos del grupo de estos bagres para el río Amazonas gira en torno de las 200 toneladas. De manera parecida funciona el comercio en el río Caquetá y río Putumayo, y para este último caso Castro (1994) reportaba 859 kilogramos movilizados por Leguízamo. Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) refieren que la especie alcanza el 3.4%, con 930 kg de las 28 toneladas movilizadas por Puerto Leguízamo en 2009. De las 230 toneladas de barbachato monitoreadas por la CCI en 2009 para el río Amazonas, indican que los meses de mayor desembarco equivalen al último trimestre del año cuando el nivel del río está aumentando en esa región del país

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación difícil para la especie, dado el medio impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, se pasó de un impacto negativo bajo (19%) de los animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a un índice medio del 41% para la revisión del indicador en 2004 y en 2006 (Nuñez – Avellaneda *et al.* 2007) hasta alcanzar un impacto negativo medio del 48% a finales de 2008 en Puerto Leguízamo. Situación similar se dio en el río

Amazonas, donde la especie presentó un índice bajo (15%) en la revisión de 2004, pero en 2006 ya se había incrementado a un impacto negativamente medio del 44% en 2006 (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007). En la tercera actualización de este indicador, período 2007 – 2008, los registros de Leticia indican que un 53% de los animales son pescados por debajo de la talla reglamentaria.

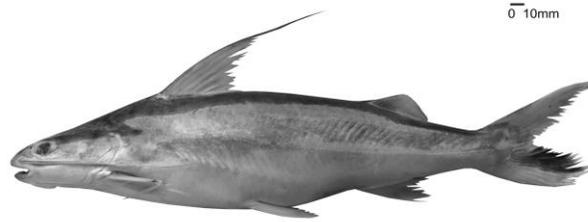
Procesamiento y mercadeo. Esta especie es comercializada en fresco eviscerado y con cabeza, siendo calificado como pez de segunda o cacharro. En los mercados de Leticia, Pedrera, Araracuara y Leguízamo este bagre es comercializado frecuentemente junto con otras especies de bagres. El producto pesquero desembarcado en Leticia se comercializa hacia Bogotá. Para el sector de la cuenca alta del río Putumayo, este recurso es comercializado hacia Florencia y Puerto Asís por vía fluvial, pero en algunas oportunidades se transporta vía terrestre hasta Neiva.

Normativa. Para las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas, el acuerdo 75 de 1989 estableció que la talla mínima debe ser 40 cm de longitud estándar.

Observaciones adicionales. Es una especie relevante para las pesquerías de las cuencas de Amazonas y Orinoco, pero la información que se tiene no es consecuente con su utilización. Poco se conoce de los rasgos de vida de este bagre en la región amazónica, a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006; Santos *et al*, 2006 Britski *et al*, 2007.

10. CAPAZ *Platynemichthys notatus*¹⁴



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Platynemichthys*

Especie: *notatus*

Sinonimias: *Pimelodus notatus* Jardin, 1841

Bagrus punctulatus Kner, 1858

Bagrus nigropunctatus Kner, 1858

Platypogon caerulorostris Starks, 1913

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie se conoce como capaz en el río Amazonas y Caquetá, y Capitán en el río Putumayo. En Brasil se les denomina capaceta, corootá ó cara de gato y en Perú, mota o labio rojo (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: En Colombia y a nivel internacional la especie no aparece registrada dentro de la lista roja de la UICN; no está incluida en los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de la especie se caracteriza por presentar puntos oscuros pequeños distribuidos azarosamente sobre casi toda la superficie del cuerpo, la zona dorsal es gris azulada y la región ventral plateada; el lóbulo caudal inferior tiene una mancha oscura que diferencia esta especie de las demás. El cuerpo, la cabeza y el hocico están levemente deprimidos lateralmente; la maxila se proyecta ligeramente sobre la mandíbula, lo que deja a la boca en posición

¹⁴ Documento editado y publicado como:

Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E. y A. Acosta-Santos. *Platynemichthys notatus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 482-485. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

subinferior; los bordes externos de los dientes ubicados sobre el premaxilar y la mandíbula se extienden a manera de labios, los cuales son visibles aun cuando la boca esta cerrada; los barbillones maxilares son a manera de bandas anchas que se prolongan hasta la parte media de las aletas pectorales; los nostriles están ampliamente separados entre sí; la aleta caudal es ahorquillada; la longitud de la base de la aleta adiposa es menor con respecto a la de la aleta anal; aleta dorsal I6; aleta pectoral I9; aleta anal 16 (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*, 2006).

Talla y peso. Los especímenes de *Platynematchthys notatus* alcanzan tamaños cercanos a 1 m, de tal suerte que Reis y colaboradores (2003), reporta especímenes de hasta 80 cm de longitud estándar, mientras que Barthem & Goulding (1997) sólo mencionan hasta 50 cm. Para Colombia en la década del 90 se tienen referencias de la siguiente manera: en el río Caquetá 82 cm y 8 kg de peso entero para Araracuara, mientras en La Pedrera se registró 85 cm y 12.5 kg; 82 cm y 8,25 kg en Leguízamo para el río Putumayo y con las misma dimensión y peso para el río Amazonas (Agudelo *et al*. 2000). Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 83 cm y 7 kg de peso total en Tarapacá y 82 cm y 7,6 kg para Leguízamo en el río Putumayo y 78 cm de longitud estándar en Leticia. La talla media de madurez para las hembras en la Pedrera es de 76,4 cm (Agudelo, 1994). La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,0000163 \cdot LS^{3,01}$ para el bajo río Caquetá (Agudelo, 1994) y $Wt = 0,00002 \cdot LS^{2,92}$ (Agudelo, 1997). Para la parte alta del río Putumayo la ecuación se expresa como $Wt = 0,00005 \cdot LS^{2,627}$. Igualmente, en este sector la talla promedio de captura es de $42 \pm 9,3$ cm (Figura 5).

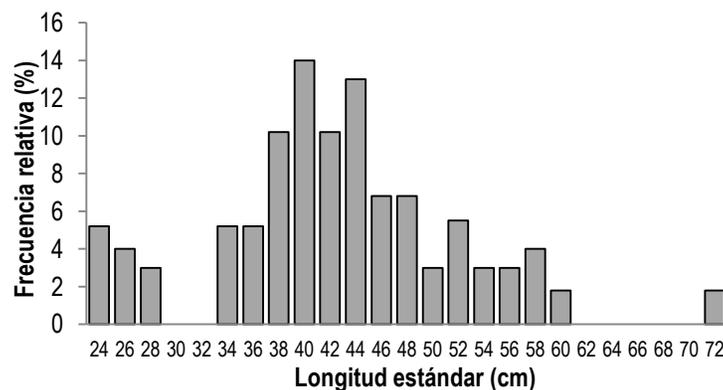


Figura 5. Distribución de frecuencias relativas de *Platynematchthys notatus* en la cuenca alta del río Putumayo.

Distribución geográfica. En Colombia la especie se ha registrado en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá (Araracuara y La Pedrera). A nivel mundial es una especie que se restringe a América del Sur, en la cuenca de los ríos Amazonas y Orinoco en sus recorridos por Bolivia, Brasil, Ecuador,

Guyana Británica, Perú y Venezuela (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Bejarano *et al*, 2006; Maldonado-Ocampo *et al*, 2006).

Alimentación. Según revisiones de los contenidos estomacales de *Platynemichthys notatus* es una especie piscívora consumiendo picalones (*Pimelodus* spp.), bocachico (*Prochilodus* spp.) y chillón (*Potamorhina* spp.), puede complementar su dieta con el consumo de crustáceos como camarones y semillas de guamo (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*, 2006).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Sin embargo, utilizando la Formula de Pauly (1984), se determinó la mayor longitud asintótica (L_{∞}) para la década del 90 en 89.4 cm de longitud estándar para La Pedrera en el río Caquetá y 87.3 cm para Tarapacá en el río Putumayo.

Reproducción. Para el sector de Araracuara y Pedrera (Caquetá) se han reportado individuos maduros en el mes de mayo coincidiendo con el período de aguas ascendentes (Muñoz, 1993, Agudelo, 1994). A la altura de Leticia los individuos de esta especie han sincronizado su período reproductivo con el inicio de la época de aguas altas y realizan desoves totales (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*, 2006).

Migraciones. Se tiene conocimiento que esta especie lleva a cabo migraciones, para el río Caquetá se reportan para el último cuatrimestre del año conjuntamente con bagres de tamaño medio, por lo que incrementan sus capturas (Rodríguez 1991, Agudelo 1994), no se conoce cuál es la escala de desplazamiento, pero es posible suponer que alcance recorrer distancias superiores a 300 kilómetros.

Hábitat. Este pez presenta una gran variedad de hábitats, se encuentra en el cauce principal de los ríos, donde busca las zonas de aguas profundas, habita en cuerpos de aguas blancas, negras y claras; así como en ambientes de playas (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*, 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La mayoría de los capaces son capturados utilizando anzuelos y cordeles en los ríos Caquetá y Putumayo, aunque también se utilizan redes agalleras y a veces arpones. Mientras que gran parte de los ejemplares del río Amazonas son extraídos utilizando redes (Castro 1986, Rodríguez 1991, Salinas 1994, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al*, 2000). Las proporciones de captura en su orden son: cuerdas (68%), Mallas (302%) y el arpón (1%) (Agudelo

et al. 2000). En la pesca con anzuelo es frecuente el uso de carnada viva particularmente bocachico (*Prochilodus* spp), chillón (*Potamorhina* spp), algunos gymnotiformes y lombriz capitana (subclase: Oligochaeta).

Desembarques. En casi todos los centros de acopio de pescado en la Amazonia, es común observar la agrupación de varias especies bajo una misma categoría dentro de la cual se comercializa el capaz. En estas circunstancias, la estimación de los desembarcos pueden ser subestimada para varias especies. Este tipo de situación es común en los bagres medianos como barbiplancho (*P. pinirampu*) y simí (*C. macropterus*) al ser categorizado el conjunto como motas, barbachatos o cacharro sin distinción alguna. Para La Pedrera, esta especie representó el 0,3% de los desembarques de 1992 (Agudelo, 1994). Para el 2009, el monitoreo realizado por la CCI registra un arribo de 940 kg de este pez en Leticia, con el mayor desembarco durante el primer trimestre del año en el período de ascenso y aguas altas del río Amazonas, como igualmente sucede en el río Caquetá.

Indicadores de estado de la especie. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Sin embargo y dada la rareza histórica de la especie en las pesquerías de los diversos ríos de la región, se considera que la especie no se encuentra en estado de amenaza por efectos de la pesca. De cualquier forma, es de vital importancia que por lo menos se logre determinar prontamente, su longitud de madurez y el reglamentar la talla mínima para cada una de las cuencas en la Amazonia colombiana.

Procesamiento y mercadeo. Esta especie es comercializada en fresco, eviscerado y con cabeza; en algunas localidades alejadas de la Amazonia este producto es conservado en salmuera o secado al humo. Los compradores en las zonas de pesca e intermediarios locales en los centros de acopio de Leticia y en la subcuenca del Putumayo y Caquetá adquieren este pez bajo un costo similar que el simí (*C. macropterus*) y barbiplancho (*P. pinirampu*) dado que tienen aspectos en talla y pesos muy similares. A pesar de ello, ante el consumidor de las ciudades colombianas del interior este silúrido se vende por un precio mayor que supera el 200% de lo pagado en región..

Normativa. Esta especie no cuenta con talla mínima reglamentaria o alguna reglamentación precisa para su utilización.

Observaciones adicionales. Es indispensable determinar rasgos de vida de este bagre en la región amazónica, aspectos de la dinámica poblacional y el tipo de migraciones que realiza. Así mismo, establecer la filogenética en la cuenca amazónica.

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Referencia de identificación. Salinas y Agudelo, 2000; Ferreira *et al*, 1998; Castro, 1986.

11. PINTADILLO *Pseudoplatystoma punctifer*¹⁵



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Pseudoplatystoma*

Especie: *punctifer*

Sinonimias: *Platystoma punctifer* Castelanu, 1855

Pseudoplatystoma fasciatum intermedium Eigenmann & Eigenmann, 1888

Pseudoplatystoma fasciatum brevifile Eigenmann & Eigenmann, 1889

Pseudoplatystoma fasciatum nigricans Eigenmann & Eigenmann, 1889

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie se conocía bajo *Pseudoplatystoma fasciatum* y así se denominaba a buena parte de los pintadillos rayados en todo el país y en las aguas continentales de distintos países de Suramérica. Pero Buitrago – Suárez y Burr (2007), utilizando características anatómicas reclasificaron los pintadillos en 8 especies, restringiendo *P. punctifer* para la cuenca amazónica. De cualquier forma, en la comercialización pesquera se conocen como Pintadillos o Rayados en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. En países como Brasil se les denomina popularmente como bagre pintado, sorubim pintado y en el Perú como doncellas (Santos *et al.* 1984, Salinas & Agudelo 2000).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrado en la categoría “En Peligro Crítico” (CR); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN, no hace parte de los apéndices CITES.

¹⁵ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G., Gil-Manrique, B.D., Ajáco, R.E. y H. Ramírez. 2010. *Pseudoplatystoma punctifer* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 509-512. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza por que la zona dorsal es gris oscura, aclarándose hasta hacerse blanca en la parte ventral; sobre las zonas laterales se encuentran una serie de líneas irregulares delgadas y oscuras que se alternan con unas blancas y algunos puntos oscuros, los cuales también se encuentran sobre las aletas. Individuos con el cuerpo cilíndrico y alargado; el hocico es fuertemente deprimido; la maxila superior se proyecta sobre la inferior, lo cual deja a la boca en una posición subterminal; el proceso occipital se une con la placa predorsal; la ranura de la fontanela es alargada y poco profunda; aletas dorsal y pectorales con una espina endurecida; la aleta caudal es bifurcada con los lóbulos redondeados; el origen de la aleta dorsal es equidistante entre el hocico y el fin de la aleta adiposa aleta dorsal I6; aleta pectoral I9; aleta anal 11; rastrillos branquiales 10 (Castro, 1986; ; García y Calderón, 2006; Buitrago-Suárez y Burr, 2007).

Talla y peso. Para la década del 90 se tienen reportes de la siguiente manera: en el río Caquetá 128 cm de longitud estándar y un peso de 19.5 kg en Araracuara, mientras en La Pedrera se registró 120 cm y 16.5 kg en La Pedrera; 115 cm y 12.5 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 114 cm y 15 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 113 cm y 16 kg en Leguízamo y de 116 cm de longitud estándar con 17 kg en peso en Leticia. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,0000003 * LS^{3,24}$ para el sector del Estrecho en el río Putumayo (Freitas, 2003), para el río Amazonas en el sector de Puerto Nariño la relación es $Wt=0,0123 * LS^{2,95}$ (Camacho 2006) y en el área de Leticia, se tiene una relación de $Wt = 0,00003 * LS^{2,784}$.

Distribución geográfica. En Colombia esta especie ha sido reportada en el río Amazonas, ríos Apaporis, Caquetá, Cauca y Putumayo. A nivel mundial su distribución se restringe a América del Sur en la cuenca del río Amazonas que abarca los países de Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Colombia (Salinas & Agudelo, 2000; De Melo *et al*, 2005; Ortega *et al*, 2006; Buitrago-Suárez y Burr, 2007).

Alimentación. De acuerdo con las revisiones realizadas en los contenidos estomacales se considera que *Pseudoplatystoma punctifer* es una especie piscívora, consume principalmente characiformes de tallas menores como curimatidos, *Prochilodus mariae*, agujones (*Boulengerella* sp.), nicuro (*Pimelodus* sp.), mojarra (*Aequidens* sp.) y dormilones; también se han registrado invertebrados terrestres y acuáticos como lombrices, arañas y cangrejos; semillas que caen al agua (yavará y canangucho) y ranas (Salinas & Agudelo, 2000).

Edad y crecimiento. Camacho (2006), estimó los parámetros de crecimiento de la especie para el sector de Puerto Nariño en el río Amazonas mediante distribución de frecuencia de longitudes. Igualmente, el Instituto SINCHI, ha calculado los parámetros de la especie a partir del análisis de longitudes, como se presenta en el siguiente cuadro, junto con otros resultados de la Amazonia:

Estructura	L_{∞}	K	t_0	Fuente	Lugar
Longitudes Estándar	123	0,23		Camacho, K. (2006)	Alto río Amazonas, Colombia
Longitudes Estándar	133,6	0,15		Instituto SINCHI 2010 (Agudelo y Gil - Manrique)	Alto río Amazonas, Colombia
Vertebras, hembras	83,1	0,19	-0,68	Inturias (2008)	Río Itenez, Bolivia
Vertebras, hembras	109,1	0,14	-0,68	Inturias (2008)	Río Mamoré, Bolivia
Longitud estándar	103,1	0,23	-0,48	Payne (1987)	Río Mamoré, Bolivia
	169	0,27		Ruffino y Isaac (2000)	Santarém, Brasil

Reproducción. En los pintadillos, se presenta el mayor porcentaje de individuos desovantes y maduros en aguas ascendentes, conducta de desove registrada para esta especie en el Putumayo, Amazonas y también en el Caquetá. La talla media de madurez gonadal para la especie fue estimada en 69 cm de longitud estándar para el río Putumayo, parecida a la obtenida en el río Amazonas en el sector Brasil – Colombia - Perú (68.5 cm L_e), pero muy inferior a los 79 cm estimados para la especie en el río Caquetá (Camacho *et al.* 2006, Camacho 2006, Freitas 2003, Agudelo *et al.* 2000). Según Camacho (2006), la talla de primera madurez oscila entre 63- 65 cm y la edad de primera madurez entre 2 - 2.6 años.

Migraciones. Estudios realizados indican que en la Amazonía esta especie tiene dos periodos anuales migratorios bien definidos, uno de ellos con fines alimenticios, se lleva a cabo en el periodo de verano, y el segundo, como en la mayoría de los grandes bagres se presenta con fines reproductivos al inicio de la época de lluvias (Camacho 2006, Ajiaco *et al.*, 2002, Agudelo *et al.* 2000).

Hábitat: Los individuos de esta especie habitan los canales principales de los ríos, sin preferencia por algún sector de la columna de agua, ya que se distribuyen desde la superficie y subsuperficie

hasta las zonas más profundas; en caños, áreas de inundación y lagunas. Ocasionalmente es posible encontrarlos en lagunas de desborde (Salinas & Agúdelo, 2000; Ajiaco *et al*, 2002; Galvis *et al*, 2007).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La especie se captura con cordeles y anzuelos, mallas de deriva, zagallas y arpones. De ellos, el más común es el uso del espinel que puede oscilar entre 2 a 5 brazadas, con dos a tres anzuelos No. 4 a 8. Este espinel se ata en las riberas a palos flexibles o tallos delgados según las características del caño o quebrada. Para pescar en el río principal se utilizan espineles de 10 brazadas o más, de 5 a 7 anzuelos, se aplica en aguas bajas, para capturar el pintadillo cuando este se encuentra pescando (Camacho, 2006).

Desembarques. Los pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp.), empiezan a ser importantes en la comercialización pesquera de Leticia después de la segunda mitad de la década del 90. De tal suerte que en la actualidad comparten el primer lugar con dorado (*B. rousseauxii*), en los desembarques en el río Amazonas. Es difícil poder separar los desembarques entre las especies de pintadillo, pero como conjunto, puede decirse que en la presente década gira en torno de las 1.400 toneladas, pero con arribos anuales que han superado las 2 mil toneladas. En la década del 90 los promedios estaban por las 1300 toneladas anuales.

Según registros de la CCI (2010), es el último cuatrimestre del año donde se dan los mayores desembarcos de la especie en el puerto de Leticia. Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) muestran que la especie ocupa el primer lugar en la movilización por Leguízamo con el 5,3 % de las 28 toneladas reportadas en 2009.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el sistema nacional ambiental, muestra una preocupante situación para la especie, dado el alto impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, se pasó de un 60% de animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a un preocupante 80% a corte de 2006. Mientras que en el Amazonas disminuyó de 85 a 75% para el mismo período de tiempo (Nuñez-Avellaneda *et al*. 2007). Sin embargo, según la tasa de explotación *E* calculada por Camacho (2006) entre 0.5– 0.7 año, indica que el stock pesquero del bagre rayado está comenzando a sufrir signos de sobrepesca por

crecimiento y menciona la necesidad de implementar sistemas de manejo apropiados para este sector, puesto que se cifró en sólo 31 % los individuos capturados que superan la talla óptima esperada, 72 cm de longitud estándar.

En tal sentido, los pescadores del Amazonas asocian la disminución del pescado en cuanto a cantidad y composición pesquera, desde la aparición de la malla hacia los años 70. Con este tipo de aparejo, las artes de pesca tradicionales como nasas, arpones y flechas fueron desplazadas, igualmente aparecieron el espinel y el volantín. Al intensificarse la pesca, decreció el número y tamaño de especies como gamitana (*Colossoma macropomum*), el pacamú (*Zungaro zungaro*), el lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*) y por supuesto, los pintadillos (Camacho, 2006)

Procesamiento y mercadeo. En el río Amazonas, Putumayo y Caquetá, los especímenes se comercializan eviscerados, con cabeza y en su mayoría frescos. Para Leticia, cuando provienen de sitios alejados llegan congelados a puerto al ser transportados en embarcaciones dentro de cuartos fríos, pero sí proviene de lugares cercanos se transportan en neveras de icopor con hielo. En sectores del río Putumayo carentes de fluido eléctrico, se salan los peces y se intercambian o venden seco – salados a tiendas móviles que surcan el río. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo es comercializada hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. Antes de separar la *Pseudoplatystoma punctifer* de *Pseudoplatystoma fasciatum* se estableció a través de la resolución 25 de 1971 que para las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, la talla mínima de captura del bagre pintado es de 100 cm de longitud estándar. Para las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas, según el acuerdo 75 de 1989 quedó establecida en 80 cm de longitud estándar (Ajiaco *et al*, 2002).

En cuanto a los periodos de veda, para la cuenca del Magdalena, mediante el acuerdo 09 de 1996 se prohíbe la captura de la especie del 1 al 30 de mayo y del 15 de septiembre al 15 de octubre de cada año. Para la Orinoquía, según el acuerdo 0008 de 1997, no se pueden capturar especies de consumo del 1 al 30 de mayo y del 30 de junio al 30 de julio de cada año (Ajiaco *et al*, 2002).

Observaciones adicionales. Por tratarse de una especie de gran importancia comercial se ve sometida a una fuerte presión pesquera, sin embargo, no se tienen datos exactos sobre el volumen real de captura en los sitios donde se registra, ya que la especie *Pseudoplatystoma punctifer* ha sido reconocida recientemente y separada de *P. fasciatum* (Ajiaco *et al*, 2002).

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

Referencia de identificación. Castro, 1986; García y Calderón, 2006; Buitrago-Suárez y Burr, 2007.

12. PINTADILLO TIGRE *Pseudoplatystoma tigrinum*¹⁶



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Pseudoplatystoma*

Especie: *tigrinum*

Sinonimias: *Platystoma truncatum* Spix y Agassiz, 1829

Platystoma tigrinum Valenciennes, 1840

Platystoma punctatum Valenciennes, 1840

Nombre común y/o indígena: Esta especie es conocida como bagre rayado y pintadillo tigre en las regiones del Amazonas, Putumayo y Caquetá; bagre tigre, capararí o surubim tigre en Brasil; en Bolivia chuncuina y tigre zúngaro en Perú (Salinas y Agudelo, 2000; Ramírez *et al.* 2002; Reis *et al.* 2003; Santos *et al.* 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrada en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos. El patrón de coloración se caracteriza por presentar la zona dorsal oscura y la ventral blanca, el cuerpo se encuentra surcado por una serie de líneas verticales negras o gris oscuro las cuales forman círculos cerrados en algunos casos y se conectan en el dorso con las del lado opuesto, estas líneas se intercalan con puntos o manchas del mismo color, a diferencia de *Pseudoplatystoma punctifer* las líneas blancas apenas sobrepasan la línea lateral y las líneas negras son más anchas y de forma irregular, la aleta adiposa presenta el mismo patrón; las aletas radiadas tienen puntos negros. Individuos con el cuerpo alargado y la cabeza moderadamente deprimida; la

¹⁶ Documento editado y publicado como:

Sánchez, C.L., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G., Bonilla-Castillo, C.A., Ajiaco, R.E. y H. Ramírez. 2010. *Pseudoplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 513-516. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

mandíbula superior es más pronunciada que la inferior, lo que deja la boca en posición subterminal; la fontanela es conspicua, muy larga y dividida, se extiende desde la parte media del hocico hasta el occipital; los barbicelos maxilares no sobrepasan la cabeza; los ojos se disponen casi en posición dorsal; la aleta caudal es lobulada y sin proyecciones filamentosas; el ancho de las franjas oscuras del cuerpo no sobrepasa el diámetro ocular; aleta dorsal I6, aleta pectoral I10, aleta anal 14; rastrillos branquiales 14; vértebras 56-58 (Reid, 1983; Lauzanne y Loubens, 1985; Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Inturias, 2005; Buitrago-Suárez y Burr, 2007).

Talla y peso. De mayor tamaño que *Pseudoplatystoma punctifer*, se reportan longitudes de hasta 125 cm (Barthem y Goulding 1997). Para la década del 90 se tienen referencias en Colombia de la siguiente manera: en el río Caquetá 120 cm de longitud estándar y 19 kg de peso entero para Araracuara, en La Pedrera individuos de 130 cm y 32 kg; 110 cm y 12,8 kg (peso eviscerado con cabeza) en Leguízamo para el río Putumayo y 129 cm y 20 kg (peso eviscerado sin cabeza) para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 110 cm y 15.1 kg por peso eviscerado en Leguízamo y 112.5 cm con 16.5 kg en Tarapacá para el río Putumayo; 122 cm y 17.4 kg (peso eviscerado con cabeza) para Leticia en el río Amazonas. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,00000416 * LS^{3,22}$ para el bajo río Caquetá (Agudelo, 1994) y $Wt = 0,000006 * LS^{3,11}$ (Agudelo, 1997). En la Amazonia boliviana Muñoz y Van Damme (1998) encontraron una relación $Wt = 0,000173 * LS^{2,82}$ en el río Ichilo; mientras que Inturias (2005), determinó relaciones en hembras de pintadillo tigre como $Wt = 0,0000182 * LS^{2,939}$ para el río Itenez y $Wt = 0,000105 * LS^{2,67}$ para el río Mamoré.

Distribución geográfica. *Pseudoplatystoma tigrinum* ha sido reportada en Colombia para los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. A nivel mundial es una especie que restringe su distribución a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas en sus recorridos por países como Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al*, 2006, Buitrago-Suárez y Burr, 2007).

Alimentación. Los individuos de esta especie son considerados piscívoros, se alimentan principalmente de peces de tallas menores como cíclidos, dormilones (*Hoplias* sp.), palometas (*Mylossoma* sp.), chillones (*Potamorhina* spp.), bocachico (*Prochilodus* spp.), agujón (*Boulengerella* sp.), chillón (*Curimata* sp.), simí (*Calophysus macropterus*), omimas (*Leporinus* sp.), cuchas (*Hypostomus* sp.) y sardinatas (*Astyanax* sp.), en revisiones de los contenidos estomacales también se han encontrado restos de loricaridos, caracoles y cangrejos (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*. 2006).

Edad y crecimiento. Han sido colegas bolivianos, los que mayor trabajo han realizado en pro de definir los parámetros de crecimiento de la especie en su Amazonia, como se presenta en el siguiente cuadro:

Estructura	L_∞	K	t₀	Fuente	Lugar
Vertebras, hembras	109,8	0,15	- 0,422	Inturias (2008)	Río Itenez, Bolivia
Vertebras, hembras	129,3	0,13	- 0,245	Inturias (2008)	Río Mamoré, Bolivia
Vertebras, Hembras	125,0	0,12		Payne, A. (1987))	Río Mamoré, Bolivia
Vertebras, Hembras	131,8	0,15	-1,30	Loubens & Panfili (2000)	Río Beni, Bolivia

Reproducción. Para la Amazonia colombiana, se empiezan a notar hembras maduras durante la transición de aguas bajas a aguas en ascenso, sucediendo la reproducción en la etapa de subida del nivel del río, conducta de desove registrada para esta especie en el Caquetá, como sus congéneres presenta dimorfismo sexual asociado con las tallas, siendo las hembras de mayor tamaño (Arboleda, 1986; Agudelo *et al.* 2000).

Migraciones. Estudios realizados indican que en la Amazonía esta especie tiene dos periodos anuales migratorios bien definidos, uno de ellos con fines alimenticios que se lleva a cabo en el periodo de verano, y el segundo con fines reproductivos al inicio de la época de lluvias y creciente de las aguas (Agudelo *et al.* 2000, Camacho 2006, Inturias 2008).

Hábitat. Los individuos de esta especie se encuentran en los canales de los ríos de origen andino, lagos y lagunas conexas, bosques inundados y vegas flotantes, ocupan principalmente el perfil de agua subsuperficial, cargadas de sedimentos; en ambientes de aguas lólicas y lénticas, sin distinción (Salinas & Agudelo, 2000).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La especie es capturada indistintamente utilizando cordeles con anzuelos, mallas de deriva y en menor proporción con zagallas y arpones en los ríos Caquetá y Putumayo y Amazonas. En los raudales del río Caquetá también es común atrapar grandes pejenegros mediante el uso de arpones (Rodríguez 1991, Salinas 1994, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al*, 2000; Camacho 2006). Las proporciones de captura en su orden son cuerdas (47%), Mallas (46%) y el arpón (7%) (Agudelo *et al*. 2000).

Desembarques. Para Leticia, el principal centro de acopio de la Amazonia, después de la segunda mitad de la década del 90 el grupo de pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp.), se tornó importante en la comercialización pesquera y actualmente comparten el primer lugar con dorado (*B. rousseauxii*) en los desembarques. Es difícil poder separar las especies de pintadillo, pero en conjunto, se puede indicar que en la presente década gira alrededor de las 1.400 toneladas, aunque con arribos anuales que superan las 2 mil toneladas. En la década del 90 los promedios estaban por las 1300 toneladas anuales.

Para el período 2006 – 2008 según registros del INCODER en Leticia, sus desembarcos promedian 1104 toneladas conjuntamente con *P. punctifer*. Para el río Putumayo, los datos del SINCHI (2010) indican refieren que la especie se tornó rara en las capturas y no alcanza el 0.5%, con tan solo 80 kg de las 28 toneladas movilizadas por Puerto Leguizamo en 2009.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación difícil para la especie, dado el medio impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas y se presume que igual ocurre en el río Putumayo. En el sector colombiano del río Amazonas se pasó de un estado negativo medio a finales del con 48%, a un índice alto del 62% para las revisiones tanto de de 2004 y de 2006 (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007). Sin embargo, la tercera actualización de este indicador para el período 2007 – 2008, refiere una preocupante situación de impacto negativo muy alto para la especie con un 80% de los individuos comercializados capturados por debajo de la talla reglamentaria; fenómeno que igual ocurre para *P. punctifer* quien presenta una perturbadora cifra del 96% y 85% de los animales pescados por debajo de la talla reglamentaria en los ríos Amazonas y Putumayo, lo que coloca en serio riesgo los rendimientos y permanencia de estas especies en las pesquerías colombianas y de países aledaños.

Procesamiento y mercadeo. Los individuos de esta especie se comercializan eviscerados, con cabeza y descabezados cuando tienen longitudes grandes, en su mayoría en presentación fresco; este tipo de mercadeo se da en el río Amazonas, Putumayo y Caquetá, cuando provienen de sitios alejados llegan congelados al puerto en embarcaciones con cuartos fríos. En sectores del río Putumayo carentes de electricidad, se salan los peces y se intercambian o venden seco – salados a tiendas móviles que surcan el río. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo se comercializan hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o vía aérea hacia la ciudad de Neiva. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. Para las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas, según el acuerdo 75 de 1989 quedó establecida en 80 cm de longitud estándar para los pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp.)

Observaciones adicionales. Por tratarse de una especie relevante dentro de las pesquerías de la cuenca amazónica, se ha visto una disminución en las capturas y las tallas de los individuos comercializados en varios de sus puertos. En tal sentido, la información que se tiene de la especie no es consecuente con su utilización, no se cuenta con datos exactos sobre el volumen real de captura en los sitios donde se registra y se carece de información biológica de este bagre en la región colombiana, a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Buitrago-Suárez y Burr, 2007.

13. CHARUTO *Sorubim lima*¹⁷



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: Sorubim

Especie: lima

SINONIMIA *Silurus lima* Bloch & Schneider, 1801

Sorubim infraoculare Spix in Spix & Agassiz, 1829

Silurus gerupensis Natterer, 1858

Platystoma luceri Weyenbergh, 1877

Sorubim latirostris Miranda-Ribeiro, 1920

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie es conocida como charuto, cucharo, paletón, pico de pato o blanquillo en las regiones del río Amazonas, Putumayo y Caquetá; en Brasil se le llama bico de pato ó bico de moça, en Venezuela se le denomina paleta y en Perú shiripira (Ferreira *et al*; 1998; Salinas & Agudelo, 2000; Buitrago y Álvarez-León, 2002; Reis *et al*, 2003).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrado en la categoría de “Vulnerable” (V); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN y no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de esta especie se caracteriza porque la zona ventral del cuerpo es clara y la dorsal oscura, en tonos que pueden variar entre café y gris; a la altura de la cabeza inicia una franja lateral oscura que termina sobre los primeros radios del lóbulo inferior de la aleta caudal, las aletas son hialinas. El cuerpo es alargado, la cabeza muy deprimida; los ojos se ubican en posición lateral; la característica principal de la especie es la maxila, mucho más

¹⁷ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Sánchez, C.L. y A. Acosta-Santos. 2010. *Sorubim lima* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 522-524. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

pronunciada que la mandíbula, aún cuando la boca se encuentra cerrada es posible observar los dientes premaxilares dispuestos en forma de media luna; las barbillas son teretiformes; el punto de inserción de los barbillones mentonianos internos se ubica a la altura del ápice gular; la longitud de la base de la aleta adiposa no sobrepasa la de la aleta anal; el lóbulo superior de la aleta caudal es alargado, mientras que el inferior es redondeado; aleta dorsal II6; aleta pectoral I8; aleta anal 22; rastrillos branquiales 16 (Ferreira *et al.*, 1998; Salinas & Agúdelo, 2000; Buitrago y Álvarez-León, 2002; De Melo *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006).

Talla y peso. Para esta especie Reis *et al.* (2003), reportan hasta 50.7 cm de longitud total, mientras que para Colombia, en la década del 90 se tienen referencias de la siguiente manera: en el río Caquetá 38 cm de longitud estándar y 0.5 kg de peso total para Araracuara; 87 cm y 7 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 30 cm y 0.5 kg para el río Amazonas. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 55 cm y 1.5 kg de peso entero en Leguízamo y 46 cm para Leticia en el río Amazonas. La relación longitud estándar y peso total de la especie es $Wt = 0,00005 \cdot LS^{2,97}$ para el sector de Leguízamo en el río Putumayo (Sánchez, 1997).

Distribución geográfica. En Colombia esta especie tiene una amplia distribución, en el caso de la Amazonia se han reportado individuos de *S. lima* en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá y sistemas conexos. A nivel mundial su presencia se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas, Paraná, Orinoco y Paranaíba en Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela; así como en el sector tropical del río de La Plata (Galvis *et al.* 1997; Salinas & Agudelo, 2000; Silvano *et al.* 2001; Reis *et al.* 2003; Maldonado-Ocampo *et al.* 2006; Ortega *et al.* 2006).

Alimentación. De acuerdo con revisiones de los contenidos estomacales de algunos individuos de *Sorubim lima*, se cataloga como carnívoros, basan su dieta en el consumo de peces de tallas pequeñas, crustáceos, insectos, gusanos y otros animales que se encuentran en el fondo, también se han registrado vegetales, semillas y detritos. (Ferreira *et al.*; 1998; Salinas y Agudelo, 2000; De Melo *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Para la región del Pantanal brasileño Peña y colaboradores (2004), utilizando lectura de anillos de crecimiento en espinas pectorales, han definido una longitud asintótica para la especie de 56 cm de longitud horquilla y una tasa de crecimiento (K) baja de 0.24 año^{-1} y t_0 de -2.605 años.

Reproducción. Esta especie ha sincronizado su época reproductiva con el inicio de la creciente de los ríos amazónicos (Ferreira *et al.* 1998, Santos *et al.*, 2006; Salinas y Agudelo, 2000; Galvis *et al.*, 1997).

Migraciones. Como con otros pimelódidos, hay evidencia que realizan migraciones asociadas con la reproducción (Agudelo *et al.* 2000, Pixier *et al.* 2006).

Hábitat: Los individuos de esta especie se encuentran con frecuencia en las zonas de vegetación marginal, donde es posible observarlos en posición vertical con la cabeza hacia abajo; en gramalotes y lagunas caracterizadas por que algunas condiciones físicas y químicas del agua como el rango de temperatura y pH varían entre los 22 a 26°C y 6,5 a 6,9 (Salinas y Agudelo, 2000; Buitrago y Álvarez-León, 2002; De Melo *et al.*, 2005; Galvis *et al.* 2006).

Aspectos pesqueros

Método de captura. Diversos tipos de aparejos son usados para la captura de esta especie, por lo que es posible usar atarraya, trasmallo, líneas de mano, nylon, tapajes y chinchorro (Salinas y Agudelo, 2000, Agudelo *et al.* 2006).

Desembarques. La especie se comercializa con frecuencia bajo la categoría de “cacharro”, que cobija a diferentes especies de escama y/o bagres pequeños, por tanto la movilización es difícil de estimar.

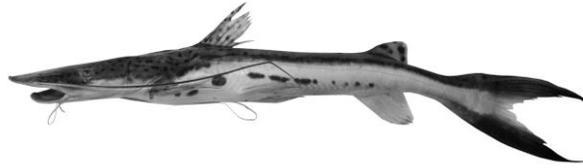
Indicadores de estado de la especie. No se registra información sobre este tema para la especie

Procesamiento y mercadeo. La especie se comercializa de manera general en presentación entero en estado fresco y eviscerado. Se comercializa especialmente para el consumo local de los asentamientos nucleados como Leguízamo, Pedrera y Leticia.

Observaciones adicionales. A pesar de la importancia de esta especie en el consumo local y como acompañante del pescado menudo comercializado, su biología es poco conocida en la Amazonia colombiana.

Referencia de identificación. Castro, 1986; Ferreira *et al.*, 1998; García y Calderón, 2006; Littmann, 2007.

14. PEJELEÑO *Sorubimichthys planiceps*¹⁸



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Sorubimichthys*

Especie: *planiceps*

Sinonimias: *Platystoma planiceps* Spix y Agassiz, 1829

Sorubim pirauáca Spix y Agassiz, 1829

Sorubim jandia spix y Agassiz, 1829

Platystoma spastula Spix y Agassiz, 1829

Sorubimichthys ortonii Gill, 1870

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie es conocida como pejeleño, güerevere, paletón y cabo de hacha en las regiones del Amazonas, Caquetá y Putumayo; en cercanías de la ciudad de Leticia también se identifica como mango de hacha, palo o leño. En Brasil se les denomina popularmente como pirauaca, chicote, peixe lehna; en Perú como achacubo y paleta en Bolivia (Salinas y Agudelo, 2000; Ramírez *et al*, 2002; Reis *et al*, 2003).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrada en la categoría “Vulnerable” (V); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN, no hace parte en los apéndices de CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de los individuos de esta especie se caracteriza porque la zona dorsal es gris, con numerosos puntos oscuros que inician en la región cefálica y se extienden hasta la aleta caudal; la región ventral es blanca con algunas manchas oscuras que se extienden hasta los flancos; desde el área humeral se observan un par de líneas oscuras y discontinuas que se extienden hasta los lóbulos de la aleta caudal. El cuerpo es muy alargado al

¹⁸ Documento editado y publicado como:

Acosta-Santos, A. y E. Agudelo. 2010. *Sorubimichthys planiceps* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 527-529. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

igual que la cabeza; el hocico es plano, con la mandíbula superior muy proyectada sobre la inferior lo cual permite que los dientes sean visibles aún cuando la boca se encuentra cerrada; ojos en posición superior; los barbicelos mentonianos son cortos, no se prolongan por detrás del opérculo; la aleta caudal es ahorquillada; la aleta dorsal es equidistante entre la boca y el punto de origen de la aleta adiposa; la longitud de la base de la aleta adiposa es similar al de la aleta anal; la espina de la aleta pectoral es conspicua; aleta dorsal I6; aleta pectoral I10; aleta anal 11; rastrillos branquiales 12 (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006).

Talla y peso. La máxima longitud encontrada para la especie ha sido de 109 cm de longitud estándar en el sector de Puerto Leguízamo con 8 kg de peso total. Para el río Caquetá, se tienen peces de 104 cm y 9 kg en Araracuara, 106 cm y 8.5 kg de peso en La Pedrera. Y para Leticia, 105 cm y 8 kg de peso (Agudelo *et al.* 2000; Instituto SINCHI 2010). Barthem y Goulding (1997) reportan animales de hasta 150 cm de longitud estándar para la cuenca amazónica.

Distribución geográfica. En la Amazonia colombiana se encuentra en los ríos de origen andino como el Caquetá, Putumayo y Amazonas. Igualmente en las aguas de transición de las bocanas de río de llanura amazónica como el río Yavarí, aguas debajo de Leticia. A nivel mundial su distribución se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco (Castro, 1986; Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al.*, 2003; Galvis *et al.*, 2006; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2006).

Alimentación. Se reconoce como una especie piscívora, consumiendo peces limnéticos y de fondo, cuando están en etapa larval pueden alimentarse de individuos de la misma especie; complementan su dieta con algunos invertebrados (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al.*, 2006).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños

Reproducción. En la Amazonia colombiana, el proceso reproductivo coincide con la transición de aguas bajas para aguas en ascenso (Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al.*, 2000).

Migraciones. La especie realiza movimientos longitudinales, aunque no se conoce a ciencia cierta si se asocian con procesos reproductivos. Para Venezuela, se reporta migración como acompañante de cardúmenes de bocachico *Prochilodus mariae*, los cuales hacen parte de su dieta (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al.*, 2006).

Hábitat: Esta especie habita en los cauces principales de ríos andinos de la cuenca amazónica y zonas de confluencia de ríos de aguas negra (Salinas y Agudelo, 2000; De Melo *et al*, 2005).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La especie es capturada principalmente con el uso de anzuelos, vía líneas de mano o espineles. Aunque en ocasiones puede atraparse con redes de deriva (Agudelo *et al*. 2000, Agudelo 1994).

Desembarques. En las pesquerías de la Amazonia colombiana el Pejeleño ocupa un lugar importante, para el período 1996 – 2008 según registros del INPA – INCODER en Leticia, sus desembarcos promedian 75 toneladas por año. Para el 2009, el monitoreo realizado por la CCI registra los mayores desembarcos a mediados del año entre aguas altas y aguas en descenso.

Indicadores de estado de la especie. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños

Procesamiento y mercadeo. La especie es comercializada eviscerada y con cabeza, cuando el individuo supera los 3 kilogramos es ofrecido sin cabeza, en estado fresco o enhielado. Algunas veces se conserva seco – salado o en salmuera en comunidades alejadas de cabeceras municipales. Tanto en Leticia, como en la parte alta del río Putumayo y baja del río Caquetá, esta especie se comercia como “cacharro” cuando no supera 3 kg, lo que genera dificultades en la determinación real del desembarque. Los desembarcos de Leticia se movilizan al interior del país vía aérea o fluvial con destino principal a Bogotá. Desde Leguízamo se comercializa a Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva.

Normativa. Por medio del acuerdo 75 de 1989 se estableció que la talla mínima de captura para pejeleño de 95 cm de longitud estándar para las cuencas de los Ríos Caquetá y Amazonas..

Observaciones adicionales. La información que se tiene de la especie no es consecuente con su utilización, pues poco se sabe de los rasgos de vida de este bagre en la región amazónica, a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Castro 1986; Salinas y Agudelo, 2000; García y Calderón, 2006.

15. AMARILLO *Zungaro zungaro*¹⁹



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: Zungaro

Especie: zungaro

Sinonimias: *Pimelodus zungaro* Humboldt, 1821

Bagrus flavicans Castelnau, 1855

Zungaro humboldtii Bleeker, 1858

Platystoma lütkeni Steindachner, 1876

Nombre común y/o indígena: En Colombia esta especie se conoce como amarillo, pejenegro, toro, toruno, bagresapo y Pacamú; en el Perú se le denomina chontaduro, cunchimama; en Brasil pejesapo, pacamú, jaú, pacamão y en Venezuela bagre amarillo, itoto, burrote (Salinas y Agudelo 2000; De Melo *et al.* 2005; Galvis *et al.* 2006; Santos *et al.* 2006).

Estatus de conservación: Para Colombia aparece registrada en la categoría “En Peligro” (EN); a nivel internacional no está incluida en la lista de la UICN; no hace parte de los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración de los individuos de esta especie se caracteriza por que la zona dorsal del cuerpo varía entre verde oliva y amarillo, con manchas oscuras de tamaño pequeño, que se encuentran incluso sobre las aletas; la región ventral es más clara. El cuerpo es robusto; la cabeza es corta y achatada; el proceso occipital es más largo que ancho y no se une con la placa predorsal; la mandíbula es un poco más corta que la maxila lo que deja a la boca en posición subinferior; las barbillas son teretiformes y cortas, no se prolongan más allá de la aleta dorsal; los

¹⁹ Documento editado y publicado como:

Sánchez, C.L., Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Gómez, G. y C.A. Bonilla-Castillo. 2010. *Zungaro zungaro* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 533-536. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usmá, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

ojos son superiores; la fontanela es corta y estrecha; la aleta caudal es bifurcada, con los bordes redondeados; la espina de la aleta pectoral es muy fuerte; la longitud de la base de la aleta adiposa es mayor que la dorsal y la anal; aleta dorsal I6; aleta pectoral I11; aleta anal 10; rastrillos branquiales 11 (Salinas y Agudelo 2000; De Melo *et al.* 2005; Galvis *et al.* 2006; Santos *et al.* 2006).

Talla y peso. Es uno de los bagres más robustos de las aguas dulces de Suramérica, con longitudes reportadas de hasta 140 cm (Barthem y Goulding 1997). Para la década del 90 se tienen referencias en Colombia de la siguiente manera: en el río Caquetá 144 cm y 69 kg de peso entero para Araracuara, en La Pedrera se registró 153 cm y 78 kg; 135 cm y 44 kg en Leguízamo para el río Putumayo y 151 cm y 45 kg para el río Amazonas (Agudelo *et al.* 2000). En Araracuara, Arboleda (1986) reportó ejemplares de 165 cm. Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan un máximo de 144 cm y 48 kg por peso eviscerado para Leguízamo en el río Putumayo y 150 cm y 82 kg para Leticia en el río Amazonas. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,00002468 * LS^{2,96}$ para el bajo río Caquetá (Agudelo, 1994) y $Wt = 0,00007LS^{2,71}$ (Agudelo, 1997) mientras que para el último quinquenio, en el área de Leticia se tiene una relación de $Wt = 0,00002 * LS^{2,99}$.

Distribución geográfica. En Colombia esta especie ha sido reportada en las cuencas de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. A nivel mundial su distribución se restringe a América del sur, en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela (Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al.*, 2003; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2006).

Alimentación. *Zungaro zungaro* es considerada una especie piscívora, los adultos depredan tanto carácidos como silúridos con longitudes entre 20 y 40 cm, sus principales presas son palometas (*Mylossoma* sp.), chillones (*Potamorhina* sp.), bocachico (*Prochilodus* sp.), sardina (*Astyanax* sp.), sabaleta (*Brycon* sp.), perros (*Raphiodon* sp.), arenca (*Tripottheus* sp.), ominas (*Leporinus* sp.), simí (*Calophysus macropterus*), mapará (*Hypophthalmus* spp.), simí mollejón (*Pimelodina flavipinnis*) y picalones (*Pimelodus* spp.). En revisiones de contenidos estomacales realizados a individuos juveniles se han registrado, frutos provenientes de los planos inundables. Esta especie puede complementar su dieta con el consumo de crustáceos y hojarasca (Ferreira *et al.*, 1998; Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al.*, 2000; De Melo *et al.*, 2005; Galvis *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2006; Galvis *et al.*, 2007).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños.

Reproducción. La dinámica reproductiva de este bagre se da durante el período en que el nivel del río aumenta y se mantiene en su máximo nivel (Salinas y Agudelo 2000; Agudelo *et al.* 2000).

Migraciones. Como la mayoría de los grandes bagres sus migraciones están asociadas con la reproducción e igualmente, se reportan movimientos longitudinales de la especie siguiendo cardúmenes de carácidos y pequeños bagres para el río Caquetá (Arboleda, 1986; De Melo *et al.*, 2005).

Hábitat: Este pez se encuentra en ambientes asociados a fondos rocosos y de palizadas; ocupa las zonas más profundas en los cauces principales de ríos y grandes caños de naturaleza lodosa; los individuos juveniles se hallan en gramalotes; es un habitante frecuente de raudales como los chorros ed Córdoba y Araracuara en el río Caquetá (Salinas y Agudelo, 2000; De Melo *et al.*, 2005; Galvis *et al.*, 2007).

Aspectos pesqueros

Método de captura. La mayoría de los pejenegros son capturados utilizando anzuelos y cordeles en los ríos Caquetá y Putumayo, mientras que buena parte de los ejemplares del río Amazonas son extraídos utilizando redes agalleras de deriva. En los raudales del río Caquetá también es común atrapar grandes pejenegros mediante el uso de arpones (Rodríguez 1991, Salinas 1994, Agudelo 1994, Salinas y Agudelo, 2000; Agudelo *et al.*, 2000). Las proporciones de captura en su orden son cuerdas (50%), Mallas (42%) y el arpón (8%) (Agudelo *et al.* 2000).

Desembarques. El Pejenegro (*Zungaro zungaro.*), es una especie que cobra relevancia en la comercialización pesquera del Caquetá y cobró importancia en el Amazonas en la segunda mitad de la década del 90. Históricamente la especie no ha superado un promedio de 5% en el aporte anual y hasta 1995 no se contaba con cifras del desembarque de este bagre. Para el resto de la década del 90 representó el 4% del desembarque (350 toneladas) y en la década actual, incrementó su aporte anual al 7% del desembarque con 520 toneladas anuales movilizadas por Leticia. Para el río Caquetá en La Pedrera la especie representaba un 11% de las 49.3 toneladas cosechadas en 1984 (Rodríguez, 1991) y 6.1% de las 146 toneladas de 1992 (Agudelo, 1994). Para el Putumayo, las cifras son irrisorias, por lo que la especie es mezclada y movilizada en junto a otros bagres.

Para el período 2006 – 2008 según registros del INCODER en Leticia, sus desembarcos promedian 515 toneladas por año. Para el 2009, el monitoreo realizado por la CCI registra al último trimestre

del año donde se dan los mayores desembarcos de la especie, coincidente con los niveles de aguas en ascenso del río como igual sucede en el Caquetá.

Indicadores de estado de la especie. El indicador titulado “Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias de la captura de bagres comerciales en la Amazonia colombiana” que es generado y actualizado por el Instituto SINCHI ante el Sistema Nacional Ambiental - SINA, muestra una situación difícil para la especie, dado el medio impacto negativo de las labores pesqueras tanto en el río Amazonas como en el río Putumayo.

Para el río Putumayo, se pasó de un impacto negativo alto (52%) de los animales capturados por debajo de la talla reglamentaria a finales de la década del 90 a una rareza en las capturas de la especie en los desembarcos de Puerto Leguízamo a corte de 2009. Mientras que en el río Amazonas se presentó una leve recuperación de la especie que pasó de de un estado alto (69%) en 2004 a uno negativamente medio en 2006 con 36% de los individuos capturados por debajo de la talla reglamentaria (Nuñez – Avellaneda *et al* 2007). En la tercera actualización de este indicador, período 2007 – 2008, los pocos registros de peces capturados en el área de Leticia presentan un 41% de animales pescados por debajo de la talla reglamentaria.

Procesamiento y mercadeo. La comercialización de esta especie en los ríos de la cuenca amazónica como el Amazonas, Putumayo y Caquetá, presenta individuos eviscerados, sin cabeza y en su mayoría frescos. Si las distancias del área de captura al centro de acopio y comercialización son considerables, llegan congelados y son transportados en embarcaciones dentro de cuartos fríos. De Leticia se envían a Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo se comercializan hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva. Desde La Pedrera y Araracuara, se remite vía aérea hasta Villavicencio.

Normativa. A través de la resolución 1987 de 1981 se estableció para la Orinoquía colombiana que la talla mínima de captura no debe ser inferior a 80 cm de longitud estándar. Para las cuencas de los ríos Caquetá y Amazonas, el acuerdo 75 de 1989 estableció que la talla mínima debe ser 80 cm de longitud estándar.

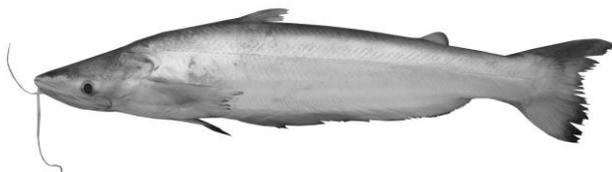
Observaciones adicionales. Por tratarse de una de las especies más relevantes dentro de las pesquerías de las cuencas de Amazonas y Orinoco, se ha visto una disminución en las capturas y las tallas de los individuos comercializados. En tal sentido, la información que se tiene de la especie

Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres en Amazonia colombiana y sus zonas de frontera

no es consecuente con su utilización, pues poco se sabe de los rasgos de vida de este bagre en la región amazónica, a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Castro, 1986; García y Calderón, 2006; Britski, *et al*, 2007.

16. MAPARÁ *Hypophthalmus edentatus*²⁰



Fotografía: A. Acosta-Santos, CIACOL-SINCHI

Orden: Siluriformes

Familia: Pimelodidae

Género: *Hypophthalmus*

Especie: *edentatus*

Sinonimias: *Hypophthalmus spixii* Valenciennes, 1840

Nombre común y/o indígena: Conocido como mapará en el Caquetá y en las zonas de la Amazonía colombiana y brasileña; en el Perú se reconoce popularmente como maparate (Salinas y Agudelo, 2000; Santos *et al*, 2006).

Estatus de conservación: En Colombia y a nivel internacional la especie no aparece registrada dentro de la lista roja de la UICN; no esta incluida en los apéndices CITES.

Caracteres distintivos: El patrón de coloración en los individuos adultos se caracteriza porque la zona dorsal y la cabeza son gris oscuro, mientras que la ventral es beige, este patrón se extiende hasta las aletas pectorales; la cabeza se encuentra cubierta por una serie de puntos negros muy pequeños, la aleta adiposa es gris oscuro; el margen de la aleta caudal presenta una banda oscura; los barbillones mentonianos son más oscuros que el resto del cuerpo, pero no llegan a ser negros. El cuerpo de *Hypophthalmus edentatus* es fusiforme y ligeramente comprimido, con la cabeza plana en la zona anterior; los ojos se localizan sobre su zona lateral, un poco volteados hacia abajo; la espina dorsal es flexible; el punto de inserción de las aletas pélvicas se encuentra por delante de la inserción de la aleta dorsal; la aleta caudal es emarginada, rastrillos branquiales largos y numerosos; aleta dorsal I6; aleta pectoral I12; aleta anal con más de 50 radios; más de 100 rastrillos branquiales en el primer arco branquial (López-Fernández y Winemiller, 2000; García y Calderón, 2006).

²⁰ Documento editado y publicado como:

Agudelo, E., Acosta-Santos, A., Ajiaco, R.E. y H. Ramírez. 2010. *Hypophthalmus edentatus* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 440-446. En: Lasso, C.A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco- Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres, A. I. Sanabria (Eds). Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Talla y peso. Se han capturado especímenes hasta de 57,5 cm de longitud total y un peso de 2,1 kg (Castro, 1986; Reis *et al*, 2003). para Amazonia colombiana, en la década presente, la mayor longitud reportada fue de 54 cm de longitud estándar en Leguízamo y 51 cm en Leticia. Mientras que en la década del 90 se tiene reportes para la especie en el río Caquetá (Araracuara) de 34 cm con 270 g de peso total; en el río Putumayo con 50 cm y 1,6 kg para Leguízamo y 47 cm con 0,9 kg en Tarapacá; mientras que en Leticia se registró 49 cm con 0,9 kg.

Distribución geográfica. En Colombia esta especie se ha reportado en los ríos Putumayo, Caquetá y Amazonas y sus lagunas de desborde. A nivel mundial su distribución se restringe a América del Sur en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en sus recorridos por países como Brasil, Guayana, Perú, Venezuela, Surinam, Ecuador (Salinas y Agudelo, 2000; Reis *et al*, 2003; Galvis *et al*, 2006; Ortega *et al*, 2006).

Alimentación. Esta especie se clasifica como filtradora, según revisiones realizadas en los contenidos estomacales se sabe que basan su dieta en el consumo de zooplancton (cladóceros, copépodos y ostrácodos), ocasionalmente incluyen camarones juveniles y en fases larvares e insectos como dípteros, efemerópteros y larvas; según la morfología de sus rastrillos branquiales (largos y numerosos), esta (Salinas y Agudelo 2000, Galvis *et al*. 2006).

Edad y crecimiento. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños. Para el río Paraná Angelini y Agostinho (2005), reportan una longitud asintótica de 56 cm con una tasa de crecimiento (K) de 0.28 año⁻¹

Reproducción. Esta especie ovípara, ha sincronizado su época de reproducción con el final del periodo seco e inicio de la creciente del río; la maduración sexual se presenta cuando los individuos alcanzan los 22 cm de longitud; realizan desoves parciales, depositando cerca de 8.000 ovocitos por desove, sus huevos y larvas son planctónicos (Ferreira *et al*, 1998; Ambrosiό *et al*, 2003; Santos *et al*, 2006).

Migraciones. Realiza migraciones cortas y movimientos verticales diarios asociadas a sus hábitos alimenticios (Ambrosiό *et al* 2003; Angelini & Agostinho, 2005).

Hábitat: Los individuos de esta especie habitan en el canal principal de los ríos y en sus lagunas de desborde, se ubican en aguas superficiales e intermedias (López-Fernández y Winemiller, 2000; Salinas y Agudelo, 2000).

Aspectos pesqueros

Método de captura. Para capturar individuos de *Hypophthalmus edentatus* en las pesquerías comerciales se emplean redes agalleras, con ojo de malla de 8mm, las cuales son operadas durante la noche y solo en la superficie para evitar la captura de juveniles (Ambrosió *et al*, 2003).

Desembarques. Para la Amazonia colombiana el mapará ocupa el duodécimo lugar en las movilizaciones reportadas desde Leticia, de tal suerte que el promedio movilizado para la presente década gira en torno de las 238 toneladas por año, mientras que en la década del 90 no se superaban las 63 toneladas anuales. Según la estadísticas del INCODER para la zona, su comercialización hacia el interior del país ha variado alrededor de las 300 toneladas entre los años 2007 y 2009.

Indicadores de estado de la especie. Sin referencias para la Amazonia colombiana o sectores geográficos aledaños

Procesamiento y mercadeo. La especie es comercializada de forma eviscerada y con cabeza, en estado fresco o enhielado bajo el título de mapará. Sin embargo, cabe anotar que la especie *Hypophthalmus marginatus* es también comercializadas bajo el nombre de mapará, pero en muy baja cuantía. Las capturas son comercializados en el puerto de Leticia para posteriormente ser movilizados hasta Bogotá vía aérea o fluvial (con destino intermedio en Puerto Asís) y de allí a otras localidades cercanas. Desde la ciudad de Leguízamo es comercializada hacia las ciudades de Florencia y Puerto Asís vía fluvial o aérea hacia la ciudad de Neiva. Desde La Pedrera en el río Caquetá se moviliza hacia Villavicencio por vía aérea.

Observaciones adicionales. La información que se tiene de la especie no es consecuente con su utilización, pues poco se sabe de los rasgos de vida de este bagre en la región amazónica, a pesar de ser un pez frecuente en el comercio local.

Referencia de identificación. Ferreira *et al*, 1998; López-Fernández y Winemiller, 2000.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, E. 1994. Composición y esfuerzo de las capturas comerciales en el bajo río Caquetá, Sector La pedrera (Amazonia colombiana). Tesis pregrado. Universidad del Valle. Cali. 131 p.

Agudelo, E. 1997. Proyecto recurso pesquero comercializable en los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo. Informe de avance.. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Documento inédito. Leticia.

Agudelo, E., Y. Salinas, C.L. Sánchez, D. L. Muñoz – Sosa, J.C. Alonso, M. E. Arteaga, O. J. Rodríguez, N. R. Anzola, L. E .Acosta, M. Núñez & H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia Colombiana: Un Recurso Sin Fronteras. Fabrè, N.N., Donato, J. C. & J. C. Alonso (Eds). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Bogotá. 252p.

Agudelo, E., J. M. Alzate, O. L. Chaparro, J.H. Argüelles & C. P. Peña. 2004. Cuantificación y aprovechamiento de los subproductos pesqueros en el trapezio amazónico colombiano. Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA. En:
http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112712137_Subproductos%20pequenos%20en%20el%20trapezio%20amazonico.pdf

Agudelo, E.; Sánchez, C. L.; Acosta, L. E.; Mazorra, A.; Alonso J. C.; Moya, L. A. & Mori, L. A. 2006. La pesca y la acuicultura en la frontera colombo – peruana del río Putumayo. En: Agudelo, E., Alonso, J. C. & L. A. Moya (Eds). 2006. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo – peruana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Instituto Nacional de Desarrollo del Perú. Editorial Scripto Ltda. Bogotá, D. C. Pp: 59-78.

Ajiaco R. E., H. Ramírez, , y R. Álvarez-León.2002. *Brachyplatystoma filamentosum*. Pp. En: Mojica J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.) Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 286 p.

Ajiaco R. E.; H. Ramírez., y R. Álvarez-León. 2002. *Brachyplatystoma vaillantii* Pp. 112 – 114. En: Mojica, J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá

Ajiaco R. E.; H. Ramírez., y R. Álvarez-León. 2002. *Brachyplatystoma juruense* Pp. 140 – 142. En: Mojica, J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Ajiaco, R. E., Ramírez, H., y R. Álvarez-León. 2002. *Pseudoplatystoma fasciatum*. 97 – 101. Pp. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, 286 p.

Alonso, J. C. 2002. Padrão espaço – temporal da estrutura populacional e estado atual da exportação pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: pimelodidae), no sistema estuário – Amazonas – Solimões. Tesis doctorado. UFAM – INPA. 216p

Alonso, J.C. & N. N. Fabré. 2003. Spatial and temporal pattern of the population structure and current State of fishing exploitation of the dourada (*Brachyplatystoma flavicans*, Lichtenstein, 1819) along the system estuary-amazonas-solimões. Abstract in Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries: Sustaining Livelihoods and Biodiversity in the New Millennium (Welcomme R. L. & Petr T., eds). Phnom Penh: FAO & Mekong River Commission.

Alonso, J.C. & L.E. Pirker. 2005. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada. In: O manejo da pesca dos grandes Bagres migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas. Fabré, N.N. & R. Barthem (Eds). Ibama – ProVárzea. Manaus. 19 – 26 p.

Ambrosiό, A. M., L. C. Gomes y A. A. Agostinho. 2003. Age and growth of *Hypophthalmus edentatus* (Spix), (Siluriformes, Hypophthalmidae) in the Itaipu Reservoir, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20 (2). P. 183 - 190.

Angelini, R. & A.A. Agostinho. 2005. Parameter Estimates for Fishes of the Upper Paraná River Floodplain and Itaipu Reservoir (Brazil). *NAGA, WorldFish Center Newsletter* Vol. 28 No. 1: 53-57 Pp.

Arboleda, A.L. 1986. Biología pesquera de los grandes bagres del río Caquetá. Centro de investigaciones Pesqueras UJTL, COA, Bogotá.

Barbarino, A. y D. Tharpon. 1995. Peces de la pesca deportiva. Una guía de identificación y reglamentación de los peces de agua dulce en Venezuela. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ) y fundación POLAR. 155 p.

Barthem, R. 1990. Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). Tesis doctorado. Universidad Estadual de Campinas. Brasil. 268p.

Barthem, R. y M. Goulding. 1997. The catfish Connection. Ecology, Migration and Conservation of Amazonian Predators. Columbia University Press, New York

Bejarano, I., B. María del Pilar; M. José Iván. 2006. La comunidad íctica del río Mesay durante el periodo de aguas altas (Caquetá, Amazonía Colombiana). *Caldasia* 28(2): 359-370.

Bonilla-Castillo, C. A. Alonso, J.C. y E. Agudelo. 2009. Algunos parámetros poblaciones del bagre baboso o flemoso (*Brachyplatystoma platynemum*, Boulenger, 1819) en la cuenca alta del río Putumayo. En: Resumen, X Simposio Colombiano de Ictiología, III Encuentro Colombo-Venezolano de Ictiología y primer encuentro suramericano de Ictiología. Medellín, Colombia. 25 – 29 mayo de 2009, p. 67.

Britski, Heraldo A., Keve Z. de S. de Solimon y Balzac S. Lopes; 2007. Peixes du pantanal: Manual de identificacao. Embrapa, Informacao Tecnológica. Segunda Edición. Brasilia, DF – Brasil. 230 p.

Buitrago U. A. y R. Álvarez-León. 2002. *Sorubim lima*. Pp. En: Mojica J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.) Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 286 p.

Buitrago-Suárez, U. A. y B. M. Burr. 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*. Volumen: 1512. p 1 - 38

Camacho, K. 2006. La pesca del bagre pintadillo rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766): aspectos del conocimiento Local, de la biología pesquera y de los parámetros Poblacionales en el alto río amazonas (sector de Leticia – colombia). Tesis MSc. Universidad Nacional. Leticia. 145p.

Camacho, K.; Alonso, J. C.; Cipamocha, C.; Agudelo, E.; Sánchez, C.L.; Freitas, A.; Gaya, R. & Moya, L. A. 2006. Estructura de tamaños y aspectos reproductivos del recurso pesquero aprovechado en la frontera colombo-peruana del río Putumayo. En: Agudelo, E., Alonso, J. C. & L. A. Moya (Eds). 2006. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo – peruana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Instituto Nacional de Desarrollo. Bogotá. Pp: 47-58.

Castro, D. 1986. Los bagres de la subfamilia Sorubiminae de la Orinoquía y Amazonía Colombiana (Siluriforme – Pimelodidae). Boletín Ecotrópica. Departamento de Investigaciones científicas – Museo del Mar. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Serie: No. 13, Bogotá, p 1 – 40 p.

Castro, D. M & C.A. Santamaría. 1993. Informe final sobre el estado del stock pesquero de los grandes bagres comercializados en el sector de Araracuara durante el año de 1991. COA. Bogotá. 78 p.

Castro, D. 1994. Peces del río Putumayo, sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. 174 p.

Da Silva, J. 2010. Caracterização genética da dourada - *Brachyplatystoma rousseauxii*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae) na Amazônia por meio de marcadores moleculares mitocondriais e microssatélites: subsídios para conservação e manejo. Tesis Doctorado. INPA. Manaus. 148p

De Melo C. E., J. D. Lima, T. L. Melo y V. Pinto-Silva. 2005. Peixes do rio Das Mortes. Identificação e ecologia das espécies mais comuns. Unemat editora. Cuiabá, MT – Brasil. 145 p.

Fabré, N.N. & R. Barthem (Eds). 2005. O manejo da pesca dos grandes Bagres migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas. Ibama – ProVárzea. Manaus. 114p.

Ferreira E. J., Zuanon J. A. y Do Santos G. M. 1998. Peixes comerciais do meio Amazonas: região de Santarém, Pará. Ministerio do medio ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal. IBAMA, Brasilia. 211 p.

Freitas, A. 2003. Longitud de primera maduración y época de desove de dorado, *Brachyplatystoma flavicans*; salton, *Brachyplatystoma filamentosum*, doncella, *Pseudoplatystoma fasciatum* y tigre zúngaro, *Pseudoplatystoma tigrinum* en el río Putumayo. Tesis de grado. Universidad Nacional de la Amazonia peruana. 91 p.

Galvis, G., J. I. Mojica y M. Camargo. 1997. Peces del Catatumbo. Organización Cravo Norte. D'Vinni Editorial Ltda. Primera edición. Bogotá – Colombia- 118 p.

Galvis, G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano-Rivadeneira, F. Arbeláez, E. Prieto & M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas. Región de Leticia. Serie de Guías Tropicales de Campo No. 5. Conservación Internacional, Panamericana, Colombia – Bogotá.: 548 p.

Galvis, G., Sanchez-Duarte P., Mesa-Salazar L. M., Lopez-Pinto, Y., Gutierrez, M. A., Gutiérrez-Cortes A., Leiva, M. y Castellanos C. 2007. Peces de la Amazonía Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Universidad Nacional de Colombia e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Colombia – Bogotá. 489 p.

García, V.H. y H. Calderón. 2006. Peces de Pando, Bolivia. Especies de importancia comercial en mercados de la ciudad de Cobija. Especímenes capturados en ríos Tahuamanu – Manuripi – Orthon. Centro para la Investigación y Preservación de la Amazonía CIPA; Universidad Amazónica de Pando; The Field Museum; Gordon and Betty MOORE foundation; CIPA. 50 p.

García, A., Alonso, J.C., Carvajal, F. Moreau, J., Nuñez, J., Renno, J.F., Tello, S., Montreuil, V. & F. Duponchelle. 2009. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology* 75: 2527–2551

Gómez, J. 1996. Contribución al conocimiento de la biología reproductiva y hábitos alimenticios de los bagres plateado (*Brachyplatystoma flavicans*), Castelnau, 1855 y lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*), Lichtenstein, 1819, (Pisces: Pimelodidae), en la parte media del río Caquetá, sector Araracuara. Instituto Sinchi. Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santafé de Bogotá. 110 p.

Gutiérrez, M. A. Gutiérrez, Y. López-Pinto, L. M. Mesa-Salazar, P. Sánchez-Duarte y C. A. Cipamocha. 2007 b. Peces de la Orinoquía Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición. Bogotá – Colombia. 425 p.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2009. Proyecto Aprovechamiento y manejo integral de la pesca. Informe técnico. Inedito. Leticia. 43p.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2010. Base de datos del proyecto “Investigación científica para la promoción de la gestión compartida de los ecosistemas y recursos naturales de la Amazonia Colombiana”. Leticia.

Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER y Corporación Colombia Internacional – CCI. 2007. Pesca y Acuicultura Colombia 2006. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 138 p.

Inturias, A. 2007. Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonia boliviana. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. 88p.

Lasso, C. 2004. Los peces de la estación biológica El Frío y Caño Guaritico (Estado Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa MaB y de la Red Iberoma de la UNESCO. 458p

Littmann, M. 2007. Systematic review of the neotropical shovelnose catfish genus *Sorubim* Cuvier (Siluriformes: Pimelodidae). Zootaxa. 1422. Brasilia – Brasil. 1 - 29 p.

López-Fernández, Hernán. y Kirk O. Winemiller. 2000. A review of Venezuelan species of *Hypophthalmus* (Siluriformes: Pimelodidae). Ichthyol. Explor. Freshwaters. Volumen 11. P. 35 – 46

Loubens, G. & J. Panfili. 2000. Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *P. Tigrinum* (Teleostei : Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). Ichthyol. Explor. Freshwaters. 11 (1): 13 – 34p.

Lundberg J. y A. Akama. 2005. A New species of Goliath catfish from the Amazon Basin, with a reclassification of allied catfishes (Siluriformes: Pimelodidae). Copeia. Brasilia, 492 – 516 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2008. Pesca y Acuicultura Colombia 2007 Informe Técnico Regional Cuencas del Orinoco y Amazonas. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 94 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2009. Pesca y Acuicultura Colombia 2008 Informe Técnico Regional Cuencas del Orinoco y Amazonas. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 64 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2010. Pesca y Acuicultura Colombia 2009. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 70p.

Maldonado-Ocampo, J. Lugo, M., Bogota-Gregory, J.D. Lasso, C., Vásquez, L., Usma, J.S., Taphorn, D. y F. Provenzano. 2006. Peces del río Tomo, Cuenca del Orinoco, Colombia. Biota Colombiana, año/vol.7, número 001. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá – Colombia. Pp. 113-127.

Muñoz, D. L. 1993. Evaluación de la actividad pesquera en el bajo río Caquetá entre Araracuara y la Pedrera, Amazonas – Colombia. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, 102 p.

Muñoz-Sosa, D.L. 1996. Age structure and exploitation of giant catfish populations (*Brachyplatystoma* spp.) in the lower Caquetá River, Colombia. Master Thesis. State University of New York. 100p.

Muñoz, H. & P.A. Van Damme. 1998. Parámetros de reproducción de 4 especies de peces comerciales (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachipomum*) en la cuenca del río Ichilo (Bolivia). Rev. Bol. de Ecol. 4 : 39-54 p

Niño, L.G. 2008. Estructura de tallas y algunos aspectos de la biología reproductiva del simí (*Calophysus macropterus*) (Lichtenstein, 1819) (Pisces:Pimelodidae) durante dos épocas hidrológicas, en el area de frontera Colombia-Perú-Brasil

Núñez-Avellaneda, M.; Agudelo, E., Alonso, J. C., Escobar, M. D. 2007. Ecosistemas acuáticos. En: Murcia, U. G. (Eds.) 2007. Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, D. C.

Ortega H., Mojica J. I., Alonso J. C. y Hidalgo M. 2006, Listado de los peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo – peruano. Biota Colombiana, 95 – 112 p.

Payne, A. 1987. A preliminary stock assessment survey of the fishery at Trinidad in the Río Mamoré. Report for ODA Consultants, 34 pp.

Payne, A. y Fallows. 1987. Una evaluación preliminar de la fuente pesquera existente en el río Mamoré, Trinidad. Departamento de Ciencias Biológicas. Ecuador. 45p.

Penha, J., Mateus, M.F. & G. Barbieri. 2004. Age and growth of the duckbill catfish (*Sorubim cf. lima*) in the Pantanal. *Braz. J. Biol.*, 64(1): 125-134p.

Peixer, J., Mateus, L. A. & E. K. RESENDE. 2006. First gonadal maturation of *Pinirampus pinirampu* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 66(1B): 317-323p

Pérez, A. y Fabrè, N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *Journal of Applied Ichthyology*. Edición especial: Modern Fisheries Research Approaches in Brazil. Volumen 25, número 3. p 343–349.

Petriere Jr., M; Barthem, R. B., Agudelo, E. & B. Corrales. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). In: *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Springer Science + Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. Volume 14, Number 4. Pp: 403 – 414

Ramírez, H., R. E. Ajiaco y R. Alvarez-León. 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, 286 p.

Ramírez, H., R. E. Ajiaco y R. Alvarez-León. 2002. *Pseudoplatystoma tigrinum* Pp. 126 – 128 En: Mojica, J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Reis, R.E., S.O. Kullander & C.J. Ferraris. 2003. Check list of freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. 729 p.

Rodríguez, C. A. 1991. Bagres, malleros y cuerderos en el bajo río Caquetá (Amazonia colombiana). Commercial fisheries in the Lower Caquetá River. Estudios de la Amazonia colombiana. Vol. 2. Programa Tropenbos Colombia. 152 p.

Rojas, M., Olivera, R., Quispe, R. y H. Ortega. 2001. Estudio preliminar de ictioplancton de la Amazonía peruana con énfasis en la familia Pimelodidae. Nota científica. Rev. Perú. Biol. Número especial 13(3): p263-265. Avances de las ciencias biológicas en el Perú. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Ruffino, M. L & V. J. Isaac. 2000. Ciclo de vida e parámetros biológicos de algumas espécies de peixes da Amazônia brasileira. En: Recursos pesqueiros do médio amazonas. Biología e estatística pesqueira. IBAMA. 12 – 64.

Salinas, Y. 1994. Aspectos de la biología pesquera de las poblaciones de los grandes bagres (Ostariophysi: Siluriformes, Pimelodidae) en el sector colombiano del Río Amazonas. Tesis Lic. Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá. 160 p.

Salinas, Y & Agudelo, E. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Ministerio del Medio Ambiente. Estudio Regionales de la Amazonía Colombiana. Brasilia, 140 p.

Sánchez, C.L. 1997. Proyecto recurso pesquero comercializable en los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo. Informe de avance. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Documento inédito. Leticia.

Santos, G., Jegu, M. Y B. de Merona. 1984. Catalogo de peixes comerciais de bixo rio Tocantins. ELETRONORTE/CNPq/INPA. 88p.

Santos, G., Ferreira, E & Zuanon, J. 2006. Peixes comerciais de Manaus. IBAMA/AM; ProVárzea.

Silvano, M., O. Oyakawa, B. D. do Amaral y A. Begossi. 2001. Peixes do Alto Rio Juruá (Amazonia, Brasil). Editora da Universidade de Sao Paulo: Imprensa Oficial do Estado. Brasil. 300 p.

Trujillo, F. & Gómez, C. 2005. Pesca de mota (*Calophysus macropterus*) usando delfines y caimanes como carnada, en el Amazonas. Reporte Fundación OMACHA - Corpoamazonía. Leticia Amazonas. Capítulo 1. 26p.