



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Sustentabilidad de la pesquería de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) y otros peces ornamentales en el sur de la Amazonia colombiana

Adriana Guzmán Maldonado

Universidad Nacional de Colombia
Sede Amazonia
Leticia, Colombia
2016

Sustentabilidad de la pesquería de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) y otros peces ornamentales en el sur de la Amazonía colombiana

Adriana Guzmán Maldonado

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Doctor en Estudios Amazónicos

Director:

Ph.D. Carlos Andrés Lasso Alcalá

Codirector:

Ph.D. Carlos Alberto Rodríguez Fernández

Línea de Investigación:

Ecosistemas, Biodiversidad y Conservación

Grupo de Investigación:

Historia, Ambiente y Política

Universidad Nacional de Colombia

Sede Amazonia

Leticia, Colombia

2016

Agradecimientos

En primera medida, quisiera agradecer a las personas que me cuidaron y me alentaron mientras vivía en Leticia y realizaba el doctorado en Estudios Amazónicos, especialmente a mis padres, Rodrigo, Jorge y Clarisa. Agradezco inmensamente a los pescadores del corregimiento de Tarapacá que participaron activamente en el estudio, como también a los acopiadores de peces ornamentales de Leticia e Iquitos, y a todas las personas que aportaron, directa o indirectamente, con información sobre la pesquería de peces ornamentales en la Amazonia, especialmente a la familia Chuña (Jesús, José y Salvador) y a Lucila Dosantos.

Agradezco a mis orientadores Carlos Andrés Lasso y Carlos Alberto Rodríguez, como también a los profesores Juan Álvaro Echeverri, Gabriel Colorado, German Palacio, Carlos Zárate, Santiago Duque y Carlos Franky por los valiosos aportes en la etapa estructuración de la investigación y desarrollo de la misma. A Sebastián González por su ayuda con los modelos GLMM en el programa estadístico R, a Jorge Higinio Maldonado y a Daniel González por su asesoría con los modelos bioeconómicos. A Alexander Alfonso Segura por contextualizarme en la zona de estudio y al equipo del Parque Nacional Natural Río Puré por el apoyo logístico en campo, con las comunidades indígenas y con la asociación indígena CIMTAR. A Edwin Agudelo por su orientación para ubicarme en la zona de estudio y a Bernardo Corrales por facilitar los datos sobre los volúmenes de peces ornamentales movilizados por la Amazonía colombiana. A Armando Ortega y al equipo de la Fundación FUNINDES por el apoyo en la administración de los recursos asignados por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca al proyecto.

A la profesora Priscila Fabiana Macedo Lopes, por su orientación y motivación en la escritura de los capítulos tres y cuatro del presente trabajo, y al profesor Ussif Rashid Sumalia por sus valiosas contribuciones teóricas a los mismos. A los profesores y estudiantes de la maestría y el doctorado en Ecología de la Universidad Federal de Rio Grande del Norte, en especial al grupo de estudio Fisheries, Environment, Management and Economics, les agradezco las valiosas contribuciones a mi trabajo y su hospitalidad durante mi estancia en Natal, Brasil.

Agradezco al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, al Instituto Amazónico de Investigaciones, al Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y a la beca de la iniciativa para la Conservación de la Amazonia-Andina, por los recursos financieros con los cuales se realizó la investigación.

Finamente, agradezco profundamente todos los acontecimientos vividos durante esta etapa de mi vida, un verdadero viaje de auto-descubrimiento y transformación.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la pesquería de peces ornamentales del sur de la Amazonia colombiana desde una perspectiva interdisciplinaria, con el propósito proporcionar información que permita desarrollar estrategias de aprovechamiento tanto a nivel local-privado, como a nivel o nacional-Estatal. Las áreas del conocimiento aquí integradas fueron la biología, la sociología, la economía y la política, por lo que el abordaje metodológico utilizado fue amplio. Se utilizaron estrategias de investigación de las ciencias sociales como la observación participante y estrategias de las ciencias naturales, como el registro diario de la captura total y el esfuerzo de pesca mediante la investigación participativa. El presente trabajo hace un mayor énfasis en el área de influencia de Tarapacá (bajo río Putumayo), debido a que se identificó como la localidad más importante para la pesquería ornamental. Igualmente, se hace mayor énfasis en la pesquería de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), por ser el pez ornamental de mayor importancia en la región. El cuerpo del documento posee cuatro capítulos, cada uno de los cuales si bien es completo e independiente, son complementarios y es necesario abordarlos todos para poder tener la visión integral de la actividad. Los dos primeros capítulos, poseen una visión más “biológica”, el tercero es más “social” y el cuarto es más “político”. En general, este trabajo argumenta que para lograr la sustentabilidad de la pesquería ornamental en el Amazonas, es necesario entablar relaciones con los países vecinos para gestionar políticas de manejo coordinadas. Otra limitación identificada fue la falta de diálogo entre las entidades gubernamentales (ambientales y pesqueras) con las autoridades indígenas, ya que éstas de forma autónoma están encargadas del manejo ambiental de gran parte del territorio amazónico colombiano. Es importante que se continúe el trabajo participativo con las comunidades ribereñas del bajo río Putumayo, y que junto con las autoridades indígenas se adelanten programas de conservación para la arawana que incluyan estrategias de co-manejo por comunidad.

Palabras clave: Arawana, co-manejo, conservación, resguardos indígenas, conocimiento local, gobernanza, Amazonas.

Abstract

This research main aim was to analyze the ornamental fish fishery at the southern Colombian Amazon from a interdisciplinary perspective, in order to provide useful information to develop management strategies at the local-private or national-governmental level. The knowledge areas here integrated were the biology sociology, economy and politics, thus a wide methodological approach was used. From the social sciences research strategies such as the participant observation was used, and from the natural sciences daily records on total capture and fishing effort were monitored using participatory research methods. The present work emphasis on Tarapacá's influence area (lower Putumayo river), due to the fact that it was identified as the most important locality for the ornamental fishery. Equally, this work makes more emphasis on the arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) fishery, because it is the most important ornamental fish in the region. The document corpus poses four chapters, each one complete and independent, but complementary. However, it is necessary to approach them all to have a global vision on the activity. The first two chapters have a more "biological" perspective, the third a more "social" perspective and the fourth a more "political" perspective. In general, the document argues that in order to achieve the ornamental fish fishery sustainability in the Amazon, it is necessary to establish relationships with the neighboring countries in order to coordinately develop more appropriate management rules. An other limitation identified, was the lack of dialogue between the governmental (environmental and fishery) authorities with the indigenous authorities, since these, in an autonomous way, are in charged of managing the environment of a large portion of the Colombian Amazon territory. It is important to continue the participatory work with the riverine communities of the lower Putumayo river, and to jointly with the indigenous authorities to advance conservation programs for the arawana that include co-management strategies by community.

Keywords: Arawana, co-management, conservation, indigenous resguardos, local knowledge, governance, Amazon.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	IV
Lista de figuras	VIII
Lista de tablas	XI
Introducción	13
1. Análisis comparativo (1990-2014) de la pesquería de peces ornamentales en el Departamento del Amazonas, Colombia	19
1.1 Introducción.....	21
1.2 Métodos	22
1.2.1 Área de estudio.....	22
1.2.2 Aspectos metodológicos	23
1.3 Resultados	24
1.3.1 Los comerciantes y su ámbito de acopio	24
1.3.2 Perfil socioeconómico de pescadores y acopiadores.....	26
1.3.3 Importancia local de las especies	28
1.3.4 Artes y métodos de pesca	30
1.3.5 Temporadas de pesca	31
1.3.6 Zonas de aprovechamiento.....	35
1.3.7 Especies y volúmenes movilizados.....	40
1.4 Discusión.....	43
1.4.1 Recomendaciones	45
2. El “arawano” en el bajo río Putumayo: una aproximación bio-económica.....	47
2.1 Introducción.....	48
2.2 Métodos	50
2.2.1 Área de estudio.....	50
2.2.2 Especie de estudio (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , Cuvier, 1829)	51
2.2.3 Fases de la pesquería ornamental de arawana	51
2.2.4 Análisis biológico-pesquero	52
2.2.5 Análisis económico	55
2.3 Resultados	58
2.3.1 Aspectos biológico-pesqueros	58
2.3.2 Aspectos económicos.....	63
2.4 Discusión.....	66

2.4.1	Aspectos biológico-pesqueros	66
2.4.2	Aspectos económicos	67
2.5	Conclusiones.....	67
3.	Resguardos indígenas y el manejo de la pesca ornamental en la Amazonia colombiana	69
3.1	Introducción.....	71
3.2	Metódos	73
3.2.1	Área de estudio.....	73
3.2.2	Especie de estudio (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , Cuvier, 1829)	75
3.2.3	Aproximación metodológica	75
3.2.4	Recolección de los datos.....	75
3.3	Resultados	77
3.3.1	Políticas públicas pesqueras localmente inapropiadas	77
3.3.2	El desafío: definir los derechos de uso, acceso y manejo	79
3.3.3	Sistema de manejo indígena.....	80
3.3.4	Efectividad del manejo indígena	86
3.4	Conclusiones.....	89
4.	Manejo transfronterizo de pesquerías en la Amazonia: evaluando las políticas actuales para el manejo de la arawana (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>) ornamental.....	91
4.1	Introducción.....	93
4.2	Metódos	95
4.2.1	Área de estudio.....	95
4.2.2	Recolección de datos.....	97
4.3	Resultados y discusión.....	97
4.3.1	Políticas de manejo de Colombia, Perú y Brasil para la pesquería de arawana 98	
4.3.2	Normas de manejo y el ciclo hidrológico: la relación entre la heterogeneidad ambiental, la temporada de “arawaneo”, las normas de manejo y el mercado .	103
4.3.3	El comercio de arawana y los cambios históricos de sus áreas de pesca	106
4.3.4	El comercio de peces vivos.....	108
4.4	Conclusiones.....	110
	Conclusiones y recomendaciones generales	112
	Anexo A. Relatos de la pesca y del manejo de la arawana en Tarapacá.....	115
	Anexo B. Cartografía local	118
	Anexo C. Zonas de aprovechamiento de la arawana (<i>O. bicirrhosum</i>) y de los peces de variedad en la década de los 90’s y lo observado por el presente estudio en el 2013	121
	Anexo D. Especies y volúmenes de peces ornamentales, movilizados por el departamento del Amazonas durante el periodo 2007-2011.....	122
	Anexo E. Lista de pescadores participantes.....	127
	Bibliografía	128

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Acopio de peces ornamentales por acopiadores permanentes (a y b) y temporales (c y d).....	25
Figura 1-2: Peces ornamentales de importancia en la Amazonia. a) arawana (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>), b) disco (<i>Symphysodon aequifasciatus</i>), c) otocinclos (<i>Otocinclus huaoraní</i>), d) tamborera (<i>Colomesus asellus</i>), e) pigmeo (<i>Corydoras hastatus</i>), f) corredora bicolor (<i>Corydoras bicolor</i>).	29
Figura 1-3: Arte de pesca llamado localmente “rapichel”. a) tela Malla Omega para fabricar el rapichel, b) pescador utilizando el rapichel para capturar tamboreras (<i>C. asellus</i>) en la playa frente a Tarapacá.....	30
Figura 1-4: Arte de pesca llamado “ballesta”.....	31
Figura 1-5: Valor medio del nivel del río Amazonas para los periodos 1987-1997 y 2003-2013.	32
Figura 1-6: Valor medio del nivel del río Caquetá para los periodos 1987-1997 y 2003-2013. .33	33
Figura 1-7: Valor medio del nivel del río Putumayo para los periodos 1987-1997 y 2003-2013.	34
Figura 1-8: a y b) Pesca de arawana con malla en playones del río Putumayo en época de aguas bajas. c) Pesca de arawana con flecha o chuzo en las orillas del lago Gaviota, durante la época de aguas altas.	35
Figura 1-9: Zona de pesca de peces ornamentales en la zona de influencia de Leticia (rojo), Tarapacá (amarillo) y La Pedrera (morado), para los años 90’s.	36
Figura 1-10: Zonas de pesca de arawana (<i>O. bicirrhosum</i>) para los años 90’s en el municipio de Puerto Nariño (rojo), La Pedrera (morado) y en Tarapacá (amarillo).....	36
Figura 1-11: Actuales zonas de aprovechamiento de peces de variedad en la zona de influencia de Leticia.	37
Figura 1-12: Zona de aprovechamiento de arawana (<i>O. bicirrhosum</i>), movilizadas principalmente por Leticia, en diferentes periodos del año.....	38
Figura 1-13: Zona de aprovechamiento del disco (<i>Symphysodon aequifasciatus</i>) en el río Caquetá-Japurá.	39

Figura 2-1: Bajo río Putumayo, corregimiento de Tarapacá, Departamento del Amazonas, Colombia. En rojo, el poblado de Tarapacá y las comunidades ribereñas de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna.	50
Figura 2-2: Arawana (<i>O. bicirrhosum</i>) en (A) estado de larva o alevino (3-5 cm); (B) en fase de volada (6-7 cm), y (C) juvenil o mediana (8-15 cm).	52
Figura 2-3: Zonas del río Putumayo donde pescan los pescadores de Tarapacá (Zona 0, 1 y 6), Ventura (Zona 2), Puerto Nuevo (Zona 3), Puerto Huila (Zona 4) y Puerto Ticuna (Zona 5), durante la temporada de arawaneo.	54
Figura 2-4: Histograma de la duración de las jornadas de pesca de arawana plateada para fines ornamentales en el bajo río Putumayo.	58
Figura 2-5: Captura por Unidad de Esfuerzo de crías de arawana (CPUE_crías) en siete zonas del bajo río Putumayo. Las barras indican el error estándar.	62
Figura 2-6: Captura por Unidad de Esfuerzo de crías de arawana (CPUE_crías) a lo largo de la temporada de pesca y su relación con el nivel del agua (línea punteada) del río Putumayo. Las barras indican el error estándar.	63
Figura 3-1: Área de estudio. Zona de influencia de Tarapacá, departamento de Amazonas, Colombia.	74
Figura 3-2: Lugares de reproducción de la arawana y artes de pesca utilizadas a lo largo del pulso de inundación (aguas bajas, ascendentes y altas).	78
Figura 3-3: Ámbito de pesca de arawana de cada comunidad estudiada. Línea punteada: área de rebusque de las cuatro comunidades de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna. Línea continua: área de pesca de los pescadores de Tarapacá.	80
Figura 3-4: Sistema de manejo pesquero indígena en el bajo río Putumayo. Puntos amarillos: campamentos usados cuando el agua esta baja. Puntos naranja: campamentos usados cuando el río esta en aguas medias. Puntos rojos: campamentos usados cuando el río esta en aguas altas.	82
Figura 3-5: Campamentos ubicados en las orillas de un lago de varzea a lo largo del pulso de inundación. (a) campamento siendo usado durante el periodo de aguas bajas, b) campamento siendo usado durante el periodo de aguas en ascenso, c) a medida que el agua sube, los Pescadores construyen plataformas para poder pescar por más tiempo, y (d) campamento completamente inundado.	83
Figura 4-1: Arawana plateada (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>). (A) Macho progenitor con crías en la boca. (B) estado larval que compran los comerciantes.	95
Figure 4-2: Noroccidente de la cuenca del Amazonas (o sur de Colombia). Puntos negros indican las localidades de estudio: Leticia, en el medio río Amazonas (o Solimões en Brasil); Tarapacá, en el medio río Putumayo (o Iça en Brasil); y La Pedrera, en el medio río Caquetá (o Japurá en Brasil).	96
Figura 4-3: (A) Periodos de veda para la arawana en diferentes ríos de la cuenca del Amazonas, como han sido establecidas por las normas de Colombia, Perú y Brasil. (B) Valor medio del nivel del agua (cm) entre 2003-2013 de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá.	102
Figura 4-4: Sistema socio-ecológico y su relación con el ciclo hidrológico.	104

- Figura 4-5:** Diferencias entre la temporada de reproducción de arawana a lo largo de los principales ríos y sistemas de lagunas de acuerdo con el pulso de inundación. El continuum de negro (primero) a gris (último) indica el flujo de la temporada de arawaneo. 105
- Figura 4-6:** Unidades de arawana comercializadas regionalmente por la Amazonia colombiana y unidades exportadas por Colombia entre 1990-2011. 107

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Número de acopiadores de peces ornamentales (permanentes y temporales) y su ámbito de acopio actual. *Incluye tres acopiadores peruanos.	26
Tabla 1-2: Número de acopiadores de peces ornamentales (permanentes y temporales) y su ámbito de acopio actual.	27
Tabla 1-3: Precios de venta del pescador y del acopiador de la arawana plateada en los años 90's y lo observado en el 2014.	28
Tabla 1-4: Porcentaje de representatividad de las 28 principales especies o variedades de peces ornamentales movilizadas por el departamento del Amazonas durante el periodo 2007-2011.	42
Tabla 2-1: Cálculo de los costos fijos de los diferentes artes y aparejos de pesca utilizados para la captura de arawanas.	55
Tabla 2-2: Costos de oportunidad estimados para cada lugar de residencia de los pescadores colector de información biológico-pesquera de la arawana plateada.	56
Tabla 2-3: Valores promedio de algunos índices biológico-pesqueros de la pesquería ornamental de la arawana plateada para las temporadas de pesca 2014 y 2015.	59
Tabla 2-4: Captura por Unidad de Esfuerzo de adultos (CPUE_adultos) y de crías (CPUE_crías) de arawana, según el arte de pesca utilizado para la temporada de pesca 2014 y 2015.	60
Tabla 2-5: Artes de pesca utilizadas en el bajo río Putumayo para la captura de la arawana adulta y para la colecta de las crías, sus formas de uso.	61
Tabla 2-6: Valores promedio de algunos índices económicos de la pesquería ornamental de arawana para las temporadas de pesca 2014 (n=370) y 2015 (n=297).	64
Tabla 2-7: Niveles óptimos de captura y esfuerzo de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), Máximo Rendimiento Económico (MRE), Máximo Rendimiento Social (MRSc) y Rendimiento al libre acceso (RLA), utilizando diferentes valores para la tasa intrínseca de crecimiento de la población (que altera B_1), según el modelo de producción pesquera de Schaefer (1954).	65
Tabla 2-8: Niveles óptimos de captura y esfuerzo de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), Máximo Rendimiento Económico (MRE), Máximo Rendimiento Social (MRSc) y Rendimiento al libre acceso (RLA), utilizando diferentes valores para la tasa intrínseca de crecimiento de la población (que altera B_1) e incluyendo las variables de control ambiental, tecnológica y social, según el modelo de producción pesquera de Schaefer (1954).	65

Tabla 3-1: Normas de manejo espontáneas y deliberadas desarrolladas por la Asociación indígena del Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá para la pesca ornamental de la arawana. ..	85
Tabla 3-2: Valores de AIC, R^2 marginal y R^2 condicional de los tres Modelos Generales Lineales Mixtos (GLMM) probados en el programa estadístico R.....	87
Tabla 3-3: Resultados del mayor Modelo General Lineal Mixto (modelo 1) y resultados de la prueba post-hoc de Tukey.....	88
Tabla 4-1: Políticas de manejo históricamente desarrolladas para regular la pesquería de arawana en Colombia, Brasil y Perú.	100

Introducción

Colombia, al ser segundo país con la mayor riqueza de peces de agua dulce en el mundo, posee un gran potencial pesquero, principalmente debido a la composición y diversidad de especies que se pueden encontrar en la cuenca del Amazonas¹. En esta región se han reportado 788 especies de peces (Maldonado *et al.*, 2008), sin embargo, existen extensas áreas inexploradas que podrían incrementar sustancialmente esta cifra.

La riqueza y composición de especies ícticas de la Amazonia hace que esta región sea idónea para la explotación de peces ornamentales altamente competitivos en el mercado internacional. De hecho, en el año 2007 Colombia aumentó la lista de peces aprovechables como ornamentales de 140 a 444 especies (Resolución No. 3532 del 2007 del INCODER), en parte para poder incluir una gran cantidad de especies que provenían de esta región que anteriormente no estaban reglamentadas.

Desde finales de los años 50's, la pesquería de peces ornamentales en la Amazonia es una alternativa económica temporal para muchos de sus habitantes que viven en lugares alejados con pocas oportunidades de empleo (Lasso *et al.*, 2011; Castro, 1997). Esta actividad además genera importantes divisas (>8 millones de dólares al año desde el 2007) para el país (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012). A pesar de esto, la pesquería de peces ornamentales es una de las menos estudiadas del país, especialmente la que opera en la Amazonia. En esta región se ha observado que las prácticas actuales de aprovechamiento de este recurso (Blanco, 2002), como también la debilidad institucional de las autoridades pesqueras, ambientales y policivas (Guzmán, 2013), están amenazando la estabilidad de algunos *stocks*² utilizados. Los recursos ícticos aunque sean renovables son limitados y deben someterse a un ordenamiento, si lo que se pretende es que contribuyan al bienestar nutricional, económico y social de sus usuarios.

¹Actualmente la Amazonia aporta aproximadamente el 10% de los peces ornamentales comercializados por Colombia (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012)

²El término *stock* posee varios significados que varían según la aproximación disciplinaria, el conocimiento y la complejidad de la pesquería. En general, un *stock* es una unidad biológica de una especie que posee un grupo de características ecológicas similares y, como unidad, puede ser tratado de manera independiente (Morán-Angulo *et al.*, 2010) y ser sujeto de evaluación y ordenación. Sin embargo, existen muchos problemas a la hora de definir los límites espaciales y temporales de tales unidades biológicas que sean compatibles con la recolección de datos establecida y los sistemas geopolíticos. Por este motivo, según la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA), el término *stock* es frecuentemente sinónimo de unidad de evaluación/gestión, incluso si se produce una migración de la misma especie hacia y desde zonas adyacentes.

La pesquería de peces ornamentales es una de las más complejas³ y menos estudiadas, lo que en gran parte ha limitado que se formulen estrategias de manejo para su aprovechamiento sostenible (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Lasso *et al.*, 2011). Las medidas de reglamentación⁴ que ha expedido el Estado colombiano como vedas y cuotas de extracción son escasas, se han formulado en base a estadísticas pesqueras poco confiables, están desactualizadas, son muy generales y se han establecido considerando la demanda del mercado internacional sin tener en cuenta aspectos biológicos y ecológicos de las especies explotadas (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Barreto *et al.*, 2011; Lasso *et al.*, 2011; Mancera y Álvarez, 2008).

Es importante reconocer que la pesca constituye un sistema socio-ecológico complejo y adaptativo (Berkes y Folke, 1998), en donde interactúan una gran variedad de componentes biológicos, tecnológicos, socioculturales, económicos, institucionales y políticos. Por esto, la presente investigación se enmarca dentro de lo que se ha llamado la *ciencia pesquera*, la cual incluye todos aquellos estudios enfocados a entender las interacciones entre las múltiples dimensiones de la pesca (Morán-Angulo *et al.*, 2010; Ostrom, 2007). La ciencia pesquera se fundamenta en la resolución de problemas de manejo/gestión/ordenamiento de la actividad y tiene como objetivo principal dar respuesta a las problemáticas actuales de los recursos pesqueros y lograr la explotación sostenible del recurso (Holden y Raitt, 1975). En un sentido más amplio, esta investigación también se enmarca dentro de la *ciencia de la sustentabilidad* la cual pretende entender las interacciones entre la naturaleza y la sociedad, examinando los mecanismos complejos que conllevan a la degradación de los sistemas sociales y naturales; el impacto de estos en el bienestar humano y relacionando las características particulares de lo local con los procesos globales (Kates *et al.*, 2001). La ciencia de la sustentabilidad es una disciplina académica que genera conocimiento para una sociedad global sustentable que fusiona las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades, encargándose de problemáticas que las otras disciplinas no abordan (Bettencourt y Kaur, 2011; Kates, 2011).

En este sentido, la presente investigación tuvo como propósito entender de manera amplia, las interacciones socio-ecológicas de la pesquería de peces ornamentales en el sur de la Amazonia colombiana. La investigación se realizó mediante un enfoque inter-disciplinario y holístico, con el propósito de hacer un aporte en cuanto a sus formas de apropiación y a las interrelaciones entre la naturaleza-sociedad-Estado-mercado-territorio de este recursos pesquero de nuestro país. La información aquí presentada es de utilidad tanto para desarrollar estrategias de aprovechamiento a nivel local-privado, como a nivel o nacional-Estatal, ya que

³ Esta pesquería es de carácter difuso, disperso, temporal y selectivo. Su monitoreo y seguimiento es complejo debido a que las unidades vivas movilizadas no reflejan las capturas reales de pesca. Los precios de cada ejemplar varían según sus características morfológicas y fenotípicas.

⁴ Para más información, remitirse a la Resolución No. 0389 de 2005 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, los Acuerdos 018 de 1996 y Acuerdo 005 de 1997 del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura y el documento de (Barreto *et al.*, 2011).

contextualiza la actividad en la realidad ambiental, socioeconómica y geopolítica del área de estudio.

Si bien el presente trabajo trata sobre la pesquería de peces para fines ornamentales en el sur de la Amazonia Colombiana, se hace un mayor énfasis en el área de influencia de Tarapacá. Esto debido a que en Tarapacá, las áreas de pesca se encuentran ubicadas principalmente en territorio bajo la jurisdicción del Estado colombiano. Las áreas de pesca de los otros puntos de acopio de peces ornamentales del sur de la Amazonia colombiana, es decir La Pedrera y Leticia, se encuentran ubicadas en Brasil o Perú, como bien se explica en el primer capítulo del presente trabajo.

Área de influencia de Tarapacá: peces ornamentales, pescadores y el territorio

La pesquería de peces ornamentales en el sector de Tarapacá, al igual que en las otras localidades, puede dividirse en dos grandes temporadas; la temporada del **arawaneo** la cual comprende el periodo de aguas en ascenso de los ríos, y la temporada de **peces de variedad**, la cual comprende el periodo de aguas en descenso de los ríos. Durante la temporada de arawaneo, se pesca únicamente la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), principalmente en estado de alevino (4-7 cm) y en menor medida, en estado de *volada* (8-15 cm). Durante la temporada de pesca de peces de *variedad*, se pesca la arawana plateada en estado de juvenil o *mediana* (15-25 cm) y todos los demás peces ornamentales. Las especies de peces de *variedad* extraídos en el área de influencia de Tarapacá durante el periodo de estudio (2014-2015) además de arawanas *medianas*, fueron únicamente discos (*Symphysodon aequisfasciatus*) y tamboreras (*Colomesus asellus*)⁵. Sin embargo, en años anteriores de esta localidad se han extraído para fines ornamentales; otocinolos (*Otocinclus spp*), corredoras (*Corydoras spp*) y rayas (*Potamotrygon spp*).

La población del corregimiento de Tarapacá comprende aproximadamente 2000 habitantes. Sin embargo, para el sector donde se desarrolló el presente estudio, es decir a lo largo del río Putumayo, entre Ipiranga (Brasil) y la frontera colombo-peruana, se estimaron 188 pescadores de peces ornamentales. La mayoría de estos (93%), sólo se dedican a la pesca ornamental durante la temporada de *arawaneo*, mientras que los pescadores dedicados a esta actividad durante la temporada de *variedad* no superan los 20, razón por la cual el presente estudio también hace un mayor énfasis en la pesca de arawana (Capítulos 3, 4 y 6). Una selección de relatos (traducciones de entrevistas) que contextualizan y comunican la importancia de la pesca de esta especie y la visión local sobre su manejo, puede consultarse en el Anexo A.

El origen étnico de los pescadores de Tarapacá es principalmente Ticuna (52,1%), seguido de mestizos (18,3%), Ocaína (9,9%), Uitoto (7,0%), Ingano (5,6%), Bora (4,2%), Yagua (1,4%) y

⁵ Durante el 2014, Tarapacá movilizó aproximadamente 300.000 alevinos de arawana, 459 arawanas *medianas*, 147 discos y 1761 tamboreras. En el 2015 aproximadamente 80.000 alevinos de arawana, 452 arawanas *voladas*, 62 arawanas *medianas*, 702 discos y 4416 tamboreras. Antes de la temporada de arawaneo del 2016, cuando las aguas de río aun estaban bajas (enero-febrero,), se movilizaron 77 discos y 369 tamboreras.

blanco (1,4%). El 76,3% de ellos son colombianos, mientras que el 12,5% son brasileros, el 5% peruanos, el 5% colombo-peruanos y el 1,3% colombo-brasileros. Este grupo de pescadores poseen un bajo nivel de escolaridad, puesto que el 20,8% terminó la primaria (el 29% con primaria incompleta), el 19,4% terminó la secundaria (23,6% con secundaria incompleta) y el 6.9% son analfabetos.

La unidad económica de pesca de la mayoría (62%) de los pescadores sólo consiste de una canoa o “quilla” de madera entre 3 y 5 metros de longitud, la cual es impulsada a remo, y un conjunto de aparejos de pesca tales como flechas, mallas y escopeta. Los pescadores (38%) que poseen bote motorizado (hasta de 13 HP), lo utilizan para hacer viajes a sitios de pesca distantes, llevando además la “quilla”, la cual es utilizada para desplazarse una vez se llega al sitio de pesca.

Es importante anotar que la información del número de pescadores, su condición socioeconómica y sus unidades de pesca, las obtuve en durante el proceso de carnetización de pescadores (ante la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP), que realicé a principios del 2014. Durante la reunión ante la Asociación de Pescadores de Tarapacá (ASOPESTAR), con el propósito de realizar la consulta previa⁶, los pescadores me solicitaron que los apoyara en esta labor, como retribución a la colaboración que ellos me iban a brindar a lo largo de mi estudio. Por lo tanto, este trabajo inicial fue la puerta de entrada a la zona, ganándome la confianza de los pescadores, lo que me permitió realizarles múltiples entrevistas y acompañarlos durante sus faenas de pesca.

La configuración del territorio en el corregimiento de Tarapacá es de gran importancia para entender las interacciones socio-ecológicas entorno a la actividad pesquera, ya que se crean fronteras más allá de las nacionales, las cuales tienen implicaciones el ejercicio del acceso, la administración y manejo de los recursos naturales (ver Capítulo 3 y 4). En primer lugar, en dicha zona existen dos resguardos indígenas ubicados hacia el sur del río Putumayo; el Cotuhé Putumayo y el Uitoto-Ticuna-Bora-Cocama. Hacia el norte del río Putumayo, se encuentra la zona de Reserva Forestal de la Nación (Ley 2°). Mientras que los resguardos indígenas son administrados por las Asociaciones de Autoridades Indígenas (CIMTAR y AZOAINAM respectivamente), la zona de Reserva Forestal de la Nación es manejada por Corpoamazonia. En segundo lugar, cada comunidad tiene delimitado su territorio, lo conoce y lo administra en función a la dinámica o el pulso de inundación del río. Esto sólo se logró entender gracias los mapas participativos (cartografía local) que realizaron cada una de las comunidades en donde se trabajó; Tarapacá, Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna. En total se generaron 34 mapas (ver ejemplos en el Anexo B), los cuales describen el territorio desde la frontera con Brasil hasta los lagos de Puerto Palma (en la frontera colombo-peruana), y el río Cotuhé desde Tarapacá hasta el caño Pimate. Debido a que cada fragmento del río se hizo en tres periodos hidrológicos: aguas bajas, medias y altas, los mapas explicaron (i) la conexión-desconexión de los lagos con el canal central del río, lo cual tiene implicaciones en los tiempos de navegación, la disponibilidad y abundancia de los peces, (ii) los “varaderos” y “cambuches”

⁶ La reunión de consulta previa con los miembros de ASOPESTAR se realizó el 15 enero 2014.

utilizados por los pescadores según cada periodo hidrológico, lo cual también tiene implicaciones en los tiempos de viaje y la estrategia de pesca utilizada, y la (iii) ubicación de los peces ornamentales según cada periodo hidrológico, dando luces sobre el tipo de hábitat utilizado o los requerimientos ecológicos de las especies. Los mapas también incluyeron información como; lugares donde habían existido asentamientos humanos, extracción de gravilla, madera y oro, y la formación de playones entre otros aspectos, con el fin de contextualizar la región para un mayor entendimiento de las relaciones socio-ecológicas allí existentes.

Estructura de la tesis

El presente trabajo se compone de cuatro capítulos principales (capítulos 1-4), cada uno de los cuales si bien es completo e independiente, son complementarios y para poder tener la visión global de la actividad (el objetivo del estudio), es necesario abordarlos todos. Por ejemplo, el primer capítulo nos da una visión general de la pesquería ornamental en el sur de la Amazonia colombiana y nos introduce al tema de la naturaleza transfronteriza de esta actividad en la región. Este tema es abarcado con mayor profundidad en el capítulo cuarto.

El primer capítulo, titulado “*Análisis comparativo (1990-2014) de la pesquería de peces ornamentales en el departamento del Amazonas*”⁷, surgió de la combinación de revisión bibliográfica existente sobre la actividad, la cual databa de los años noventa, y un primer estudio diagnóstico-exploratorio de la actividad en los tres principales puntos de acopio de peces ornamentales del sur de la Amazonia colombiana; Leticia, Tarapacá y La Pedrera (Guzmán, 2013). Como ya se mencionó, este primer acercamiento a la actividad arrojó como resultado que el sector de Tarapacá (bajo río Putumayo) debería priorizarse, ya que fue el sector en donde la pesca de peces para fines ornamentales ocurre principalmente en territorio colombiano.

El segundo capítulo establece para el bajo río Putumayo, una línea base de la Captura por Unidad de Esfuerzo⁸ de la pesca de alevinos de arawana, la especie más importante de la pesquería ornamental del sur de la Amazonia. Incluye también una aproximación bioeconómica utilizando los datos biológico-pesqueros y económicos recolectados los pescadores participantes de la investigación. Esta descripción base de la actividad, permite conocer el estado actual del *stock* de arawanas y las diversas formas de aprovechamiento del mismo, información básica que es utilizada en el tercer y cuarto capítulo.

En el tercer capítulo se describe el manejo pesquero Estatal y se contrasta con el manejo llevado a cabo por las comunidades indígenas del bajo río Putumayo, tomando la pesca ornamental de arawana como estudio de caso. Aquí se discute cómo las normas de manejo indígena, a diferencia de la políticas públicas, son más específicas y flexibles, ya que toman en consideración aspectos ambientales y sociales. Finalmente, el capítulo evalúa las estrategias

⁷ Este capítulo fue publicado en la revista Biota colombiana (Guzmán y Lasso, 2014).

⁸ La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) es un índice de la abundancia relativa de un stock pesquero .

de manejo pesquero que realizan las comunidades indígenas estudiadas, mediante un Modelo Lineal Generalizado Mixto con distribución de Poission para el exceso de ceros.

El cuarto capítulo⁹, aborda la problemática del manejo y la gobernanza de pesquerías transfronterizas en la Amazonia, tomando como modelo la pesca ornamental de la arawana, por tratarse de pez cuya demanda está sujeta a las fuerzas de la demanda internacional de los acuarios. Por lo tanto, se discuten aspectos políticos y económicos desde lo local a lo global, que son fundamentales para que esta pesquería sea verdaderamente sustentable.

Al final del documento se encuentra una sección en donde se integran los principales resultados de la investigación y se presentan una serie de recomendaciones generales de utilidad para las entidades encargadas del ordenamiento de los recursos pesqueros en Colombia.

⁹ Artículo publicado en la revista Marine Policy. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.11.021

1. Análisis comparativo (1990-2014) de la pesquería de peces ornamentales en el Departamento del Amazonas, Colombia¹⁰

Adriana Guzmán Maldonado & Carlos Andrés Lasso Alcalá

Resumen

Este estudio caracteriza la actual pesquería de peces ornamentales en tres puntos de acopio en el Departamento del Amazonas y la compara con lo reportado por trabajos similares realizados en los 90's. Los resultados indican que actualmente operan 24 acopiadores que comercializan 93 especies, mientras que en los años 90's existían 18 acopiadores que comercializaban 27 especies. Las principales especies comercializadas no ha variado desde los años 90's, aunque los volúmenes movilizados se han duplicado. La arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), el disco (*Symphysodon aequifasciatus*), los otocinclos (*Otocinclus spp*) y las corredoras (*Corydoras spp*) siguen siendo las especies de mayor importancia local. Se identificaron cinco artes de pesca nuevos: la ballesta, la careta y snorkel, el *rapichel*, el calandro o espinel, y el anzuelo de aguja. Las zonas de pesca de la arawana y el disco se ha desplazado en relación a los 90's. Se recomienda priorizar el sector de Tarapacá para futuras investigaciones que permitan establecer cuotas de captura y vedas más apropiadas, como también que se adelanten programas de conservación y manejo con las comunidades locales. Dado que la mayoría de peces ornamentales comercializados por esta región actualmente provienen de Brasil o Perú, es importante desarrollar estrategias transfronterizas para su aprovechamiento.

Palabras clave: Pesquerías. Peces ornamentales. *Osteoglossum bicirrhosum*. Cuenca Amazónica.

¹⁰ Publicado por Biota colombiana 15 - Suplemento 1 – 2014.

Abstract

This study describes today's ornamental fish fishery at three localities of the Amazon Department, and compares it with information from similar studies done at the 90's. Results indicate that 24 ornamental fish traders operate in the area marketing 93 species, while in the 90's there were 18 ornamental fish traders that marketed 27 species. The most commercialized species haven't changed since the 90's, thus traded volumes have doubled. The silver arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), the blue discus (*Symphysodon aequifasciatus*), the otocinclus (*Otocinclus spp*) and the corydoras (*Corydoras spp*), still remain as the most important species for the locals. Five new fishing gears were identified: the crossbow, snorkel and mask, the *rapichel*, the longline, and the needle hook. The arawana and discus fishing areas have changed in relation to the 90's. The zone of Tarapacá should be underlined for future researches that enable the establishment of more appropriate fishing quotas and closing times, as well for the development of conservation and management programs with the local communities. Given that most of the ornamental fishes merchandized by this region are coming from Brazil or Peru, it is important to develop trans-boundary strategies for its exploitation.

Key words: Fisheries. Ornamental fish. *Osteoglossum bicirrhosum*. Amazon basin.

1.1 Introducción

La pesquería de peces ornamentales ha sido reconocida como una actividad económica de gran importancia en lugares remotos y con pocas oportunidades de empleo (Chao *et al.*, 2001), como en la región de la Amazonía y Orinoquia colombiana (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Lasso *et al.*, 2011; Castro, 1997). Además del bienestar económico que proporciona a sus habitantes, el comercio de estos peces en el mercado internacional genera divisas para el país (> 8 millones de dólares en el 2011) (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012). No obstante, aún existen grandes vacíos de conocimiento sobre esta pesquería, los cuales van desde las identificaciones taxonómicas hasta las aproximaciones más ecosistémicas, lo que en gran parte ha limitado que se formulen estrategias para su aprovechamiento sostenible (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Lasso *et al.*, 2011). La gran mayoría de normas existentes se han formulado en base a estadísticas pesqueras poco confiables, como las movilizaciones reportadas por los comerciantes, las cuales en muchos casos no son verificadas en bodegas por la autoridad pesquera.

Actualmente alrededor del 88% de los peces ornamentales comercializados por Colombia provienen de la Orinoquia y el 10% de la Amazonia (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012). Si bien la Amazonia no es el mayor productor de este recurso, esta región tienen un mayor potencial pesquero debido a que posee mayor diversidad de especies (Maldonado *et al.*, 2008). Por otro lado, diferencias en la riqueza y composición de especies entre las dos regiones, permite que cada una mantenga un producto propio y competitivo en el mercado (Mancera y Álvarez, 2008; Castro, 1992).

La pesquería de peces ornamentales en la Amazonia colombiana se remonta a la década de los 50's, con un mayor auge en los 70's (Blanco, 2002; Castro, 1997). Esta consiste de un sistema de producción casi exclusivamente extractivo, el cual es practicado por indígenas y colonos de manera artesanal y en pequeña escala (Pinto, 1997). En esta región, el principal sitio de acopio es Leticia y en menor medida Puerto Leguízamo, Araracuara, La Chorrera, La Pedrera, Mitú (Mancera y Álvarez, 2008), Tarapacá y Puerto Santander (Pinto, 1997). Los peces salen de estos centros de acopio por vía aérea y son concentrados en Bogotá para su exportación (Blanco, 2002, 1992). Según Mancera y Álvarez-León (2008), la gran oferta de peces ornamentales que tiene Leticia se debe principalmente a la facilidad de comunicación de esta ciudad para enviarlos al centro del país, como también a que se acopian peces en ríos y lagos pertenecientes a Perú y a Brasil. Esta dinámica pesquera transfronteriza, ha generado conflictos entre los usuarios de diferentes nacionalidades, como también entre los usuarios y las autoridades ambientales, debido a diferencias en las políticas publicas entre los tres países (Guzmán, 2013).

La información disponible sobre las especies que están siendo explotadas en la Amazonia es escasa (Lasso *et al.*, 2011; Galvis *et al.*, 2007), aunque existen algunos estudios sobre las principales especies comercializadas (Galvis *et al.*, 2007; Gómez y Wood, 2003; Aguilar, 1999; Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996) y su biología (Rodríguez, 2007; Galvis *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2005; Gutiérrez, 2004; Arce y Sánchez, 2002; Gómez, 2002; Bejarano y Blanco, 2001; Castellanos, 2001; Prieto, 2000; Santos, 2000). Por otra parte, muchos de estos trabajos no han sido publicados o hacen parte de informes técnicos internos de algunas instituciones,

siendo su consecución difícil en general. De estos, se destacan los documentos técnicos elaborados en la década de los 90's por el Instituto de Pesca y Acuicultura (INPA) sobre las principales especies comercializadas, zonas de aprovechamiento, artes de pesca, número de usuarios y su condición socioeconómica, precios de venta y el estado de algunas las poblaciones ícticas en los principales puntos de acopio de la Amazonía colombiana (Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996). Las investigaciones del INPA evidenciaron la sobreexplotación de la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) en algunos sectores cercanos a la ciudad de Leticia (Pinto, 1997), lo que sirvió como catalizador para la formulación de las vedas para esta especie en la región; el Acuerdo 018 del 4 de octubre de 1996 y el Acuerdo 005 del 28 de enero de 1997 del INPA.

Desde entonces, no se han realizado estudios que establezcan cómo ha evolucionado esta pesquería en la Amazonia colombiana desde los 90's hasta la actualidad, a pesar de ser esto fundamental para formular políticas de aprovechamiento o acciones de conservación sobre las especies y los ecosistemas donde habitan. En consecuencia, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar comparar la dinámica actual de la pesquería de peces en el Departamento del Amazonas con la información disponible que se tiene sobre esta para los años 90's. Para esto, el estudio se centro en identificar cambios en: (i) el número de comerciantes y su ámbito de acopio, (ii) el perfil socioeconómico de los pescadores y acopiadores, (iii) las especies de mayor importancia local, (iv) artes y métodos de pesca utilizados, (v) temporadas de pesca y zonas de aprovechamiento, y (vi) las especies y volúmenes comercializados.

1.2 Métodos

1.2.1 Área de estudio

La información se recolectó durante mayo de 2013 y junio de 2014 en tres localidades del Departamento del Amazonas: Leticia, ubicada en el río Amazonas (04°09"S, 69°57"O); el La Pedrera ubicada en el río Caquetá (01°18"S, 69°37"O); y Tarapacá, ubicada en el río Putumayo (02°52"S, 69°45"O). Es pertinente mencionar que estas tres localidades fueron puntos de muestreo de los estudios realizados por el INPA en los años 90's (Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996), utilizados por el presente estudio para determinar cambios de la pesquería de peces ornamentales. También se visitaron algunas comunidades aledañas a estas tres localidades, donde residían usuarios de la pesquería en estudio.

1.2.2 Aspectos metodológicos

Dada la escasa información existente sobre la pesquería ornamental en el Departamento del Amazonas, para poder comparar la dinámica pasada (90's) y actual (2014) de esta actividad, se utilizó una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. La aproximación cuantitativa se utilizó para los objetivos (i), (ii) y (vi), mientras que la aproximación cualitativa se utilizó principalmente para resolver los objetivos (iii), (iv), (v) y para entender el contexto y significado de todos los objetivos del estudio. Es de aclarar que en la investigación cualitativa, las comunicaciones obtenidas de las entrevistas son fuente legítima de información para la construcción del conocimiento. Éstas no sólo facilitan entender el punto de vista de los entrevistados y sus realidades, sino que también contribuyen a interpretar y darle sentido al problema de investigación integrando la información cuantitativa (Strauss y Corbin, 2002).

Para reservar el derecho al anonimato de los entrevistados, en los fragmentos traducidos de las entrevistas se presentan nombres de hombres (ej.: José, Juan, Pedro y Jaime) y mujeres (ej.: María, Laura) de manera arbitraria. En seguida de la citación, se especifica si la opinión fue emitida por un pescador (P), acopiador (A), investigador (I), o por un funcionario (F) público y la localidad donde se realizó la entrevista.

Para conocer la dinámica pasada (90's) de la pesquería, se realizó un análisis documental de los informes inéditos elaborados por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) y de otros documentos con información sobre la actividad, como el trabajo de zonificación ambiental realizado por el IGAC (1997) y las memorias del Taller de Trabajo Interinstitucional INPA-Corpoamazonía sobre la arawana (1996). La información se complementó con entrevistas a profundidad a pescadores y acopiadores históricos (> 20 años de experiencia), investigadores conocedores de la región y funcionarios antiguos de las autoridades pesquera y ambiental en la Amazonia. La dinámica actual (2007-2014) de la pesquería se caracterizó realizando entrevistas semi-estructuradas a pescadores y acopiadores de las tres localidades, con un muestreo de tipo deliberado y bola de nieve, y mediante la observación participante. Las entrevistas consistieron en preguntas puntuales y abiertas sobre las especies aprovechadas, los sitios de pesca, las artes y métodos de pesca y conflictos presentes en la dinámica de la actividad. En total se realizaron 97 entrevistas semi-estructuras a pescadores y acopiadores y 5 entrevistas a investigadores conocedores de la región y funcionarios de entidades relacionadas con la pesquería.

El análisis de las especies y volúmenes de peces ornamentales movilizados por el Departamento del Amazonas de los últimos años (2007-2011), se realizó utilizando la base de datos de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) en Leticia. La base de datos fue depurada en dos instancias. Primero se corrigieron los errores de digitación y se unificaron la gran variedad de nombres vernáculos o comunes correspondientes a una misma especie. Posteriormente se visitaron los principales acopiadores de Leticia para confirmar la sinonimia de algunos nombres vernáculos. Para determinación los nombres científicos correspondientes a los nombres vernáculos, se trianguló la información con los principales acopiadores de Leticia, utilizando fotografías de las especies como material de información de apoyo. Para algunas especies, se utilizó la literatura existente sobre el tema (p. e. Ajiaco-Martínez *et al.*,

2012). Una vez realizado esto, se procedió a analizar los volúmenes comercializados por especie para cada año.

Con el propósito de observar diferencias en el régimen hidrológico de estos ríos entre los años 90's y la actualidad, se obtuvo la información diaria de los niveles medios de nivel de las estaciones meteorológicas del IDEAM ubicadas en el río Amazonas, sector de Leticia (N° 48017010), el río Putumayo, sector de Tarapacá (N° 47107010) y en el río Caquetá, en el sector de la Pedrera (N° 44187020). Con la información se calculó el promedio mensual de los niveles del río para los dos periodos de tiempo de interés del presente estudio: entre 1984-1997 para los años 90's y entre 2003-2013 para el presente.

1.3 Resultados

1.3.1 Los comerciantes y su ámbito de acopio

Los comerciantes de peces ornamentales, tanto en los 90's como en la actualidad, se pueden clasificar en permanentes o temporales. Los primeros se caracterizan por acopiar peces durante la mayor parte del año y por la tanto, poseen una infraestructura fija para su almacenamiento y manejo (Figura 1-1a). Los segundos se caracterizan por dedicarse a la actividad únicamente durante la temporada de pesca de larvas de arawana (*O. bicirrhosum*), localmente llamada el *arawaneo*, y almacenan los peces en las bolsas plásticas en la casa o en cajas de madera recubiertas de plástico (Figura 1-1b).

Figura 1-1: Acopio de peces ornamentales por acopiadores permanentes (a y b) y temporales (c y d).



Según Pinto (1997) en la zona de estudio existían 13 acopiadores de peces ornamentales (6 en Leticia, 4 en La Pedrera y 3 en Tarapacá), mientras que Sánchez *et al.* (1996) reporta en total 15 acopiadores de arawana (3 en Leticia, 8 en La Pedrera y 4 en Tarapacá), indicando que en los 90's operaban aproximadamente 18 acopiadores de peces ornamentales en el Departamento del Amazonas. El presente estudio identificó un total de 22 acopiadores, de los cuales 9 son permanentes y 13 temporales. El ámbito de acopio de ocho de ellos comprende más de una cuenca hidrográfica (Tabla 1-1). Estos resultados incluyen a tres acopiadores peruanos que operan durante el *arawaneo* en el sector de Tarapacá, y que movilizan los ejemplares en hidroaviones desde Guapapa a Iquitos. La presencia de compradores peruanos de arawana en Tarapacá ha conllevado a que algunos acopiadores colombianos prefieran desplazarse hacia La Pedrera y no ha dicho sector, durante su temporada de pesca. Dice María "No volví a Tarapacá por la competencia con los peruanos. Los peruanos pagan mejor la arawana y esto viene ocurriendo desde hace unos 5-6 años atrás." (A, Leticia).

Tabla 1-1: Número de acopiadores de peces ornamentales (permanentes y temporales) y su ámbito de acopio actual. *Incluye tres acopiadores peruanos.

Ámbito de acopio	Nº de acopiadores permanentes	Nº de acopiadores temporales
Río Amazonas	1	1
Río Caquetá	1	4
Río Putumayo	1	7*
Ríos Amazonas y Caquetá	2	0
Ríos Amazonas y Putumayo	1	1
Ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo	3	0
Total	9	13

Cabe anotar que durante el *arawaneo* estos acopiadores se asocian con 2-4 personas más, los cuales se desplazan diariamente a los sitios de pesca o comunidades ribereñas para recolectar los alevinos, aumentando considerablemente el número de comerciantes en dicha temporada y la competencia por el recurso. En la isla de Santa Rosa ubicada frente a Leticia y en Islandia, sobre el río Yavarí, también operan varios acopiadores peruanos que no pudieron ser censados por el presente estudio. Éstos al parecer acopian larvas de arawanas (*O. bicirrhosum*) y especies que no se encuentran en las cercanías de Iquitos.

1.3.2 Perfil socioeconómico de pescadores y acopiadores

La información existente para los 90's indica que los pescadores de peces ornamentales tenían edades entre los 15 y 45 años (n=237) y los acopiadores entre 30 y 45 años (Sánchez *et al.*, 1996). Todos los pescadores poseían vivienda propia y sus familias estaban compuestas por un promedio de cuatro hijos (intervalo: 8-10) (Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996). Todos los acopiadores sabían leer y escribir, mientras que sólo un 15% de los pescadores iniciaron la secundaria y ninguno terminó el bachillerato. Según Sánchez *et al.* (1996), Tarapacá poseía el mayor porcentaje de analfabetismo (31%) seguido de La Pedrera (15%).

El presente estudio encontró que los pescadores se encuentran entre los 19 y 75 años y que el 88% de ellos posee vivienda propia en la cual habitan un promedio de 5,8 personas (n=102, intervalo: 1-15). Los acopiadores se encuentran entre los 36 y 62 años (n= 16,) y que todos poseen vivienda propia en la cual habitan un promedio de 4,8 personas (n= 16, intervalo: 2-10). El 43.8% de los acopiadores y el 17,7% de los pescadores son bachilleres (Tabla 1-2). El índice

de analfabetismo encontrado fue del 6,3%, representado por pescadores del sector de Tarapacá (Tabla 1-2).

Tabla 1-2: Número de acopiadores de peces ornamentales (permanentes y temporales) y su ámbito de acopio actual.

Nivel de escolaridad	% de pescadores	% de acopiadores
Sin estudio (analfabeto)	6,3 (5)	0
Primaria incompleta	38,0 (30)	18,8 (3)
Primaria completa	20,3 (16)	0 (0)
Secundaria incompleta	17,7 (14)	37,5 (6)
Secundaria completa	17,7 (14)	43,8 (7)
Total	100 (79)	100 (16)

Las entrevistas indicaron que los pescadores se encuentran satisfechos con la remuneración económica recibida por la pesca ornamental, a diferencia de los acopiadores. Estos últimos fueron reiterativos al decir que *el negocio ya no es rentable*, principalmente debido los altos costos de transporte y a que los exportadores - los cuales fijan los precios de compra - llevan varios (5-6) años sin aumentarles el valor de compra de los peces. Por esto, a diferencia de lo que sucedía en los años 90's, hoy en día se observa que hoy en día la mayoría de acopiadores poseen actividades económicas paralelas al comercio de peces ornamentales. Esto es consistente con la información que se tiene sobre los precios de comercialización de la arawana (*O. bicirrhosum*) para los años 90's (Sánchez *et al.*, 1996) y los precios actuales. Al precio de venta de esta especie ha aumentado entre un 530-1100% para los pescadores, pero tan sólo entre 280-480% para los acopiadores (Tabla 1-3).

Tabla 1-3: Precios de venta del pescador y del acopiador de la arawana plateada en los años 90's y lo observado en el 2014.

	Precio de venta pescador (pesos COL)		Incremento (X)	Precio de venta acopiador (pesos COL)		Incremento (X)
	90's	2013		90's	2013	
Larvas o baby's	150-400	800-1500	5,3-6,0	500-1000	2400-2800	2,8-4,8
Alevinos o voladas	350-500	4000	8,0-11,4	3000-4000	12000	3,0-4,0
Juveniles o medianas	700-1300	8000	6,2-11,4	ND	20000	-

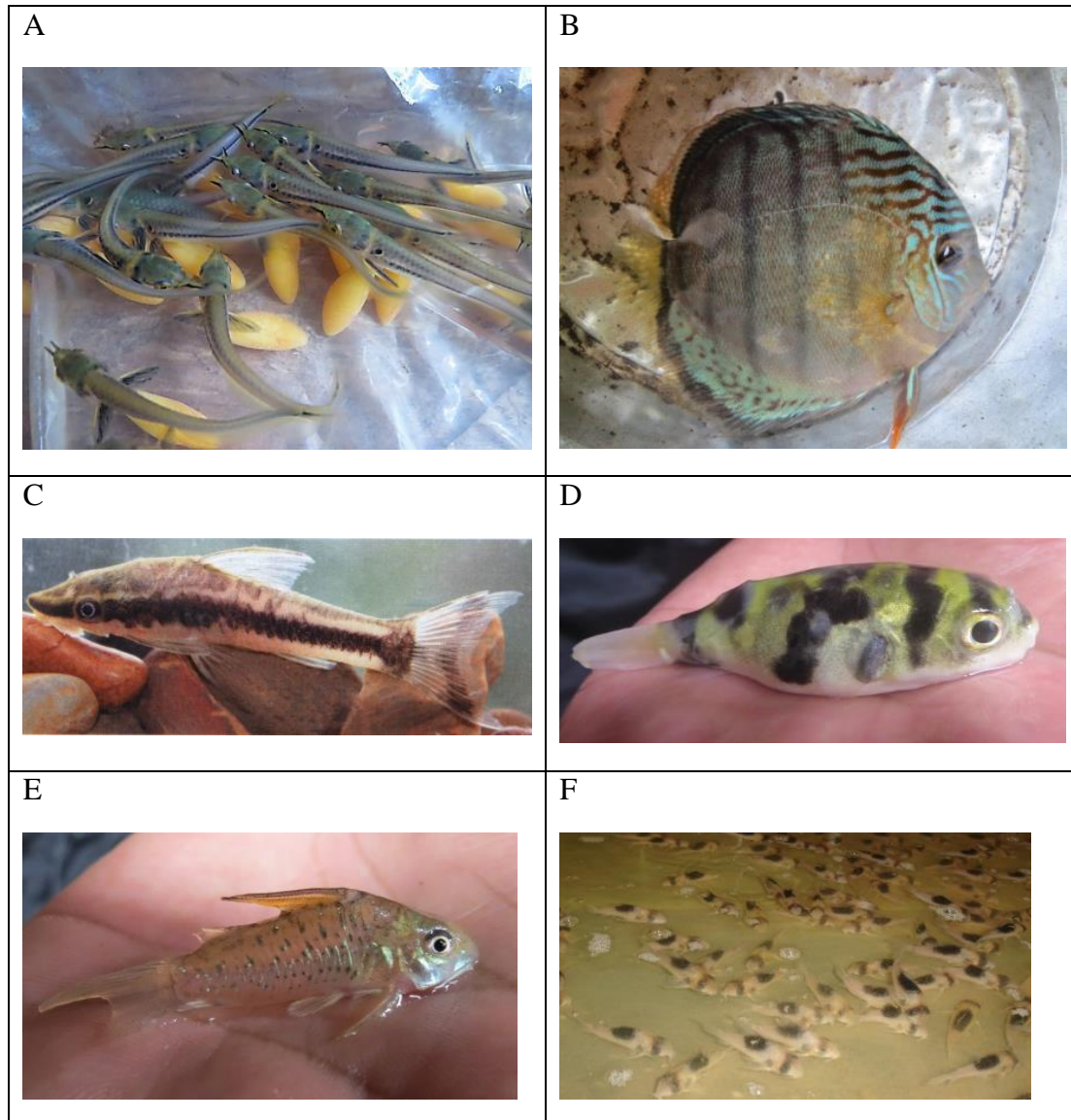
1.3.3 Importancia local de las especies

En los 90's la arawana (*O. bicirrhosum*) se consideraba la especie de mayor importancia de esta pesquería debido a su alto precio de venta. Según Pinto (1997), la arawana (*O. bicirrhosum*) constituía el 30.1% de las unidades vivas movilizadas, pero representaba el 84.8% del margen de utilidad bruto de comercialización total. Otras especies de importancia por su precio de venta alto, era el disco (*Symphysodon aequifasciatus*) y la cucha real (*Panaque nigrolineatus*), y por número de individuos las corredoras (*Corydoras spp*), los otocinolos (*Otocinclus spp*), los tetras (*Hemigrammus spp*) y el abramites (*Abramites hypselonotus*).

El presente estudio encontró que la arawana (*O. bicirrhosum*) sigue siendo considerada la especie de mayor importancia de esta pesquería en la zona de estudio (Figura 1-2a). Los discos (*S. aequifasciatus*), los otocinolos (*Otocinclus spp*) y las corredoras (*Corydoras spp*) también siguen siendo importantes localmente (Figura 1-2b, c, e y f). De lo contrario, la cucha real (*P. nigrolineatus*), los tetras (*Hemigrammus spp*) y el abramites (*A. hypselonotus*) no fueron mencionados por los usuarios como peces de gran importancia, mientras que la tamborera (*Colomesus asellus*) (Figura 1-2d) apareció como una especie de gran importancia, especialmente en el sector de La Pedrera y Tarapacá.

Las corredoras (*Corydoras spp*) de mayor importancia varían para en cada punto focal de muestreo: En Leticia son los "pigmeos" (*C. hastatus*), la "juli" (*C. julii*) y la "punctatus" (*C. leucomelas*); en La Pedrera, la "bicolor" (*Corydoras bicolor*) y en Tarapacá, la "panda" (*Corydoras c.f. ortegai*). La importancia de las corredoras "bicolor" y "panda", se debe a que por ser endémicas, poseen un alto precio de comercialización en la zona.

Figura 1-2: Peces ornamentales de importancia en la Amazonia. a) arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), b) disco (*Symphysodon aequifasciatus*), c) otocinclos (*Otocinclus huaorani*)¹¹, d) tamborera (*Colomesus asellus*), e) pigmeo (*Coryodras hastatus*), f) corredora bicolor (*Corydoras bicolor*).



¹¹ Foto tomada de Galvis *et al.* (2007).

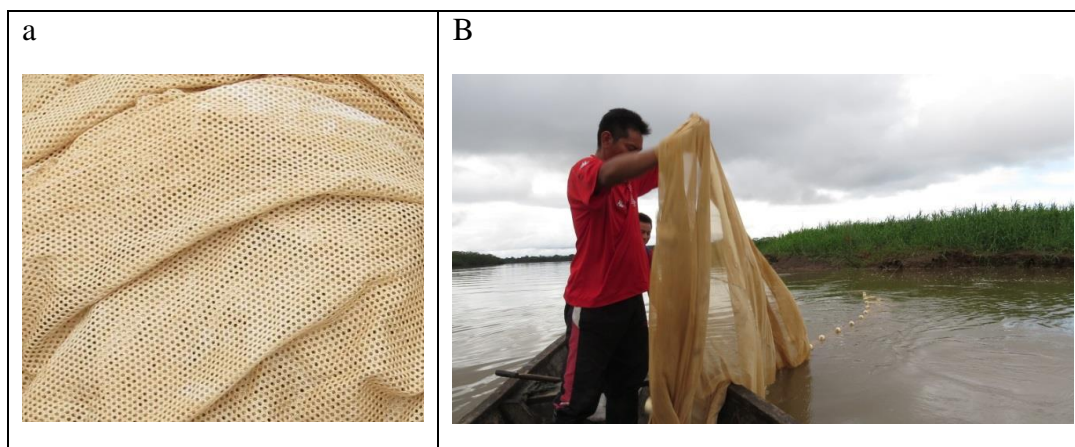
1.3.4 Artes y métodos de pesca

Para los 90's existe el reporte de seis artes de pesca utilizadas en la pesquería de peces ornamentales: (i) nasa, (ii) redes de encierre (chinchorro y malla estacionaria, red bolichero), (iii) arpón, (iv) chuzos, (v) arcos con flechas, y (vi) canoas y botes a motor (Pinto, 1997). En el presente estudio, encontró cinco artes de pesca adicionales; la careta y snorkel, el *rapichel*, el calandro o espinel, la ballesta y el anzuelo de aguja.

Careta y snorkel. La careta y snorkel es utilizado para capturar cuchas, rayas y corredoras en caños durante la época de aguas bajas, directamente con la mano o con el *chinchorro ornamental*. Los pescadores que poseen estos elementos en la zona de estudio, aprendieron su uso en la Orinoquia.

Rapichel. Se utiliza para capturar otocinclos (*Otocinclus spp*), corredoras (*Corydoras spp*) y tamboreras (*C. asellus*). Consiste de una tela de malla Omega, con la cual los pescadores fabrican un callejón que despliegan a lo largo de los caños y luego, con canoas y nasas, arrean los peces hacia adentro. El rapichel también puede ser desplegado sobre la superficie del caño donde se observa a los otocinclos (*Otocinclus spp*) *boyar*, para que estos se quedan pegados a la tela. Para capturar las tamboreras (*C. asellus*), se utiliza igual que una red de encierre (Figura 1-3).

Figura 1-3: Arte de pesca llamado localmente “rapichel”. a) tela Malla Omega para fabricar el rapichel, b) pescador utilizando el rapichel para capturar tamboreras (*C. asellus*) en la playa frente a Tarapacá.



Espinel o calandro. Este arte de pesca se utiliza en el río Amazonas para capturar rayas adultas de gran tamaño durante su época de reproducción (julio-agosto). Cuando el pescador captura una raya hembra, esta aborta las crías que son recolectadas. La madre se devuelve al río viva ya que no tiene ningún valor comercial ni es consumida en la región.

Anzuelo de aguja. Los pescadores fabrican anzuelos a partir de agujas o alfileres para no lastimar a los ejemplares. Se utiliza principalmente para la captura del gancho rojo (*Myloplus rubripinnis*).

Ballesta. Arte de pesca utilizado para capturar la arawana plateada en el sector de Tarapacá. Se fabrica artesanalmente en madera simulando la forma de una escopeta, a la cual se le adapta una flecha o chuzo que se tiembla con un caucho grueso (Figura 1-4). Al gatillar la puntilla de la ballesta, el arpón se dispara con mucha potencia y velocidad, conformando un arte de pesca es más efectivo que el arpón y más económico que la escopeta.

Figura 1-4: Arte de pesca llamado “ballesta”.



Específicamente para la pesca de arawana (*O. bicirrhosum*), Sánchez *et al.* (1996) reportan el uso de la flecha, la zagalla y la malla en el sector de La Pedrera y únicamente el uso del chuzo en el sector de Tarapacá. El presente estudio encontró que actualmente las artes de pesca para capturar la arawana (*O. bicirrhosum*) en La pedrera siguen siendo las mismas, mientras que en Tarapacá se han diversificado. Además del chuzo utilizado en los 90's, hoy en día los pescadores utilizan la malla, la escopeta y la ballesta.

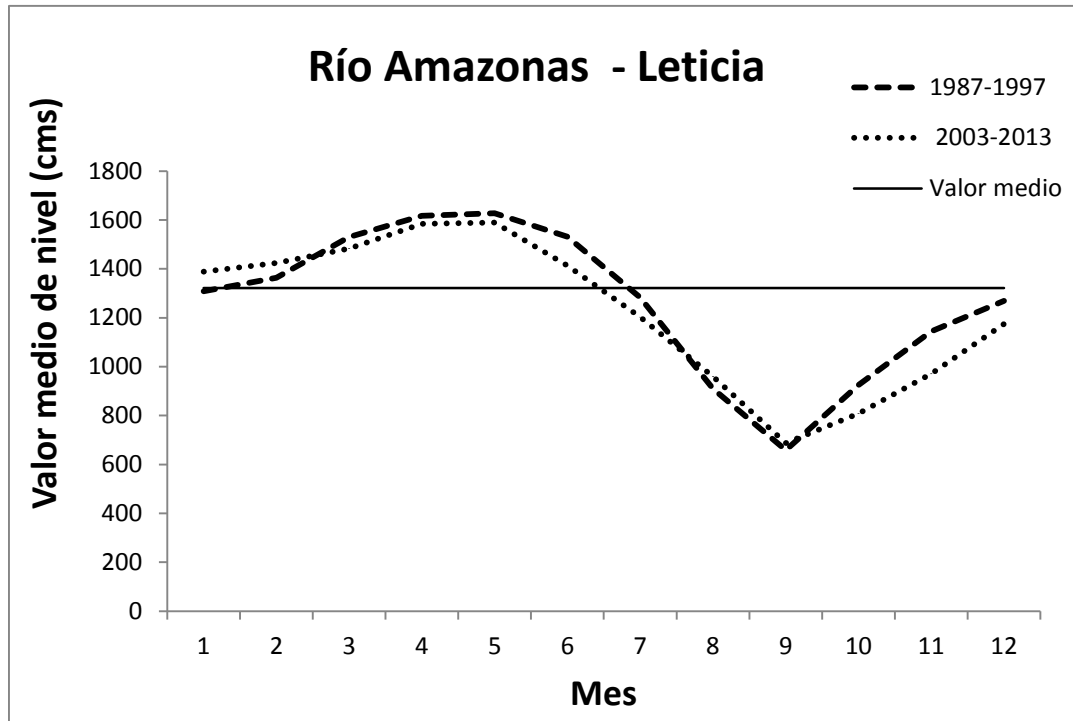
1.3.5 Temporadas de pesca

- **Sector de Leticia, río Amazonas**

Sánchez *et al.* (1996) y Pinto (1997) indican que el *arawaneo* (época de pesca de larvas y alevinos de arawana) en el sector de Leticia, ocurría entre diciembre y abril cuando el río Amazonas tenía sus aguas en ascenso y altas. La temporada de *variedad* (época de pesca de los demás peces ornamentales), comprendía el periodo entre agosto y noviembre (Pinto, 1997), cuando las aguas del río se encontraban en descenso y bajas (Figura 1-5). Las arawanas

juveniles o medianas (25-30 cm) se pescaban entre agosto y septiembre, durante la época de aguas descendentes.

Figura 1-5: Valor medio del nivel del río Amazonas para los periodos 1987-1997 y 2003-2013¹².



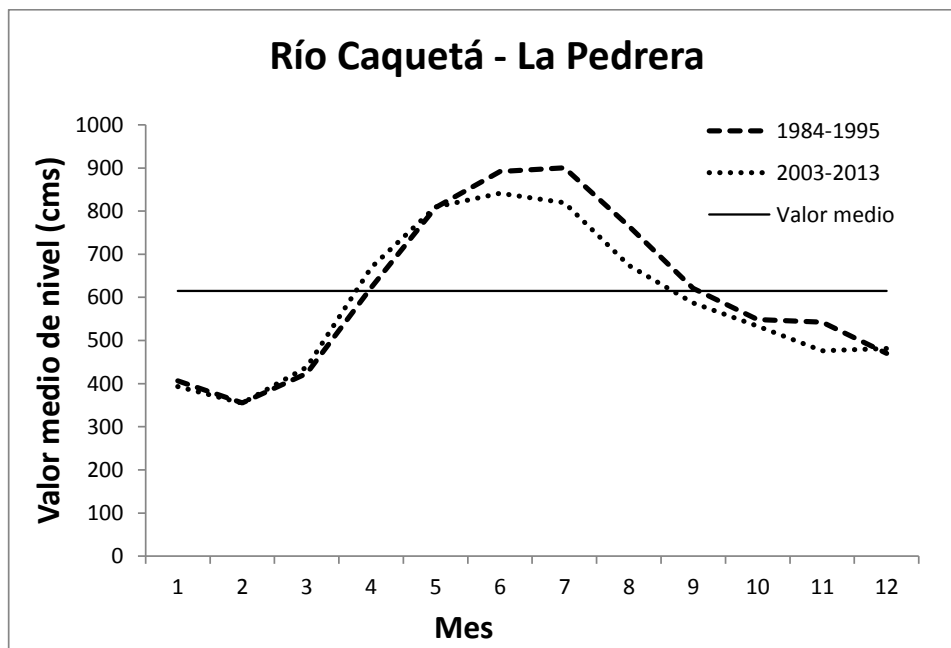
Actualmente la temporada de peces de *variedad* comprende los meses entre junio y noviembre, es decir, incluye dos meses más que en los 90's. El *arawaneo* por su parte, comprende una dinámica compleja debido a diferencias en el régimen hidrológico de los diferentes ríos en el área de influencia de Leticia (ríos Amazonas, Jutai, Tecuai, Sacambú y Aouti Paraná) y la época de reproducción de esta especie en cada uno. Esto conlleva a que la temporada de *arawaneo* en esta localidad, comprenda el periodo entre mediados de octubre hasta marzo. Es decir, la temporada de *arawaneo* cambio de fecha principalmente debido a que los sitios de pesca de esta especie ha cambiado (ver sección Zonas de aprovechamiento) y no por cambios en el régimen hidrológico del río Amazonas (Figura 1-5) como algunos usuarios entrevistados declararon.

¹² Fuente: datos de la estación meteorológica del IDEAM N°48017010.

- **Sector de La Pedrera, río Caquetá**

En el sector de La Pedrera, la temporada de *variedad* en los 90's comprendía principalmente el periodo entre octubre y marzo (aguas descendentes y bajas), y en menor medida entre julio y agosto (aguas alta) (Pinto, 1997), es decir, un total de ocho meses. Actualmente esta temporada comprende únicamente los meses entre septiembre y febrero, cuando el río Caquetá se encuentra en aguas bajas (Figura 1-6), posiblemente debido a que esta actividad ya no es tan promisoría en este sector como hace veinte años atrás. Por su parte, la temporada de *arawaneo* en los 90's, comprendía el periodo entre febrero y junio (aguas bajas y ascendentes) (Sánchez *et al.*, 1996), mientras que hoy en día son pescadas entre principios de marzo hasta mediados de mayo. Este cambio en el periodo de pesca se debe principalmente al la veda de esta especie en este sector (Acuerdo 005 de 1997 del INPA) y posiblemente también, pero en menor medida, a un cambio en el régimen hidrológico del río, puesto que el río Caquetá actualmente alcanza su nivel máximo y empieza sus aguas empiezan a descender un poco antes que en los años 90's (Figura 1-6).

Figura 1-6: Valor medio del nivel del río Caquetá para los periodos 1987-1997 y 2003-2013¹³.



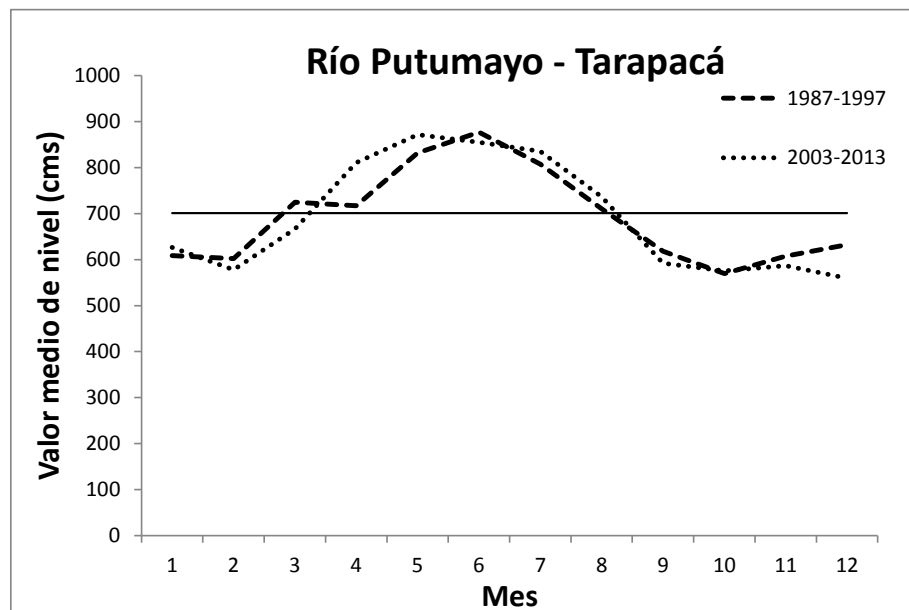
¹³ Fuente: datos de la estación meteorológica del IDEAM N° 44187020.

▪ Sector de Tarapacá, río Putumayo

En el sector de Tarapacá, la temporada de *variedad* en los 90's comprendía principalmente el periodo entre octubre y marzo (aguas descendentes y bajas), y en menor medida entre julio y agosto (aguas altas) (Pinto, 1997). La temporada de *arawaneo* comprendía el periodo entre febrero y junio (aguas bajas, ascendentes y altas) y la temporada de arawanas juveniles o *medianas* entre octubre y noviembre (aguas descendentes) (Pinto, 1997). Actualmente la temporada de *variedad* en Tarapacá se presenta únicamente entre noviembre y febrero, cuando los ríos Putumayo y Cotuhé se encuentran con sus aguas bajas (Figura 1-7). Y el *arawaneo* al igual que en los años 90's, comprende el periodo entre finales de febrero y termina a finales de mayo (aguas bajas, medias y altas) (Figura 1-8), es decir, en este sector la veda de la arawana (Acuerdo 018 de 1996 del INPA) no es respetada por los usuarios de la pesquería. Los alevinos de arawana o *voladas* (5-10 cm) se pescan entre junio y julio, y los juveniles o *medianas* (~15-20 cm) entre agosto-septiembre.

Si bien las temporadas de pesca en el sector de Tarapacá no han variado desde los años 90's, al igual que para el río Caquetá, se observa que el río Putumayo hoy en día alcanza su pico de inundación un poco antes que en los 90's (Figura 1-7).

Figura 1-7: Valor medio del nivel del río Putumayo para los periodos 1987-1997 y 2003-2013¹⁴.



¹⁴ Fuente: datos de la estación meteorológica del IDEAM N°47107010.

Figura 1-8: a y b) Pesca de arawana con malla en playones del río Putumayo en época de aguas bajas. c) Pesca de arawana con flecha o chuzo en las orillas del lago Gaviota, durante la época de aguas altas.



1.3.6 Zonas de aprovechamiento

- **Área de Leticia, río Amazonas**

La información disponible en Pinto (1997) indica que la zona de aprovechamiento de peces ornamentales en el área de influencia de Leticia, en el lado colombiano, comprendía la quebrada Yahuaraca, la quebrada Pichuna y Picatúa, el río Loretoyacu, el río Atacuarí y San Juan de Socó, incluyendo el lago Tarapoto. Del lado peruano, la zona de aprovechamiento iba hasta Caballo Cocha, incluyendo el río Cayarú hasta Bellavista. Del lado brasileño, comprendía el río Yavarí hasta Atalaya, incluyendo los ríos tributarios Sacambú grande y Sacambu raso (Figura 1-9, Anexo C). Y según Sánchez *et al.* (1996), las arawanas eran extraídas en el municipio de Puerto Nariño, desde San Juan de Atacuarí hasta San Martín de Amacayacú, incluyendo las comunidades del río Loretoyacú hasta San Juan del Socó (p.e. San Francisco, 20 de Julio, Cocha Redonda, Santarém) y Caballo Cocha en Perú (Figura 1-10, Anexo C) .

Figura 1-9: Zona de pesca de peces ornamentales en la zona de influencia de Leticia (rojo), Tarapacá (amarillo) y La Pedrera (morado), para los años 90's¹⁵.

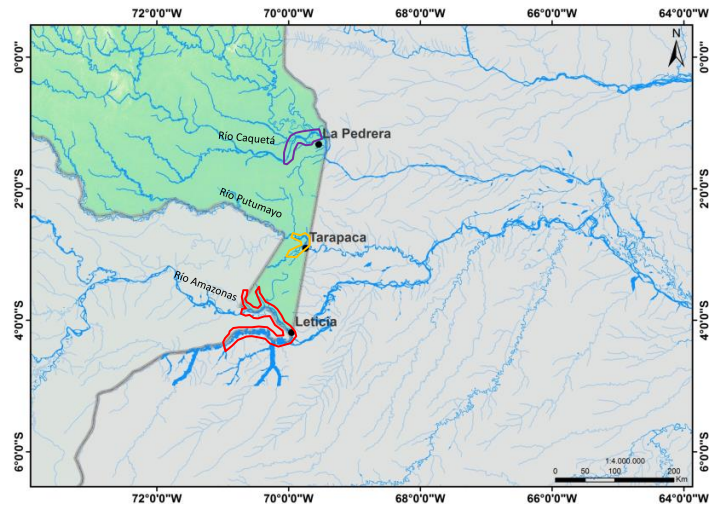
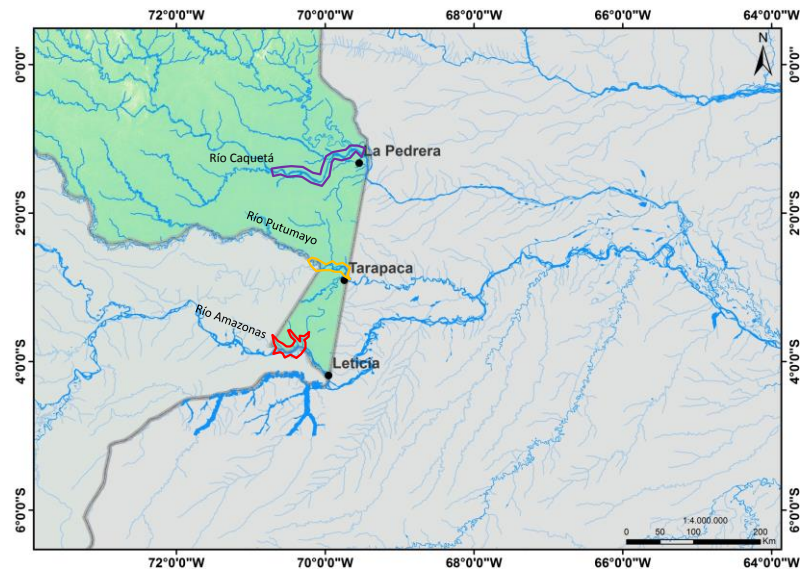


Figura 1-10: Zonas de pesca de arawana (*O. bicirrhosum*) para los años 90's en el municipio de Puerto Nariño (rojo), La Pedrera (morado) y en Tarapacá (amarillo)¹⁶.

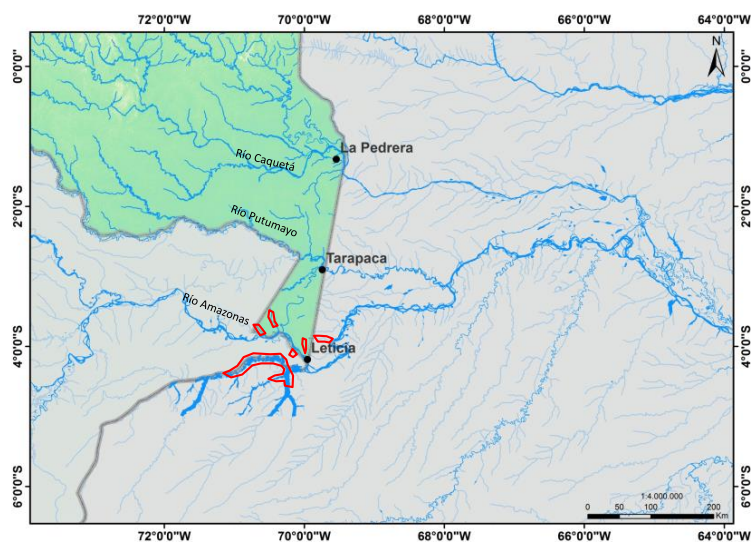


¹⁵ Fuente: Pinto (1997).

¹⁶ Fuente: Sánchez *et al.* (1996).

El presente estudio encontró que las zonas de aprovechamiento de las especies de *variedad* en el sector de Leticia, son similares a las reportadas por en los 90's. En el Amazonas-Solimões estas comprenden los remansos y playas que se forman en el canal principal del río, como también en algunos de sus afluentes y ecosistemas acuáticos asociados como: la quebrada La Asacaya, los ríos Sacambú-Yavarí, la cocha Gamboa y el caño Erene del río Cayarú, la quebrada Yahuaraca, la quebrada La Beatriz, el río Tacana, el río Boiauasú-Atacuarí, los lagos San Juan del socó y Tipisca del río Loretoyacu y el bajo río Calderón (Figura 1-11, Anexo C). Los discos provienen del río Jutaí, del bajo río Putumayo-Iça y del bajo río Calderón, en Brasil. Los otocinclos provienen principalmente de las zonas inundables de los ríos Yavarí, Sacambú, y Cayarú.

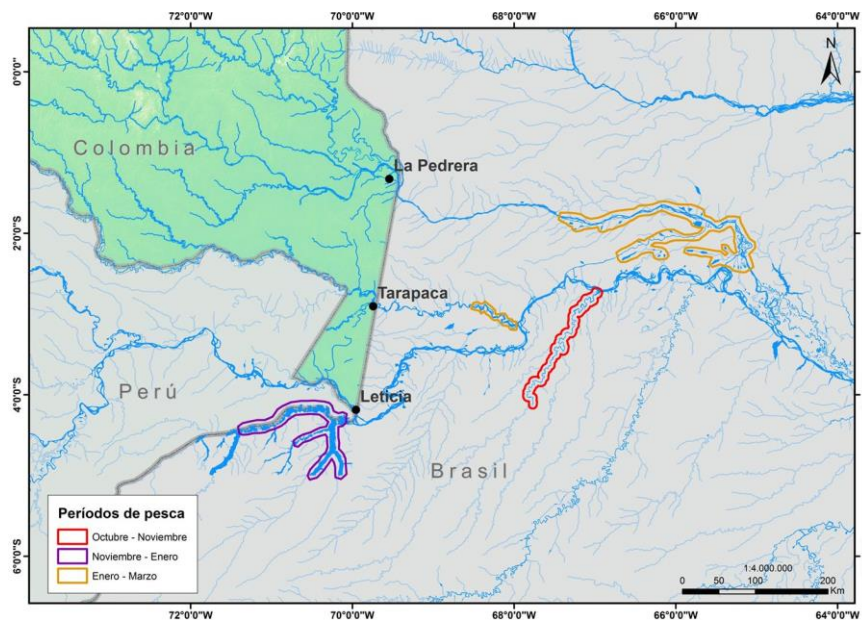
Figura 1-11: Actuales zonas de aprovechamiento de peces de variedad en la zona de influencia de Leticia.



Como ya se mencionó (ver sección Temporadas de pesca), la pesca de larvas de arawana en el área de influencia de Leticia de comprende una dinámica compleja por las diferencias en el régimen hidrológico de los diferentes ríos en esta zona y la época de reproducción de esta especie. A mediados de octubre, el *arawaneo* se presenta en el río Jutaí, afluente del río Amazonas-Solimões en el Brasil. Entre noviembre y enero, se presenta principalmente en el río Yavarí y su tributario, el río Sacambú, aunque algunos ejemplares también pueden provenir del río Tecuai (otro tributario del Yavarí). Entre enero y principios de marzo, el *arawaneo* se presenta en el río Aouti Paraná (brazuelo que conecta el río Amazonas-Solimões con el Caquetá-Japurá), en el bajo río Caquetá-Japurá y en el bajo Putumayo-Iça (Figura 1-12). Las arawanas *medianas* o juveniles, son capturadas de mayo a junio en el río Yavarí y sus tributarios (río Sacambú y río Tecuai), cuando éstos ríos se encuentra con sus aguas en descenso. Es decir, según los acopiadores entrevistados, las época de reproducción de la arawana empieza en la parte baja de los ríos y va subiendo hacia su parte media y alta de los

ríos. Estos también indicaron que hoy en día ya no se acopian arawanas del municipio de Puerto Nariño, debido a los acuerdos de pesca que tienen algunas comunidades (p.e. lago Tarapoto) o porque *no hay quien pesque, ni dejan pescar*. Dice Laura “Arriba de Puerto Nariño, después del 20 de julio, los indígenas ya no dejan entrar a pescar debido a los cultivos de coca... posiblemente para que no observemos los cultivos. Además las ganancias de la pesca por allá, ya no es negocio” (A, Leticia).

Figura 1-12: Zona de aprovechamiento de arawana (*O. bicirrhosum*), movilizadas principalmente por Leticia, en diferentes periodos del año.



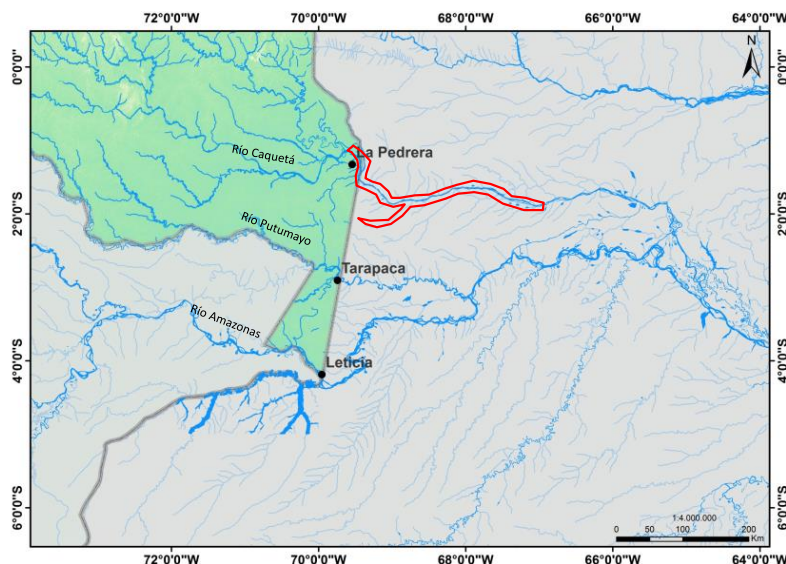
- **Área de La Pedrera, río Caquetá**

La información disponible en Pinto (1997), indica que a zona de aprovechamiento de peces ornamentales en el área influencia de La Pedrera, comprendía el sector entre Puerto Caimán y La Pedrera (Figura 1-9, Anexo C). Los resultados del presente estudio indican que la corredora de mayor importancia local en La Pedrera, la “bicolor” (*Corydoras bicolor*), es explotada exclusivamente en los caños Tanimuca, Bacuri y Boliviano del resguardo indígena Comeyafú. Los otocinolos (*Otocinclus* spp.) provienen de algunos caños, quebradas, *chuquios* y canaguchales de las comunidades de Puerto Córdoba, Borica, Manacaro, Agosturas, Ticuna, Tanimuca y Villa Marcela (Anexo C). La tamborera (*C. asellus*) proviene de las orillas del río Caquetá frente a La Pedrera y de los remansos que se forman en el chorro de Córdoba.

La mayoría de los discos provienen del río Caquetá-Japurá y del río Puré, desde el poblado de Limohero hasta Villa Marcela, en Brasil, y algunos pocos de la parte baja del río Apaporis

(Figura 1-13, Anexo C). Según las entrevistas realizadas, en la parte colombiana los discos son poco abundantes. “En el río Apaporis hay discos, pero no es suficiente para hacer la “base”. En una noche se pueden capturar 20, mientras que en Brasil entre 200 y 300. También se puede pescar con chinchorro y sacar más de 500 en una noche”- dice José (P, La Pedrera). Lo mismo opina Pedro, al decir “En Apaporis hay, pero poco... no da la “base”. En cambio, en Brasil se pueden coger 1500-2000 en una semana” (A, La Pedrera). En parte por esto, esta especie es considerada por Juan como “comercialmente extinta” (I, La Pedrera), lo cual contrasta con la memoria histórica de Jaime, que asegura que anteriormente “del río Apaporis sacaban muchísimos discos” (I, Leticia).

Figura 1-13: Zona de aprovechamiento del disco (*Symphysodon aequifasciatus*) en el río Caquetá-Japurá.



Según Sánchez *et al.* (1996), las arawanas en el área de La Pedrera provenían del sector entre Tres Islas y La Pedrera (Figura 1-10). En el presente estudio se observó que esta especie ya no se pesca en este sector debido a su baja abundancia, razón por la cual los acopiadores deben desplazarse de río abajo, en territorio brasileño. Las arawanas actualmente provienen del sector comprendido entre Maraãn, en el bajo río Caquetá-Japurá, y el río Aouti Paraná, hasta el poblado de Cerinha en Brasil (Figura 1-14, Anexo C). Esto contrasta con la información consignada en las memorias del Taller de Trabajo Interinstitucional INPA –Corpoamazonía, llevado a cabo el 25-27 de junio de 1996, donde se menciona la importancia de la homologación de las políticas pesqueras entre los países (Brasil, Colombia y Perú), la necesidad de un control efectivo y que “Para resolver conflictos originados por el ingreso de pescadores brasileños a áreas de pesca colombianas, se recomienda que el INPA dirija una nota informativa al Ministerio de Relaciones Exteriores, donde presente la solicitud emanada por la comunidad de pescadores de la Pedrera” (INPA y Corpoamazonia, 1996, p. 5).

Finalmente, es importante mencionar que los acopiadores entrevistados manifestaron no aprovechar el recurso en el río Puré, debido a que los alevinos están *en su punto* en diciembre-enero, época de veda para el río Caquetá.

▪ Área de Tarapacá, río Putumayo

La zona de aprovechamiento de peces ornamentales en el área influencia de Tarapacá en los 90's comprendía el río sector del río Putumayo desde Tarapacá hasta la comunidad Ticuna, incluyendo los lagos de Ventura y San Cristobal, como también los tributarios caño Peixeboy, caño Pobre y caño Miguel (Pinto, 1997). Sobre en el río Cotuhé, comprendía el sector hasta Santa Lucía incluyendo el río tributario Caño Pimate (Figura 1-9, Anexo C) (Pinto, 1997). Las larvas o *baby's* de arawana en los 90's provenían del sector comprendido entre Puerto Palma e Ipiranga (Figura 1-10) (Sánchez *et al.*, 1996).

Actualmente, las zonas de pesca de los peces de *variedad* en esta localidad no han variado mucho en relación a los años 90's. Los otocinclos (*Otocinclus spp*) provienen principalmente del lago Tapaje, lago Cacao, lago Yacaré y de los caños de Puerto Palma. Cuando las aguas están muy bajas, estos se pescan en el canal del río Putumayo o Cotuhé. La tamborera (*C. asellus*) se captura en las playas del río Putumayo y Cotuhé en las cercanías de Tarapacá. La corredora "panda" (*Corydora c.f. ortegai*), se encuentra únicamente en el caño Sucuruyú, tributario del río Cotuhé. Los discos provienen del caño Santa Clara, caño Pobre, caño Toro, caño Pechiboy, los caños de Puerto Palma, las orillas del río Cotuhé y del lago Quinina. La zona de aprovechamiento de la arawana (*O. bicirrhosum*) actualmente comprende el sector entre el Porvenir e Ipiranga (Figura 1-14, Anexo C).

Al igual a lo que en el sector de La Pedrera para el río Puré, los pescadores de Tarapacá indicaron que las arawanas del río Cotuhé están *en su punto* entre diciembre-enero, y que por ende, no las pueden aprovechar debido a la veda para el río Putumayo.

1.3.7 Especies y volúmenes movilizados

Pinto (1997) reporta que en 1996 el departamento del Amazonas movilizó 1.185.274 unidades pertenecientes a 27 variedades o especies ícticas distintas. El 81,5% de las unidades movilizadas estaban representadas solamente por tres variedades o especies. En primer lugar, por la arawana (*O. bicirrhosum*) (356.784 unidades, 30,1%), seguida de las corredoras (*Corydoras spp*) (315.570 unidades, 26,6%) y los otocinclos (*Otocinclus spp*) (294.000 unidades, 24,8%). A estas especies le seguían importancia descendente los escalares (*Pterophyllum scalare*) (55.390 unidades, 4,7%), estrigatas (40.900 unidades, 3,5%), agujones (*Boulengerella spp*) (28.785 unidades, 2,4%), doras (varias especies de la familia Doradidae)

(27.500 unidades, 2,3%), catalinas (*Bunocephalus coracoideus*) (17.150 unidades, 1,4%) y neones (*Paracheirodon innesi*) (17.100 unidades, 1,4%).

No obstante, Sánchez *et al.* (1996) muestra valores diferentes para las movilizaciones de la arawana (*O. bicirrhosum*) para el mismo año; un total de 106.293 unidades vivas las cuales representaban el 55,9% del total de movilizaciones para 1996. En los años anteriores según Sánchez *et al.* (1996), los porcentaje de representatividad del arawana (*O. bicirrhosum*) con respecto a las otras especies fueron: para 1990 del 22,9% (406.795 unidades), para 1991 del 27,2% (606.048 unidades), 1992 del 18,9% (160.622 unidades), 1993 del 19,1% (143.401 unidades), para 1994 del 11,4% (182.214 unidades) y para 1995 del 41,4% (411.617 unidades).

El análisis de las bases de datos de la AUNAP- Leticia, sobre las movilizaciones de peces ornamentales por el departamento de Amazonas durante el periodo 2007-2011 indican que se movilizó un total de 14.022.820 unidades vivas (entre 2.154.477 y 3.599.340 unidades vivas por año) de por lo menos 93 especies distintas, incluyendo las especies exóticas que algunos comerciantes están reproduciendo (Anexo D). Los órdenes más representativos fueron los Siluriformes (64,5%), seguido de Osteoglossiformes (29,1%) y Characiformes (5,1%). Las especies más representativas fueron los otocinolos (*Otocinclus* spp.), la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), diferentes especies de corredoras (*Corydoras hastatus*, *C. leucomelas*, *C. arcuatus*, *C. agassizi* y *C. julii*), la estrigata mármol (*Carnegiella strigata*), el gancho rojo (*Myloplus rubripinnis*) y los tigrillos (*Pimelodus pictus*) entre otros (Tabla 1-4). De estas especies, sólo la arawana (*O. bicirrhosum*) mostró un incremento sustancial en el número unidades vivas movilizadas desde el 2007 al 2011. De lo contrario, el gancho rojo (*M. rubripinnis*) y los tigrillos (*P. pictus*) muestran un notorio declive (Anexo D).

Se encontró que luego del 2008, el número de ejemplares movilizadas de los órdenes Siluriformes y Characiformes disminuyó considerablemente, mientras que el número de ejemplares del orden Osteoglossiformes aumentó a partir del 2009 (Figura 1-15). Es importante mencionar que del orden Siluriformes incluye unas 30 especies y del orden Characiformes 23 especies, mientras que del orden Osteoglossiformes solo dos especies (*O. bicirrhosum* y *O. ferreirai*), de las cuales una (*O. ferreirai*) habita en la cuenca del Orinoco y en el Rio Negro.

Tabla 1-4: Porcentaje de representatividad de las 28 principales especies o variedades de peces ornamentales movilizadas por el departamento del Amazonas durante el periodo 2007-2011.¹⁷

Especie	Nombre vernáculo	Total 2007-2011	%
<i>Otocinclus spp</i>	Otocinco	6379083	45,5
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Arawana	4075914	29,1
<i>Corydoras hastatus</i>	Corredora astatus, pigmeos	512170	3,7
<i>Corydoras leucomelas</i>	Corredora punctatus	496300	3,5
<i>Corydoras arcuatus</i>	Corredora arcuatus	334648	2,4
<i>Corydoras agassizii</i>	Corredora agasizi	302644	2,2
<i>Corydoras julii</i>	Corredora julis	299156	2,1
<i>Carnegiella strigata</i>	Estrigata marmol	236344	1,7
<i>Corydoras elegans</i>	Corredora elegans	124320	0,9
<i>Corydoras rabauti</i>	Corredora rabauti	107398	0,8
<i>Myloplus rubripinnis</i>	Gancho rojo	89220	0,6
<i>Pimelodus pictus</i>	Tigritos	77390	0,6
<i>Nannostomus sp. 1</i>	Pencil	76083	0,5
<i>Metynnis sp</i>	Monedas	72268	0,5
<i>Bunocephalus coracoideus</i>	Catalina	70530	0,5
<i>Platydoras costatus</i>	Dora rayada	64171	0,5
<i>Abramites hypselonotus</i>	Abramites	56651	0,4
<i>Agamyxis pectinifrons</i>	Dora de punto	56511	0,4
<i>Pimelodus blochii</i>	Cuatro líneas	55377	0,4
<i>Hyphessobrycon sweglesi</i>	Corazón sangriento	44907	0,3
<i>Colomesus asellus</i>	Tamborera	42580	0,3
<i>Corydoras splendens</i>	Corredora verde	36444	0,3
<i>Pterophyllum scalare</i>	Escalar	35683	0,3
<i>Carnegiella marthae</i>	Estrigata blanca	31150	0,2
<i>Paragoniates alburnus</i>	Tetra azul	27313	0,2
<i>Corydoras spp</i>	Corredora	23931	0,2
<i>Corydoras armatus</i>	Corredora armatus	21730	0,2
<i>Symphysodon aequifasciatus</i>	Disco	18122	0,1

¹⁷ Fuente: salvoconductos de movilización, oficina de la AUNAP, Leticia.

1.4 Discusión

El estudio de la pesquería de peces ornamentales en la Amazonia no es fácil debido a que muchos de sus habitantes que se dedican esta actividad como forma de *rebusque* o como una alternativa económica temporal u ocasional, ya sea pescando o actuando como intermediarios de acopiadores mayoristas, otorgándole un carácter difuso y disperso típico de pesquerías artesanales o de pequeña escala (Macedo-Lopes *et al.*, 2009). No obstante, la información recolectada indica que actualmente existen más acopiadores que hace 20 años, si se tiene en cuenta los acopiadores peruanos y brasileros, y los acopiadores de línea durante el *arawaneo*.

La información disponible sobre los volúmenes totales movilizados por el departamento para los dos periodos comparados (en promedio 1.391.654 unidades vivas por año entre 1990-1996, versus 2.804.564 unidades vivas por año entre 2007-2011), sugiere que la actividad en la región se encuentra nuevamente en auge¹⁸, a pesar de que los comerciantes opinan lo contrario y que la temporada de pesca de peces de variedad en el sector de Tarapacá y La Pedrera actualmente comprende menos meses.

El número de especies comercializadas aparentemente aumentó de 27 a 93. Sin embargo esto puede ser resultado de una mejora en la toma de información debido a las publicación realizada por el INCODER en el 2007 (Galvis *et al.*, 2007), la cual facilitó la identificación de las especies de peces ornamentales a niveles taxonómicos más bajos a los usuarios. El aumentó en el número de especies permitidas por la normatividad pesquera (de 140 especies en la Resolución N°80 del 1991 del INPA a 444 especies en la Resolución N° 3532 del 2007 del INCODER) y la demanda del mercado internacional por especies nuevas o raras (Ploeg, 2004), también pueden ser factores explicativos de esta tendencia. No obstante, las principales especies movilizadas no han variado desde los años 90's, como tampoco las especies de mayor importancia local: arawana, disco, otocinlos y corredoras. Por otro lado, actualmente algunos acopiadores se encuentran reproduciendo tres peces exóticos (*Cyprinus carpio*, *Cyprinus sp.* y *Devario malabaricus*) que en para los años 90's no estaba reportado.

Si bien el nivel de escolaridad de los usuarios aumentó considerablemente, especialmente entre los pescadores, los demás indicadores socioeconómicos permaneces similares a lo observado en los 90's y el analfabetismo sigue estando concentrado en el sector de Tarapacá. El hecho de que los exportadores fijen los precios de compra a los acopiadores mayoristas de Leticia, por un lado hace que el *endeude* caracterice la dinámica de la pesquería y por otro, que los intermediarios posean actividades económicas paralelas poniendo en riesgo el futuro de esta pesquería en la región. Hay que recordar que la sustentabilidad de una pesquería depende directamente de que exista una distribución justa y equitativa de los ingresos derivados del recurso natural (De Young *et al.*, 2008). Por ende, el Estado colombiano también deberá impulsar estrategias que permitan un mayor bienestar social en todos los eslabones de la cadena comercialización.

¹⁸ Primer auge en los años 70's (Blanco, 2002; Castro, 1997)

Según las entrevistas la veda de la arawana para los ríos Putumayo y Caquetá, han contribuido a preservar el recurso de los ríos Cotuhé y Puré respectivamente, sin embargo estas también han desencadenado conflictos sociales. En primer lugar, las comunidades asentadas sobre el río Cotuhé que anteriormente explotaban la arawana, actualmente no pueden hacerlo como antes, debido a que la temporada de *apogeo* de producción de alevinos de la arawana en este río se presenta durante el periodo de veda. En consecuencia, actualmente se observan conflictos entre estas y las comunidades asentadas sobre el río Putumayo, quienes restringen el acceso a las zonas de pesca ubicadas en lo que ellos consideran *su territorio*. La aparición de derechos de uso *de facto* de sitios de pesca ha sido ampliamente documentada en pesquerías con una gran demanda y un notorio declive del recurso natural (Barsuto *et al.*, 2012; Persha *et al.*, 2011; Ostrom, 2005). En segundo lugar, los acopiadores colombianos han quedado en desventaja competitiva ante los peruanos, pues estos últimos al no tener veda llegan primero al mercado internacional y obtienen los mejores precios. Los acopiadores peruanos tampoco respetan la veda colombiana y por ende, pueden aprovechar el recurso primero que los colombianos, movilizándolo en vuelos chárter a Iquitos desde la frontera. La incidencia de este tipo de “usuarios no contribuyentes” o *free riders* es alta en el sector de Tarapacá, situación que si no se controla podría conllevar a la sobreexplotación del recurso pesquero. De actualizarse la veda de la arawana para las cuencas de la Amazonia, estas observaciones deberían tenerse en cuenta.

Las diferencias observadas en las temporadas de pesca no parece deberse a cambios en el régimen hidrológico de los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo. Sin embargo, sería importante verificar las temporadas de reproducción de la arawana en cada cuenca hidrográfica y determinar si es pertinente o no, actualizar las fechas de las vedas que impuso el Estado colombiano en 1996 (Acuerdo 018 del INPA) y 1997 (Acuerdo 005 del INPA) o implementar vedas con fechas flexibles según el comportamiento de los ríos cada año. Llegado el caso de que sea pertinente actualizar las vedas, es de suma importancia que se realicen evaluaciones de los costos sociales que la nueva norma podría desencadenar en las comunidades locales y se formulen estrategias para su remediación. De lo contrario, aumentaría la aprensión de los habitantes hacia las autoridades ambientales y pesqueras, la academia y en el Estado colombiano en general. Por otro lado, dada la falta de gobernabilidad de las autoridades pesquera, ambiental y policiva en los tres puntos de muestreo (Guzmán, 2013), como también a la realidad geofísica y geopolítica del sur de la Amazonia colombiana, apunta a que lo más pertinente es que se promueva la descentralización del proceso de elaboración de políticas y relocalizarlas a nivel de comunidad (p. e. acuerdos de pesca, planes de manejo comunitario o compartido) (Berkes, 2009; Jentoft, 2000; Jentoft *et al.*, 1998).

Si bien desde los 90's a la actualidad las unidades vivas totales movilizadas por del Departamento del Amazonas se han duplicado, las zonas de pesca de dos de las principales especies (arawana y disco) se han desplazado. Mientras que hace 20 años las zonas de pesca de estas dos especies se encontraban cerca de los puntos de acopio y dentro del territorio colombiano, hoy en día la mayoría de los ejemplares provienen de los países vecinos. Esto sugiere que las poblaciones de estas especies en algunos sectores se encuentran

*comercialmente extintas*¹⁹, exigiéndole a los acopiadores aumentar su capacidad de pesca y costos generales, para poder encontrarlos. En lugares con pocas oportunidades de empleo es común que los pescadores se sometan a una sobrexplotación económica, inclusive llegando a una ineficiencia en la actividad (Seijo *et al.*, 1997).

La extinción local de la arawana en los lagos del Yahuaraca ubicados en el medio río Amazonas, ya había sido reportada en los 90's (IGAC, 1997), pero no en el lago Tarapoto o en los lagos del bajo Caquetá. Actualmente estas localidades se encuentran protegidas por acuerdos de pesca que las comunidades locales han implementado con el apoyo de ONG's y de Corpoamazonia, sin embargo sería pertinente elevar su status de conservación de Vulnerable en la lista roja de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2012).

La explotación comercial de la arawana y del disco en el sector de Tarapacá sigue operando en ecosistemas acuáticos bajo jurisdicción colombiana y representa una fuente de empleo importante para sus habitantes. El disco fue la primera especie íctica que se comercializó como ornamental en este sector y al parecer, el impacto en las poblaciones locales es considerable. En consecuencia y acogiendo las recomendaciones de Ajiaco-Martínez *et al.* (2012), este sector debería priorizarse para investigaciones científicas que permitan establecer medidas de manejo específicas, para estas dos especies, más aún teniendo en cuenta que allí se está implementando la *ballesta* para capturar la arawana, arte de pesca más lesivo para el progenitor que el tradicional chuzo o flecha.

Dado que la mayoría de peces ornamentales comercializados por el departamento del Amazonas actualmente provienen del Brasil o del Perú, especialmente las dos especies de mayor importancia para la pesquería (la arawana y el disco), es importante que se desarrollen estrategias transfronterizas para su aprovechamiento sostenible. El manejo los recursos pesqueros compartidos o transfronterizos es uno de los retos más grandes para la sostenibilidad de una pesquería (Munro *et al.*, 2004). Este requiere de algún grado de cooperación y de inversión económica por los tres países (Colombia, Perú y Brasil), que permita la implementación de un programa de manejo coordinado con objetivos concertados y que los datos de toma de información pesquera sean compartidos (Munro *et al.*, 2004; Gulland, 1980).

1.4.1 Recomendaciones

- Fortalecer el ejercicio de poder o gobernabilidad de las autoridades ambientales, pesqueras y policivas, especialmente en los corregimientos de Tarapacá y La Pedrera.
- Impulsar estrategias que permitan un mayor bienestar social en todos los eslabones de la cadena comercialización de peces ornamentales, incluyendo subsidios de transporte

¹⁹ Comercialmente extinta se refiere a que la especie si se encuentra presente en el área pero su población es tan baja, que su pesca y acopio no es económicamente viable para para los pescadores y comerciantes.

para los acopiadores locales que operan en los corregimientos departamentales de Tarapacá y La Pedrera.

- Verificar las temporadas de reproducción de la arawana en cada cuenca hidrográfica, incluyendo sus principales tributarios, y determinar si es pertinente o no actualizar los periodos de veda (Acuerdo 018 de 1996 del INPA y Acuerdo 005 del INPA) o implementar vedas con fechas flexibles según el comportamiento del río cada año.
- Revisar la categoría de amenaza de la arawana en Colombia.
- Desarrollar planes de educación y concientización en las comunidades locales para una Pesca Responsable de la arawana, especialmente en relación al uso de la malla durante la época de aguas bajas y al uso de la escopeta, durante la temporada de aguas altas.
- Priorizar el sector de Tarapacá para realizar investigaciones científicas que permitan establecer medidas de manejo específicas para el disco y la arawana, como también que se desarrollen planes de manejo o acuerdos de pesca con las comunidades locales.
- Fomentar aquellas estrategias de ordenación tradicional de los pescadores o de las comunidades locales, que contribuyan a reducir la presión sobre el recurso pesquero.
- Implementar un programa de manejo coordinado y con objetivos concertados entre Colombia, Brasil y Perú, para recolectar información pesquera en las zonas de frontera.

2. El “arawaneo” en el bajo río Putumayo: una aproximación bio-económica

Resumen

A pesar de la gran importancia que tiene la pesquería ornamental de la arawana plateada en la Amazonia colombiana, la información pesquera y económica sobre esta especie es incipiente. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivos: (i) establecer con la participación de los usuarios una línea base de la captura y el esfuerzo en la pesquería ornamental de la arawana plateada en el bajo río Putumayo, teniendo en cuenta variables ambientales, sociales y tecnológicas, y (ii) definir niveles óptimos de captura y esfuerzo mediante la aplicación del modelo bio-económicos de mejor ajuste, utilizando los datos empíricos e incluyendo variables de control. Los resultados indican que los ingresos netos promedio que reciben los pescadores por esta pesquería son bastante altos (~\$63.423 pesos) en comparación a lo recibido por un jornal (~\$20.000 pesos) en la región. El nivel del agua del río es el factor que más influye en la capturabilidad del recurso y la escopeta es el arte de pesca más efectivo. El modelo bio-económico de mejor ajuste fue el de Schaefer, el cual indicó que la pesquería esta en equilibrio o en un nivel de sub-explotación, dependiendo de la inclusión de las variables de control. Sin embargo, es probable que la pesquería este sobre-explotada debido a que tanto los adultos como las crías están siendo removidas del medio y los modelo de producción existentes no tiene en cuenta este fenómeno. Es necesario realizar futuros estudios para conocer la tasa intrínseca de crecimiento de la población de arawanas de este sector, o desarrollar un modelo nuevo que combine el efecto de pesca tanto a nivel de crecimiento como de reclutamiento.

Palabras clave: pesca, ordenamiento, manejo, modelos de producción, Schaefer, Amazonia.

2.1 Introducción

Ocupando el segundo lugar en términos de unidades vivas movilizadas y el primer lugar en términos de los márgenes de utilidad, la arawana plateada es la especie más importante de la pesquería de peces ornamentales en la Amazonia colombiana (Guzmán y Lasso, 2014). A pesar de su importancia, la pesca de esta especie aún no ha sido estudiada desde un enfoque económico que vaya más allá de lo puramente descriptivo (Mancera y Álvarez, 2008; Gómez y Wood, 2003; Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996). Los niveles óptimos de explotación establecidos para esta especie, como las cuotas de extracción, se han basado en el número de ejemplares exportados (Barreto *et al.*, 2011) y no en datos empíricos de captura y esfuerzo de pesca. Por otro lado, existe un bajo cumplimiento de las políticas de manejo establecidas, tales como las cuotas y la veda, lo que ha conllevado a que algunas de sus poblaciones ya se encuentran sobreexplotadas en la Amazonia colombiana (Guzmán y Lasso, 2014). Ante este panorama, posiblemente sea necesario vedar la pesquería ornamental de arawana por un periodo de tiempo multi-anual mientras el *stock* se recupera. De llegar a tomarse esta medida de manejo, sería importante conocer detalladamente los beneficios económicos que se derivan de esta actividad, para así poder compensar económicamente a los pescadores de manera justa y evitar conflictos con la autoridad pesquera. Por otro lado, cuando se pretende ordenar un recurso pesquero, es necesario realizar mediciones detalladas de la capacidad de pesca y del esfuerzo (FAO, 2012), debido a la proporcionalidad que existe entre la captura y la abundancia del *stock* natural. Por lo tanto, la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se puede tomar como un índice de abundancia relativa y ser monitoreado en el tiempo para determinar si el recurso está estable o si hay sobrepesca (Welcomme, 1985).

En Colombia, actualmente la pesca de la arawana plateada para fines ornamentales sólo es viable en el río Putumayo (Guzmán y Lasso, 2014). Por lo tanto, establecer una línea base que permita evaluar el estado actual del *stock* de arawanas en términos de captura y esfuerzo, como también definir niveles óptimos para su explotación para este sector, es imprescindible. Los modelos bio-económicos han sido ampliamente utilizados en pesquerías para definir niveles óptimos de explotación (Jaramillo, 2005; Clarke *et al.*, 1992; Chaudhuri, 1986; Clark, 1985). Ahora bien, para que estos modelos logren efectivamente proteger el recurso natural y beneficiar a los usuarios, hay que entender las bases teóricas que los soportan y tener un conocimiento de todas las variables y acontecimientos relacionados con la explotación del recurso.

Los modelos de producción pesquera parten de una función que representa el crecimiento natural de la población y de una función que representa la tasa de captura (Milon *et al.*, 1999). Por lo tanto, la forma de la función del modelo de producción, que es la relación entre la captura y el esfuerzo, dependerá entonces de las formas funcionales que se usen. La relación entre crecimiento natural de una especie o *stock* y el tamaño de la población, es expresada en estos modelos con funciones tales como logística, logarítmica y Gompertz (Seijo *et al.*, 1997). Se han propuesto tres modelos que describen el crecimiento de la población en el tiempo. El modelo de Schaefer (1954), que es uno de los modelos más utilizados por la simpleza de sus cálculos y el poco requerimiento de información, parte de la ecuación logística de crecimiento

de Verhulst (1838) (Milon *et al.*, 1999; Seijo *et al.*, 1997; Bell, 1972). A partir del modelo de Schaefer, es posible encontrar el nivel de explotación llamado el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), el cual indica el punto donde se alcanza el máximo nivel de capturas sin comprometer la sostenibilidad de la población (Seijo *et al.*, 1997). No obstante, este punto al no considerar los costos y las ganancias de la faena, puede que no necesariamente sea el modelo de explotación económicamente deseable. Para esto, el modelo de Schaefer fue ajustado por Gordon (1954), generando el equilibrio de Máximo Rendimiento Económico (MRE), punto que busca maximizar el beneficio económico sin acabar el recurso. A este modelo también se le puede calcular el punto donde el valor marginal del recurso es igual o mayor al costo marginal de extraerlo, llamado Rendimiento de Libre Acceso (RLA). El modelo de Fox (1970) utiliza la función de crecimiento de Gompertz, por lo tanto, no asume la extinción de la especie con altos nivel de esfuerzo haciéndolo un modelo más optimista que el anterior. Finalmente, el modelo Umbral (Clarke *et al.*, 1992) asume una función de captura logarítmica y es utilizado cuando las especies se explotan parcialmente o por temporadas.

Ahora bien, dado que en muchas pesquerías artesanales o de pequeña escala, los pescadores no tienen más alternativas de ingresos que la pesca, Charles (1988) y Panayotou (1983) proponen un equilibrio óptimo de explotación llamado el Máximo Rendimiento Social (MRSc). El MRSc es igual que el MRE pero asume cero costos de oportunidad del trabajo y del capital, maximizando así el valor social del empleo. Por lo tanto, la elección del equilibrio más apropiado dependerá del objetivo que se quiera lograr en el manejo de la pesquería; un objetivo biológico (buscando el MRS), económico (buscando el MRE) o social (buscando el MRSc).

El esfuerzo pesquero por sí sólo puede que no explique la capturabilidad y abundancia de una población pesquera, ya que existen variables ambientales, tecnologías o sociales que pueden influir en la producción pesquera (Fernandez-Baca, 1998; Bell, 1972). La variabilidad ambiental por ejemplo, influye en la dinámica de poblaciones y en la forma en como los pescadores extraen el recurso. Por esto, incluir en los modelos variables ambientales que ayuden a explicar la variabilidad en la producción es de gran importancia (Freón y Yáñez, 1995). Por ejemplo, el nivel del agua de ríos o el tipo de arte de pesca utilizada, influye en la capturabilidad de algunos peces dulceacuícolas tropicales (Jaramillo, 2005). En el caso de la pesquería de la arawana, los métodos de pesca utilizados por los pescadores varían a lo largo de la temporada de pesca debido a variaciones en el hábitat de reproducción de la especie que están determinadas por los niveles de los ríos (ver capítulo 3). Los pescadores de esta especie utilizan en aguas bajas la flecha y la malla. En aguas crecientes, utilizan la flecha, la malla y la escopeta. Y en aguas altas utilizan la flecha y la escopeta. Es decir, el esfuerzo no es homogéneo a lo largo de la temporada, por lo que pueden haber interdependencias tecnológicas y en consecuencia, esta variable debería tenerse en cuenta para un modelo de producción pesquera (Seijo *et al.*, 1997).

Por lo tanto, el primer objetivo del presente trabajo fue establecer una línea base de la captura y el esfuerzo en la pesquería ornamental de la arawana plateada en el bajo río Putumayo, teniendo en cuenta variables ambientales (nivel del agua del río), sociales (dedicación del pescador, zona de pesca) y tecnológicas (artes de pesca). El segundo objetivo fue definir niveles óptimos de captura y esfuerzo (MRS, MRE y MRSc), mediante la aplicación del modelo bio-económico de mejor ajuste (Gordo-Schaefer, Fox o Umbral), utilizando los datos empíricos e incluyendo las variables de control (ambientales, sociales y tecnológicas).

2.2 Métodos

2.2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en el bajo río Putumayo, corregimiento de Tarapacá, Departamento del Amazonas, Colombia (Figura 2-1). El principal centro urbano de la zona es el poblado de Tarapacá, ubicado en la desembocadura del río Cotuhé sobre el río Putumayo. A pocos kilómetros río abajo de Tarapacá, se encuentra la frontera con Brasil, y a aproximadamente 100 km río arriba la frontera con Perú.

Figura 2-1: Bajo río Putumayo, corregimiento de Tarapacá, Departamento del Amazonas, Colombia. En rojo, el poblado de Tarapacá y las comunidades ribereñas de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna.



En la zona de estudio hay por lo menos 185 pescadores de arawana, es decir, hay aproximadamente 2,4 pescadores de peces ornamentales por kilómetro de río. El presente trabajo involucró pescadores de Tarapacá y de las comunidades indígenas ribereñas de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna (ver Anexo E) los cuales colectaron información de la pesca de la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) a lo largo de ~100 km del río Putumayo (Figura 2-1), durante la temporada de pesca (febrero-mayo) del 2014 y 2015, localmente llamada el *arawaneo*.

2.2.2 Especie de estudio (*Osteoglossum bicirrhosum*, Cuvier, 1829)

La arawana plateada (*O. bicirrhosum*) es un pez que puede alcanzar hasta un metro de longitud total y pesar hasta tres kilos (Cavalcante, 2008; Galvis *et al.*, 2006). Se comercializa como ornamental principalmente en su estado larval (3-7cm de longitud), cuando ésta ya tiene la capacidad de nadar y aún tiene su saco vitelino colgando (Bonilla-Castillo and Agudelo, 2012) (Figura 2A). El periodo reproductivo dura aproximadamente cuatro meses e inicia cuando las aguas de los ríos están “bajas” (enero-febrero) y termina cuando están “altas” (mayo-junio). Posee cuidado parental con incubación bucal por el macho, el cual dura aproximadamente seis semanas. Esta especie habita principalmente los lagos de la planicie inundable y sólo realiza migraciones laterales del río, por lo que posee rangos de hogar pequeños. Su área de distribución comprende la cuenca del río Amazonas y en los ríos Rupununi y Oyapock. A la fecha, no se encuentra listada en CITES ni en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN. En la lista roja de especies de Colombia, la arawana se encuentra catalogada como vulnerable (Mojica *et al.*, 2012). Como medida de control para la zona de estudio, existe una veda que prohíbe la pesca de la arawana plateada durante su primera fase del ciclo reproductivo; del 1 de noviembre al 15 de marzo²⁰ (Acuerdo 005/1997 del INPA).

2.2.3 Fases de la pesquería ornamental de arawana

La pesquería de arawana para fines ornamentales en el bajo río Putumayo, se puede dividir en tres fases de acuerdo con la longitud (o estado de desarrollo) de los peces: la primera, cuando se pescan de las larvas o *alevinos* (3-5 cm), entre febrero y mayo. La segunda, cuando se pescan las *voladas* (5-10 cm), entre junio y julio. La tercera, cuando se pescan las *medianas* (~15-20 cm), entre agosto y septiembre. La segunda y tercera fase no siempre se presentan,

²⁰ Sin embargo, la veda es prácticamente inexistente debido a la falta de control por parte de las autoridades y a la presencia de resguardos indígenas con autonomía territorial (ver capítulo 3), tanto que en esta época se realizan jornadas de pesca.

pues depende de la demanda y del régimen hidrológico del río Putumayo (Guzmán, 2013). El presente trabajo sólo se concentra en la primera fase de pesca, llamada localmente el *arawaneo*, por ser la de mayor importancia y por que a diferencia de las otras dos fases, ésta involucra la captura del adulto progenitor además de las crías.

Figura 2-2: Arawana (*O. bicirrhosum*) en (A) estado de larva o alevino (3-5 cm); (B) en fase de volada (6-7 cm), y (C) juvenil o mediana (8-15 cm).²¹



2.2.4 Análisis biológico-pesquero

Como estrategia metodológica para recolectar información biológico-pesquera de la pesca ornamental de la arawana se utilizaron métodos de investigación participativa siguiendo los lineamientos propuestos por la Fundación Tropenbos para trabajos con comunidades indígenas en el Amazonas (Rodríguez, 2010a, 2010b). En total participaron 17 pescadores en el 2014 y 12 pescadores en el 2015. Es de resaltar que la mayoría de los pescadores de la zona de estudio no terminan la primaria (29%) y que aún existe un alto índice de analfabetismo (7%) en la zona. Por lo tanto, el esfuerzo realizado para escribir en los cuadernos la información de sus

²¹ Fotos obtenidas de Ladines *et al.* (2007)

jornadas de pesca posee un gran valor local y desencadenó un proceso de aprendizaje mutuo y adaptativo a lo largo del estudio.

Los participantes recolectaron en sus cuadernos la siguiente información: (i) fecha, (ii) hora de salida, (iii) hora de llegada, (iv) número de “camadas” o adultos capturados(as), (v) Numero de alevinos/larvas/voladas capturados por adulto, (vi) arte de pesca utilizado, (vii) sitio de pesca visitado, (viii) número de pescadores en la jornada de pesca, (ix) costos de la jornada de pesca, (x) número de peces vendidos y (xi) precio de venta de los peces. Debido a la gran cantidad de sitios de pesca (ej. lagos, furos, resacas, restingas, pastales y canal principal del río) en el área de estudio, y a que sitios de pesca en lugares diferentes poseían el mismo nombre, fue necesario a realizar talleres de cartografía local para poder analizar espacialmente la información registrada. Se les pidió a los pescadores colectores de información, que fueran más específicos en el registro de los sitios de pesca (ej. Lago Redondo, de Gaviotas), por ende, este tipo de información fue mejorando a lo largo del periodo de estudio.

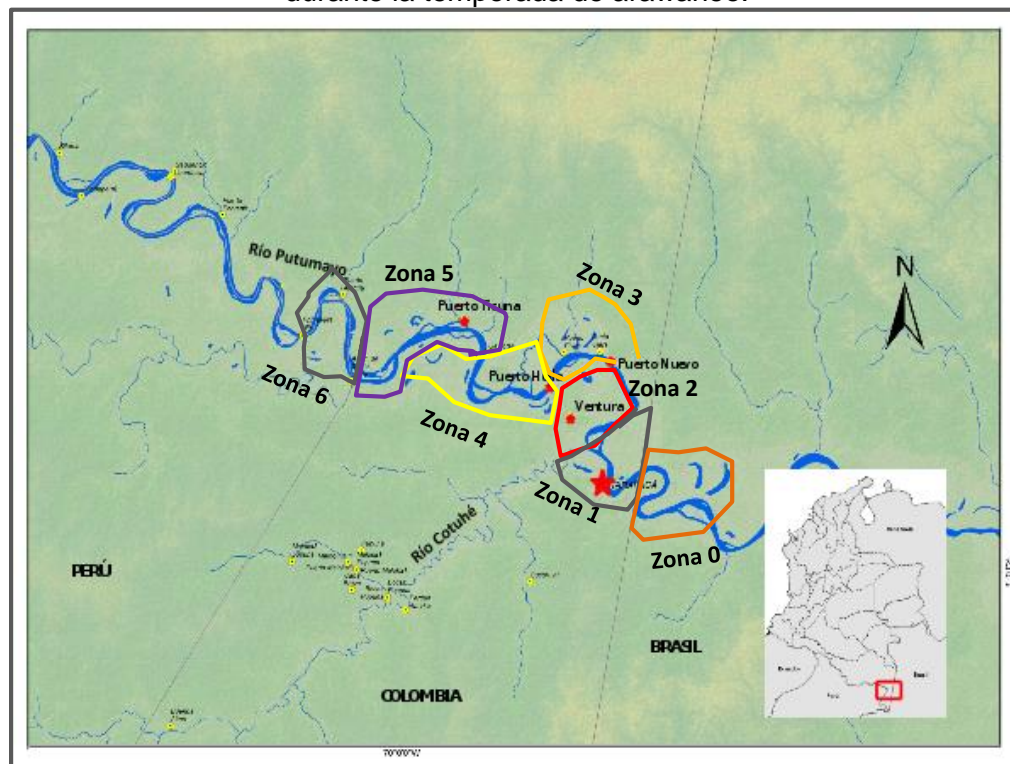
La información registrada por los pescadores se organizó y se homogenizó en una planilla de Excel. Se determinaron los parámetros de captura, esfuerzo y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para cada registro. Luego se estimó el promedio de la Captura por Unidad de Esfuerzo de arawanas adultas (CPUE_adulto), la Captura por Unidad de Esfuerzo de larvas/alevinos/voladas de arawana (CPUE_crías), incluyendo las faenas fallidas o *blanqueadas*, para las dos temporadas de pesca estudiadas (2014 y 2015). También se calculó el porcentaje de capturas de arawanas adultas sin cría en la boca, el porcentaje de capturas de arawanas adultas con huevos o con cría no nadadora (estas no son compradas por los acopiadores) y el porcentaje de capturas de arawanas adultas con crías “buenas” (el tipo de larva que compran los acopiadores) en la boca.

▪ Variables ambientales, tecnológicas y sociales

Se analizó la CPUE en relación a una variable de control ambiental (nivel del agua del río), una variable tecnológica (arte de pesca) y dos variables sociales (zona del río y dedicación del pescador). La variable ambiental, es decir el nivel diario del río Putumayo, se obtuvo de la estación N°47107010 del Instituto Colombiano de Estudios Hidrológicos, Meteorológicos y Ambientales (IDEAM) ubicada frente a Tarapacá. Debido al tiempo que se requiere para el procesamiento de datos, a la fecha el IDEAM no tiene disponible los datos hidrológicos del año 2015. Por lo tanto se utilizó el promedio histórico (1987-2014) del nivel del agua del río como solución, cuya correlación ($R^2 = 0,8$) con respecto a los datos del año 2014 fue alta. La variable tecnológica, es decir el tipo de arte de pesca utilizado, se obtuvo de los registros hechos por los pescadores en sus cuadernos. Para la variable social “zona” del río, el área de pesca de alevinos de arawana bajo la influencia de Tarapacá (Figura 2-1) se dividió en siete zonas (0-6) que a nivel local actúan como unidades político-administrativas distintas. Por ejemplo, los comuneros de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna (comunidades del

reguardo indígena Cotuhé-Putumayo) sólo pescan en el sector que han definido como *su territorio* (Zonas 2-5), mientras que los pescadores residentes de Tarapacá pescan cerca de este poblado, cruzan al Brasil o viajan 100 km río arriba a la frontera colombo-peruana en busca de buenos sitios de pesca de arawana, debido la gran competencia por el recurso cerca del poblado (Zonas 0, 1 y 6) (Figura 2-3). Así, cada faena de pesca registrada también se asocio a una zonas del río, según el sitio de pesca registrado en los cuadernos. Por último, la dedicación de los pescadores se catalogó según su relación a la pesca ornamental de la arawana en dos categorías: profesionales u oportunistas. Los pescadores profesionales son aquellos que durante la temporada de *arawaneo* se dedican exclusivamente a esta pesquería, mientras que los oportunistas reparten su energía entre la pesca de arawana y la pesca de peces para el consumo. Estos últimos son oportunistas debido a que, si bien la arawana es más rentable que los peces de consumo, se consideran *panemas* o con mala suerte para la pesca de este pez. Finalmente, los datos de CPUE de crías se analizaron por quincena a lo largo de la temporada, para ver su relación con el nivel del agua del río Putumayo.

Figura 2-3: Zonas del río Putumayo donde pescan los pescadores de Tarapacá (Zona 0, 1 y 6), Ventura (Zona 2), Puerto Nuevo (Zona 3), Puerto Huila (Zona 4) y Puerto Ticuna (Zona 5), durante la temporada de arawaneo.



2.2.5 Análisis económico

▪ Cálculo de los costos e ingresos

A cada jornada de pesca o UE se le calculó el costo variable (C_vUE), los costos fijos (C_fUE) y el costo de oportunidad (C_oUE). Los costos variables (ej. gasolina, cartuchos y remesa) se obtuvieron de los registros realizados por los pescadores en sus cuadernos de campo. Los costos fijos (ej. embarcación, aparejos y artes de pesca) por jornada de pesca fueron estimados a partir de entrevistas con los participantes, en donde se les preguntó el costo de obtener o fabricar todos los aparejos de pesca utilizados para la captura de la arawana, los costos de mantenimiento, la vida útil promedio del objeto y si este es utilizado para otras actividades o si es exclusivo para la pesca de arawana. Por ejemplo, cuando el aparejo de pesca es sólo utilizado durante el *arawaneo* o la temporada de pesca de la arawana, la cual dura aproximadamente cuatro meses, entonces la vida útil se multiplicó por 0,25 para obtener la vida útil “real” del objeto (Tabla 1). De lo contrario, si los pescadores utilizaban el aparejo durante todo el año (ej. escopeta, canoa), para otras actividades (ej. caza y pesca de consumo), no fue necesario convertir el valor de vida útil a vida útil real.

Tabla 2-1: Cálculo de los costos fijos de los diferentes artes y aparejos de pesca utilizados para la captura de arawanas.

Ítem	Costo del equipo + manutención	Vida útil (años)	Vida útil (días)	% del tiempo de uso (Uso real)	Vida útil real (días)	Costo real x día de uso
Linterna arawanera	\$50.000	1	363	25	90,75	\$ 551
Chuzo	\$5.000	1	363	100	363	\$14
Isana	\$8.000	1	363	100	363	\$22
Malla de Nylon 4-5"	\$200.000	2	726	25	181,5	\$1.102
Malla de Seda 4-5"	\$300.000	3	1089	25	272,25	\$1.102
Arco	\$30.000	4	1452	100	1452	\$21
Ballesta	\$45.000	8	2904	25	726	\$62
Escopeta	\$1.000.000	30	10890	100	10890	\$92
Canoa 3m	\$350.000	2	726	100	726	\$482
Remo	\$15.000	2	726	100	726	\$21
Peque-peque 5.5 HP	\$6.000.000	10	3630	100	3630	\$1.653
Bote 10 m	\$1.200.000	2	726	100	726	\$1.653

El costo de oportunidad es lo que se deja de ganar por haber tomado la decisión de ir a pescar arawana en vez de realizar otra labor. Este costo se determinó haciendo una relación entre la distancia del lugar de residencia del pescador y el poblado de Tarapacá, lugar del sector donde los pescadores pueden obtener un trabajo o empleo como jornalero, y ganar aproximadamente 20.000 pesos en un día. Por otro lado, es en Tarapacá donde las comunidades locales comercializan los productos agropecuarios (ej. carne de monte, pescado de consumo y productos agrícolas en general) que producen. Para determinar el costo de oportunidad también se tuvo en cuenta la ubicación del cuarto frío sobre río Putumayo (frente a la comunidad de Puerto Nuevo). En dicho cuarto frío, los pescadores pueden vender peces de *calidad* (ej. peces bagre o de “cuero” y el pirarucú), por lo que éstos deben decidir si dedicar su tiempo entre la pesca de consumo extra-regional o la pesca ornamental de arawana durante la temporada. Combinando entonces estos dos factores (distancia a Tarapacá y al cuarto frío), los costos de oportunidad según el lugar de residencia del participante oscilaron entre 5.000 y 20.000 pesos (Tabla 2-2).

Tabla 2-2: Costos de oportunidad estimados para cada lugar de residencia de los pescadores colector de información biológico-pesquera de la arawana plateada.

Localidad	Costo de oportunidad
Tarapacá	\$ 20.000
Puerto Nuevo	\$ 15.000
Ventura	\$ 15.000
Puerto Huila	\$ 10.000
Puerto Ticuna	\$ 5.000

A cada faena de pesca o UE también se le calculó el ingreso bruto (I_bUE). Esta información se obtuvo de los registros de los pescadores; número de crías vendidas por el precio de venta. Finalmente, todos los costos fueron sumados para obtener el Costo total por Unidad de Esfuerzo ($C_vUE + C_fUE + C_oUE = C_tUE$). Con esta información se calculó el promedio del Ingreso neto por Unidad de Esfuerzo ($I_nUE = I_bUE - C_tUE$) para las dos temporadas de pesca estudiadas: 2014 y 2015.

- **Modelo de producción pesquera y los puntos óptimos de esfuerzo y captura**

Para el modelo de producción pesquera se tomó como UE una hora (1hr) de pesca y no una jornada de pesca (~10 hrs) con el objetivo de tener variabilidad en el esfuerzo, ya que los pescadores anotaban en sus cuadernos la información por lo general diariamente. Para los casos en que el pescador olvidó anotar (23,5% de los registros) el valor del esfuerzo (horas de

pesca), se utilizó el valor promedio de horas de pesca por jornada calculado a partir de los datos existentes, para poder contar con más información para realizar las comparaciones.

Con los datos de pesca y la información económica obtenida a partir de la investigación participativa, se corrieron los modelos de producción pesquera de Schaefer (1954), Fox (1970) y Umbral (Clarke *et al.*, 1992) en el programa STATA (StataCorp, 2011). Al modelo de mejor ajuste se le calcularon los niveles óptimos de captura y esfuerzo de pesca (MRS, MRE, MRSc y RLA) siguiendo el modelo propuesto por Gordon (1954). Este modelo, se corrió con y sin variables de control ambiental, tecnológico y social. Estas fueron las mismas variables utilizadas para el análisis biológico pesquero descriptivo, es decir: (i) el nivel del agua del río, (ii) la zona del río, (iii) el tipo de arte de pesca y (iv) la experiencia del pescador. Debido a que los registros de pesca con “arco y flecha”²² y con “ballesta”²³ fueron muy pocos, para el modelo bio-económico estos se agruparon en una sola categoría: ballesta. Esto es posible debido a que son artes de pesca de similar funcionamiento, efectividad (alcance en metros) y a que poseen costos similares de fabricación (Tabla 2-1).

Finalmente, debido a que los modelos de producción pesquera existentes se basan en modelos poblacionales en donde lo que se extrae del medio son los peces adultos, se modificó arbitrariamente el valor de la variable B_1 del modelo²⁴, la cual posee el estimador de la tasa intrínseca de crecimiento de la población (r). Esto con el fin de explorar distintos escenarios y observar como varían los diferentes puntos óptimos de captura y esfuerzo, puesto la pesca ornamental de la arawana en la zona de estudio, no sólo se remueven del medio los adultos, sino también las crías, factor que probablemente modifica en gran medida la tasa intrínseca de crecimiento de dicha población.

²² El arco y la flecha, es un arte de pesca tradicional que ya casi no se observa en el área.

²³ La ballesta es un arte de pesca emergente.

²⁴ $B_1 = q^2 * k / r$

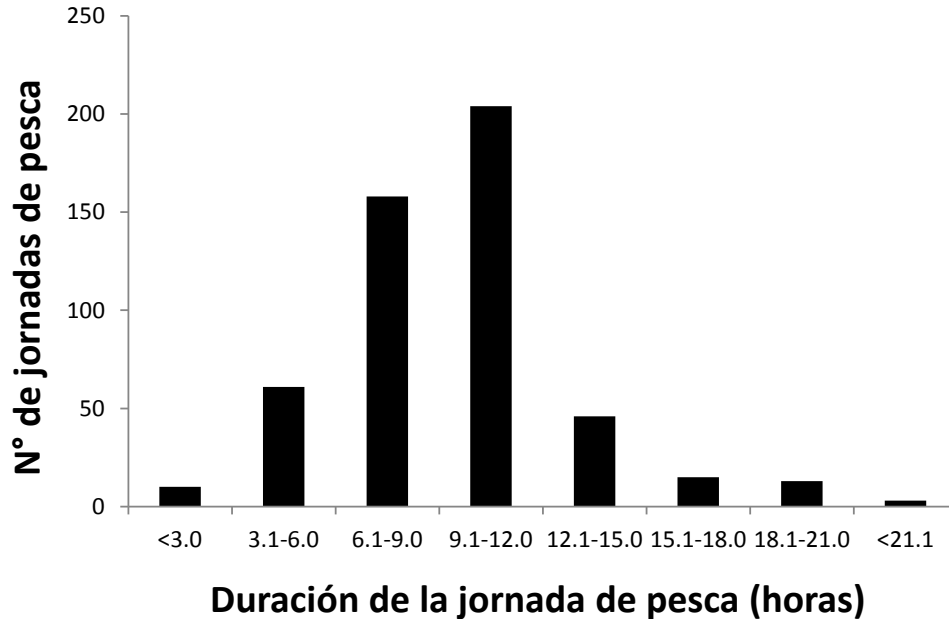
2.3 Resultados

2.3.1 Aspectos biológico-pesqueros

- **Unidad de Esfuerzo (UE) y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)**

Se registraron en total 667 jornadas de pesca: 370 en el 2014 y 297 en el 2015. La duración total del las jornadas de pesca presenta una distribución normal y valores promedio similares (~10 horas) en los dos años de muestreo (Figura 2-4, Tabla 2-3). En consecuencia, se tomó una jornada de pesca (~10 horas) como la Unidad de Esfuerzo (UE) para calcular la CPUE para cada variable a analizar.

Figura 2-4: Histograma de la duración de las jornadas de pesca de arawana plateada para fines ornamentales en el bajo río Putumayo.



La duración promedio de las horas de viaje entre el lugar de residencia de los pescadores a los sitios de pesca, fue menor en el 2015 (Tabla 2-3). La CPUE de adultos fue igual para los dos años. La CPUE de las crías fue menor en el 2015, mientras que el porcentaje de *blanqueadas* (Captura = 0) fue mayor en este mismo año (Tabla 2-3). El porcentaje de capturas de adultos sin crías o con crías *biches* (huevo o cría nadadora) fue mayor en el 2015, mientras que el porcentaje de capturas con crías *buenas* (cría nadadora o casi *volada*) fue menor (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Valores promedio de algunos índices biológico-pesqueros de la pesquería ornamental de la arawana plateada para las temporadas de pesca 2014 y 2015.

Índice	2014	2015
Duración total de la jornada (horas)	9,9 ($\pm 3,9$; n=303)	10,5 ($\pm 6,0$; n= 210)
Horas de viaje (ida y vuelta)/jornada	2,1 ($\pm 2,7$; n=64)	1,0 ($\pm 0,9$; n=131)
CPUE adulto o progenitor/pescador/jornada	1,0 ($\pm 1,2$; n=370)	1,0 ($\pm 1,0$; n=297)
CPUE crías buenas/pescador	98,5 (± 132 ; n=370)	68,3 ($\pm 102,4$; n=297)
% de <i>blanqueadas</i> (captura = 0)	38 (n=370)	58 (n=297)
% de capturas sin cría	16,9 (n=370)	18,2 (n=297)
% de capturas con crías <i>biches</i> (huevo o cría no nadadora)	8,6 (n=370)	24,2 (n=297)
% de captura con crías <i>buenas</i> (nadadora)	74,5 (n=370)	57,6 (n=297)

▪ CPUE según arte de pesca

Se identificaron seis artes de pesca para la captura de la arawana adulta y un arte de pesca para recolectar las crías, una vez la anterior es capturada (Tabla 2-4). Los resultados sugieren que no hay diferencias entre la CPUE según el arte de pesca. Sin embargo, al parecer la escopeta es el arte de pesca más efectivo para la captura de crías y la malla para la captura de adultos (Tabla 2-4).

Tabla 2-4: Captura por Unidad de Esfuerzo de adultos (CPUE_adultos) y de crías (CPUE_crías) de arawana, según el arte de pesca utilizado para la temporada de pesca 2014 y 2015.

Arte de pesca	2014		2015	
	CPUE Adultos	CPUE Crías	CPUE Adultos	CPUE Crías
CPUE Malla	1,32 ($\pm 1,74$, n=62)	113 (± 155 , n=65)	1,38 ($\pm 1,30$, n=28)	72 (± 120 , n=28)
CPUE Flecha	0,90 ($\pm 1,06$, n=185)	98 (± 143 , n=186)	0,89 ($\pm 0,92$, n=152)	55 (± 85 , n=152)
CPUE Escopeta	1,19 ($\pm 0,63$, n=29)	124 (± 84 , n=29)	1,26 ($\pm 1,33$, n=34)	99 (± 118 , n=34)
CPUE Arco y Flecha	1,38 ($\pm 1,11$, n=4)	110 (± 99 , n=4)	ND	ND
CPUE Ballesta	ND	ND	0,86 ($\pm 0,80$, n=28)	80 (± 108 , n=28)
CPUE Mixto	0,64 ($\pm 0,94$, n=64)	79 (± 102 , n=86)	1,00 ($\pm 1,04$, n=55)	78 (± 120 , n=55)

Ahora bien, es de anotar que estas artes de pesca pueden ser utilizadas de forma diferente, según el ambiente acuático, como también pueden ser utilizadas en conjunto. La malla de seda es utilizada en ambientes de aguas negras (ej. lagos *centrales*), mientras que la malla de nylon es utilizada en ambientes de aguas blancas (ej. el río y sus lagos adyacentes) (Tabla 2-5). La malla puede ser utilizada de forma *estacionaria* (pesca pasiva) en lagos o de forma *rodada* (pesca activa) en lagos y en el canal principal de río durante la época de aguas baja o medias del río.

Algunas veces, los pescadores colocan la malla de forma *estacionaria*, cercando algún lugar estratégico (ej. en el *caparazal*, vegetación que se encuentra en el borde de los lagos) y con la ayuda de la flecha hacen que las arawanas salgan de su lugar de refugio, quedando atrapadas en la malla. Otras veces, los pescadores salen a capturar arawanas en grupo (2-5 personas), pueden entonces colocar la malla en algún lugar, uno de los pescadores vigila la malla, mientras que los otros se van con flechas, ballesta y/o escopeta, a recorrer el lugar en busca de las arawanas. Por lo tanto, en estos dos casos, el arte de pesca utilizado es en realidad una combinación de dos artes de pesca; la malla y la flecha.

Generalmente los pescadores salen a pescar con todos los aparejos de pesca que poseen, y una vez llegado al lugar de pesca y observan el comportamiento de las arawanas, deciden cual van a utilizar. En este sentido, al comienzo del estudio se tuvo un poco de dificultad para entender como manejar este tipo de información, y se resolvió que lo mejor era que los

pescadores registrarán en los cuadernos únicamente el arte de pesca con el que efectivamente habían logrado capturar la arawana.

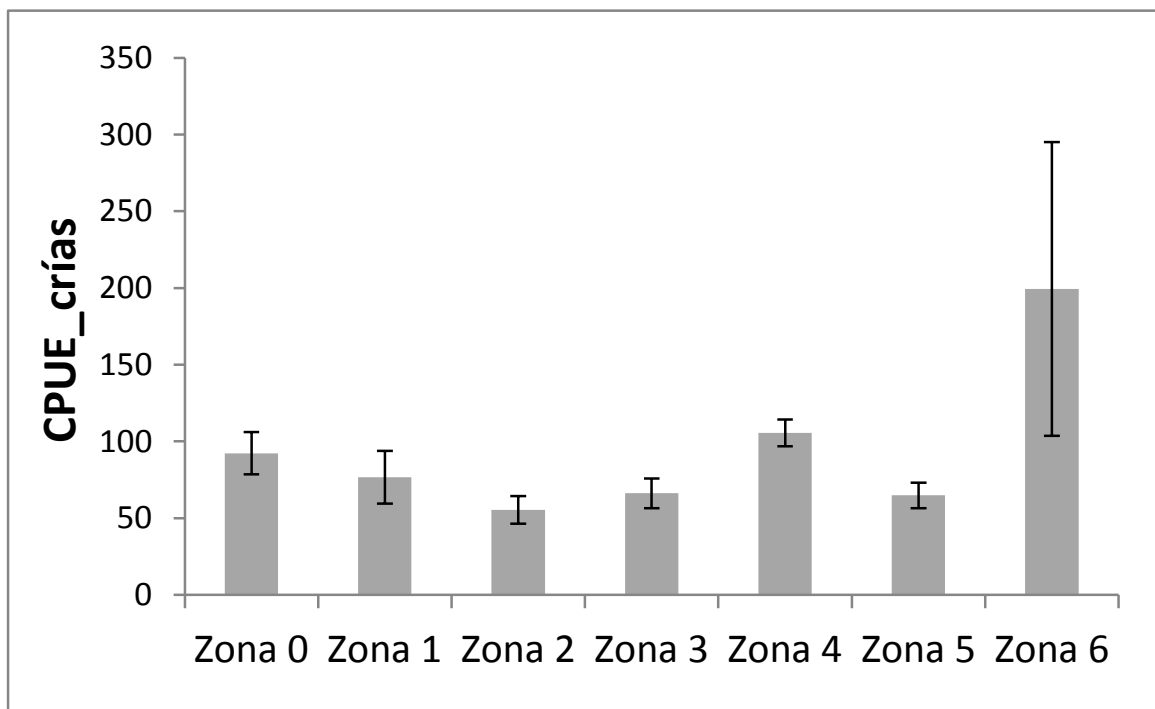
Tabla 2-5: Artes de pesca utilizadas en el bajo río Putumayo para la captura de la arawana adulta y para la colecta de las crías, sus formas de uso.

Objetivo	Arte de pesca	Tipo de ambiente y forma de uso
Pesca del progenitor	Flecha (chuzo+isana)	Todos
	Arco y Flecha	Todos
	Ballesta	Todos
	Escopeta	En la <i>restinga</i> (un tipo de bosque inundable) cuando las aguas del río están altas. El pescador se ubica a 2-3 m del agua en los árboles, en lugares estratégicos (<i>postiales</i>) donde saben que las arawanas pasan (<i>pasaderos</i>) o se asolean (<i>asoleaderos</i>).
	Malla de nylon 4-5"	En el río y en los lagos de agua blanca. De forma <i>rodada</i> en el río, cuando este esta con sus aguas bajas, <i>rodada</i> en los lagos cuando el río esta con sus aguas bajas o medias y <i>estacionaria</i> en los lagos cuando el río esta con sus aguas medias.
	Malla de seda 4-5"	En lagos de agua negra, cuando las el río esta con sus aguas medias. Se usa de forma <i>estacionaria</i> .
Colecta de crías	Nasa	Todos

▪ CPUE según el sector del río Putumayo

No se observan diferencias entre la CPUE de crías y las siete zonas del río estudiadas (Figura 2-5). No obstante, la mayor CPUE promedio fue en la zona 6 (200 unidades, EE= 6), que es la zona más retirada del pueblo de Tarapacá. La menor CPUE fue en la zona 2 (55 unidades, EE=9), que corresponde a la zona de pesca de Ventura, la comunidad más poblada luego de Tarapacá.

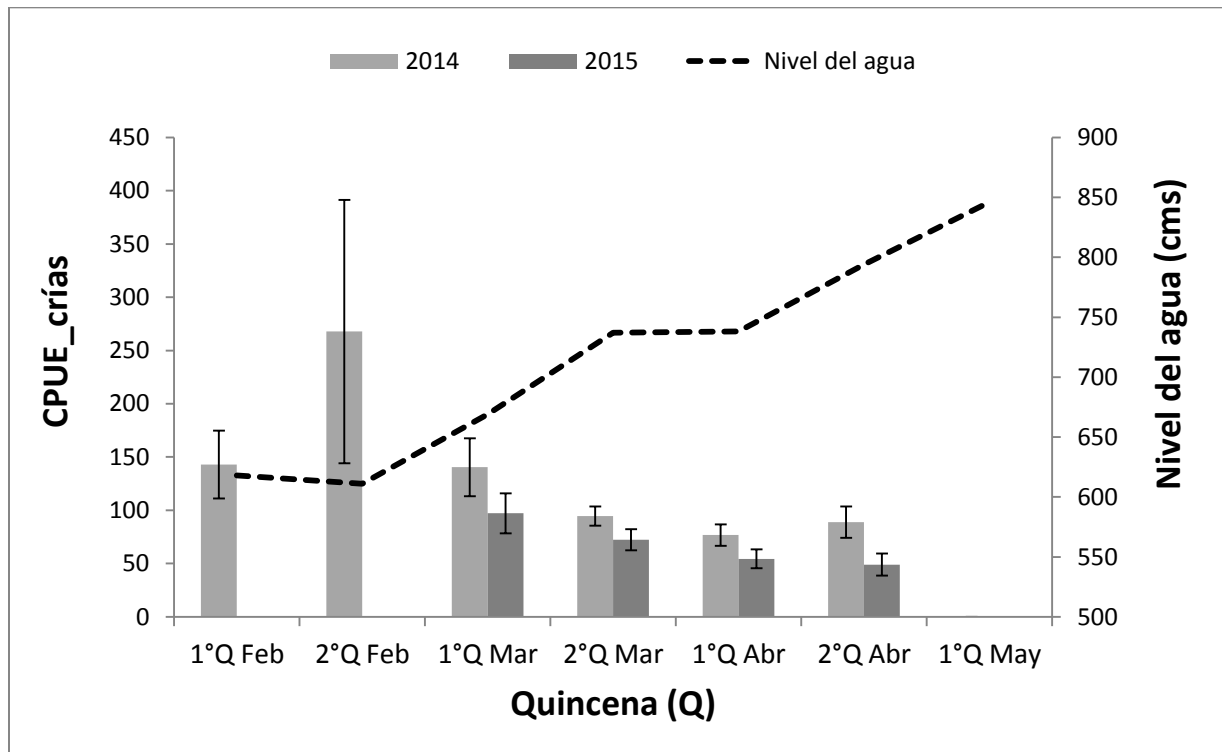
Figura 2-5: Captura por Unidad de Esfuerzo de crías de arawana (CPUE_crías) en siete zonas del bajo río Putumayo. Las barras indican el error estándar.



- **CPUE a lo largo de la temporada de pesca**

Los resultados indican que durante la segunda semana de febrero es cuando los pescadores logran obtener más crías de arawana por UE y que a partir de este momento, la captura decrece hasta que se acaba la temporada a principios de mayo cuando el río se encuentra en aguas altas (Figura 2-6).

Figura 2-6: Captura por Unidad de Esfuerzo de crías de arawana (CPUE_crías) a lo largo de la temporada de pesca y su relación con el nivel del agua (línea punteada) del río Putumayo. Las barras indican el error estándar.



2.3.2 Aspectos económicos

- **Costos e ingresos**

Los resultados indican que los pescadores reciben en promedio entre \$79.256 y \$94.687 pesos por jornada de pesca (I_0UE). Se observa que el costo de oportunidad compone el ~57%, el costo variable el ~30% y el fijo el ~13% de los costos totales. Todos los costos fueron similares para los dos años de estudio, pero los ingresos fueron mayores en el año 2014 (Tabla 2-6).

Tabla 2-6: Valores promedio de algunos índices económicos de la pesquería ornamental de arawana para las temporadas de pesca 2014 (n=370) y 2015 (n=297).

Índice	2014	2015
IbUE COP pesos/jornada	\$94.697 (±127.721)	\$79.256 (±115.661)
CfUE COP pesos/jornada	\$2.494 (±1.806)	\$2.829 (±1.721)
CvUE COP pesos/jornada	\$7.231 (±9.505)	\$7.838 (±9.227)
CoUE COP pesos/jornada	\$13.622 (±5.006)	\$13.249 (±5.602)
CtUE COP pesos/jornada	\$23.383 (±11.650)	\$23.724 (±12.402)
InUE (IbUE-CtUE) COP pesos/jornada	\$71.313 (±127.046)	\$55.532 (±113.386)

- **Modelo de producción pesquera y puntos óptimos de captura y esfuerzo**

Contrario a lo esperado, el modelo de mejor ajuste fue el de Schaefer (1954) y no el de Umbral, que es el para especies que se explotan por temporada. En consecuencia, este fue el modelo utilizado para analizar el estado actual de explotación del *stock* de arawana en el bajo río Putumayo y calcular los diferentes puntos óptimos de captura y esfuerzo de la pesquería ornamental de arawana.

Los resultados del modelo simple (sin variables control), indican que el recurso esta en equilibrio o en un nivel de explotación óptimo, ya que el esfuerzo medio resulto a la vez ser el esfuerzo óptimo (Tabla 2-3 y Tabla 2-7). El modelo con variables de control (ambientales, sociales y tecnológicas), los datos de captura y esfuerzo aumentan, lo cual estaría indicando que la pesquería esta siendo sub-explotada (Tabla 2-8). En ambos modelos, al aumentar arbitrariamente la tasa intrínseca de crecimiento de la población (el cual afecta el estimador B_1 del modelo), disminuyen los valores óptimos de captura y esfuerzo (Tabla 2-7 y Tabla 2-8).

Los resultados también indican que el MRS y el MRSc son prácticamente los mismos puntos de equilibrio, los cuales tampoco distan mucho del MRE. Esto sugiere que el costo total de una jornada de pesca es bajo, al igual que los costos de oportunidad.

Tabla 2-7: Niveles óptimos de captura y esfuerzo de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), Máximo Rendimiento Económico (MRE), Máximo Rendimiento Social (MRSc) y Rendimiento al libre acceso (RLA), utilizando diferentes valores para la tasa intrínseca de crecimiento de la población (que altera B_1), según el modelo de producción pesquera de Schaefer (1954).

	B_0	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
	B_1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5
MRS	Esfuerzo	9,3	8,6	8	7,4	6,9
	Captura	96,3	89,4	82,5	76,6	71,5
MRE	Esfuerzo	8,4	7,8	7,2	6,7	6,3
	Captura	95,4	88,6	81,8	76	70,9
MRSc	Esfuerzo	9,1	8,5	7,8	7,3	6,8
	Captura	96,3	89,34	82,5	76,6	71,5
RLA	Esfuerzo	16,5	15,3	14,1	13	12,1
	Captura	38,8	36,5	34,1	32,1	30,4

Tabla 2-8: Niveles óptimos de captura y esfuerzo de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), Máximo Rendimiento Económico (MRE), Máximo Rendimiento Social (MRSc) y Rendimiento al libre acceso (RLA), utilizando diferentes valores para la tasa intrínseca de crecimiento de la población (que altera B_1) e incluyendo las variables de control ambiental, tecnológica y social, según el modelo de producción pesquera de Schaefer (1954).

	B_0	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1
	B_1	-1	-1,5	-2	-2,5	-3
MRS	Esfuerzo	18	12,4	9,3	7,4	6,2
	Captura	334,3	229,5	172,1	137,7	114,7
MRE	Esfuerzo	17,1	11,7	8,8	7	5,9
	Captura	333,4	228,8	171,6	137,3	114,4
MRSc	Esfuerzo	17,8	12,2	9,2	7,3	6,1
	Captura	334,3	229,4	172,1	137,7	114,7
RLA	Esfuerzo	33,9	23,2	17,4	13,9	11,5
	Captura	73,1	52,1	40,6	33,7	29,1

2.4 Discusión

2.4.1 Aspectos biológico-pesqueros

En general los datos de captura, y por ende todos los índices biológico-pesqueros analizados presentaron una gran variación, por lo que no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de las variables analizadas. Esto se debe a que en el 38-58% de las faenas de pesca son *blanqueadas* (captura = 0), y a que una captura exitosa es una captura de aproximadamente 120 crías/progenitor (N=393). No obstante, la tendencia de los datos pueden ser explicadas en base al conocimiento local de los pescadores y la observación durante la temporada de pesca. Por ejemplo, las diferencias entre las dos temporadas (2014 y 2015) en la CPUE adultos y CPUE crías, al igual que los otros índices biológico-pesqueros (% de *blanqueadas*, % capturas con crías *biches*, % capturas con crías *buenas*), se pueden explicar por la relación que existe entre el nivel del río y la capturabilidad de los peces. Según los participantes, la temporada de *arawaneo* del 2014 se “adelantó”, es decir, la mayoría de larvas de arawanas estuvieron en su punto óptimo de captura (50% huevo, 50% pez) a mediados de febrero. Por otro lado, el río Putumayo se encontraba con sus aguas más abajo de lo normal (un año seco). De lo contrario, la temporada de *arawaneo* del 2015 se “atrasó” ya que cuando terminó la veda, muchas de las larvas de arawana se encontraban aún *biches*. Debido a estas diferencias en el régimen hidrológico del río, los pescadores durante el 2015 tuvieron un porcentaje mayor de *blanqueadas*, de capturas de arawanas con larvas biche. Por ende la CPUE de crías buenas de arawana fue menor para el 2015, sin que necesariamente la CPUE de adultos de arawana fuera diferente entre las dos temporadas. El nivel del agua del río también influye en las horas de viaje, ya que cuando el río está en aguas altas los pescadores utilizan los canales secundarios para desplazarse a los sitios de pesca.

Los resultados sugieren que la variable más influyente en la CPUE de crías de arawana es el nivel del río y la escopeta como el arte de pesca más efectivo. Hay que anotar que cada vez más escopetas, mallas y ballestas ingresan al sistema, y que las artes de pesca tradicionales menos lesivas (ej. arco y la flecha), se están perdiendo.

Si bien no se observan diferencias significativas entre la CPUE de crías y las siete zonas del río estudiadas, los resultados indican que la CPUE es mayor en la zona 6, la cual es una zona sin ningún tipo de manejo o de *libre acceso*, ya que no es un territorio defendido por las comunidades indígenas (como las zonas 2-5) o vedada (la zona 0). La otra zona de pesca de *libre acceso* es la zona 1, sin embargo esta zona tuvo uno de los valores más bajos de CPUE de crías promedio. Esto se puede deber a que en la zona 1 hay más pescadores *arawaneros* que en la zona 6. Contrario a lo esperado, la zona 5 tuvo un valor de CPUE bajo. Esto se puede deber a que la comunidad de Puerto Ticuna respetan tanto la veda colombiana como la *veda indígena*, por lo tanto pescan cuando el nivel del agua del río se encuentra en aguas medias y altas (ver capítulo 3), época en que la captura de las arawanas se dificulta.

2.4.2 Aspectos económicos

Los ingresos brutos (~\$86.977 pesos) y netos (~\$63.423 pesos) que reciben los pescadores en promedio durante la temporada de *arawaneo*, son bastante altos en comparación a lo que podrían recibir por un jornal de trabajo (~\$20.000 pesos) en la región. En consecuencia, si bien la pesca ornamental de arawana plateada es una actividad temporal (~3 meses), indiscutiblemente es una fuente de ingresos económicos importante en el área de estudio. De llegar a realizarse una veda multi-anual para la arawana, los pescadores deberían ser compensados con \$2.500.000-3.000.000 de pesos por temporada, si se tienen en cuenta que éstos salen a pescar esta especie un máximo de 40 días (los pescadores profesionales) por temporada. Dado que en el bajo Putumayo fueron estimados ~185 pescadores de arawana, el presupuesto total para esta compensación estaría entre 462.500.000-555.000.000 de pesos.

Ahora bien, clasificar el nivel de explotación de la pesquería ornamental de arawana dependerá del modelo que se utilice. La gran diferencia entre en resultados de los dos modelos propuestos (con y sin variables de control), indican que efectivamente las variables de control utilizadas (nivel del agua del río, artes de pesca, comportamiento del pescador y la zona del río) son significativas y explican la variabilidad en las capturas. Por lo tanto, el modelo que incluye las variables de control debería explicar mejor la pesquería. Según este modelo, la pesquería ornamental de arawana en el bajo río Putumayo esta siendo sub-explotada, mientras que según el modelo simple, la pesquería esta siendo óptimamente explotada. No obstante, es probable que esta pesquería, aunque ninguno de los dos modelos lo detecte, este siendo sobre-explotada. Esto debido a que tanto los adultos como las crías están siendo removidos del medio. Para determinar con certeza el status del *stock* de arawanas en el área de estudio, habría que estimar la tasa intrínseca de crecimiento del mismo o desarrollar un modelo que combine el efecto de pesca a nivel de crecimiento (crías) y el efecto de pesca a nivel de reclutamiento (adultos).

2.5 Conclusiones

Los resultados sugieren que la variable que más influye la CPUE de crías de arawana es el nivel del río. Es probable que hasta el momento haya sido el nivel del río lo que ha controlado naturalmente la pesca, como bien lo expresaron los pescadores y acopiadores de esta especie durante las entrevistas. Los modelos bio-económicos aquí utilizados indicaron que la pesquería se encuentra en equilibrio, o inclusive en un nivel de sub-explotación. No obstante, estos modelos son una primera aproximación para determinar el status del *stock* de arawanas en el bajo río Putumayo, por lo que sus resultados deberían tomarse de manera cautelosa. Sería importante que para esta pesquería y posiblemente también para otras, que se desarrollará un modelo de producción pesquera específico, que tuviera en cuenta que son las crías los individuos que se remueven del medio y no peces adultos. Sólo así se podría establecer con

mayor confianza su nivel de explotación real. Ahora bien, dado que la tendencia de la densidad de humanos/pescadores de los pueblos y las comunidades ribereñas tiende a aumentar, la presión por pesca sobre el *stock* de arawanas del bajo río Putumayo podría conllevar esta pesquería en el largo plazo a un nivel de sobre-explotación. Como indicaron los resultados, la zona con el mayor valor de CPUE fue una zona de libre acceso (zona 6) pero con baja densidad de humanos, mientras que los menores valores de CPUE fueron en lugares con manejo comunitario pero cercanos a los poblados más numerosos (zona 1 y 2). Por lo tanto, se deberían adelantar medidas para realizar un manejo más sostenible de esta pesquería. Una veda multianual para esta especie en este sector podría ser una solución. Sin embargo, de implementarse primero sería necesario contar con recursos económicos suficientes para compensar a los pescadores por sus pérdidas económicas generadas por esta medida de manejo. Estos recursos económicos, deberían oscilar entre los 462.500.000 y 555.000.000 de pesos, teniendo en cuenta el número de pescadores de arawana actualmente existentes y el ingreso promedio que estos obtienen por temporada de *arawaneo*. Otra opción menos costosa y con mayor impacto social, sería el desarrollo de un programa de manejo pesquero compartido junto con las comunidades ribereñas.

3. Resguardos indígenas y el manejo de la pesca ornamental en la Amazonia colombiana

Resumen

Los resguardos indígenas comprenden 1/4 de la cuenca amazónica, justificando que se haga una evaluación de como sus instituciones políticamente autónomas impactan el uso y la explotación de los recursos, trayendo luces sobre como dirigir sistemas locales de co-manejo ambiental. Por ende, el objetivo presente capitulo es discutir temas centrales sobre la autonomía de los resguardos indígenas en el Amazonas y sus sistemas de manejo pesquero, tomando la pesquería ornamental de la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) como caso de estudio. Utilizando como método el análisis documental, la entrevista y la observación participante, mostramos que cuando las practicas de manejo indígena se solapan con las responsabilidades y normas de las instituciones públicas, se promueve el descuido regulatorio. Por otro lado, el conjunto de normas locales desarrolladas por los indígenas para el manejo de la pesquería ornamental son altamente flexibles y complejas. Contrario a las aproximaciones tradicionales de tipo top-down, las normas indígenas consideran características de los ecosistemas (pulso del río, tipo de agua) y aspectos sociales para maximizar la sustentabilidad pesquera. Sin embargo, varias normas de manejo indígena operan en zonas de pesca ubicadas fuera de sus territorios legalmente constituidos, haciendo una llamado urgente para definir conceptos básicos de propiedad, tales como el derecho al uso, al acceso y al manejo. Además, muestro la necesidad de integrar las prácticas indígenas en un diálogo con el gobierno, dado el aumento en la demanda por este pez ornamental, lo que ha hecho que los pescadores introduzcan nuevas técnicas de captura que son nocivas para la especie. Se debería establecer un puente entre las instituciones del Estado y las instituciones indígenas, dado que las instituciones indígenas pueden estar carentes de experiencia y recursos para poner en practica sus normas, y las instituciones del Estado carentes de tiempo real para fortalecer las normas publicas de manejo.

Palabras clave: Conocimiento local, manejo de la propiedad común, recursos de uso común, diversidad institucional, *Osteoglossum bicirrhosum*, Colombia

Abstract

Indigenous lands cover over 1/4 of the Amazon basin, justifying an assessment of how their politically autonomous institutions impact resource use and exploitation, which could bring insights to direct local environmental co-management systems. Thus, the goal of this paper is to discuss central issues regarding indigenous territories autonomy in the Colombian Amazon and their fisheries self-management systems by taking the ornamental silver arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) fishery as a case study. By using document analysis, interviews and participatory observation, I show that when indigenous self management practices overlap with public institutions responsibilities and rules, regulatory laxity is promoted. On the other hand, the set of folk rules developed by indigenous to manage their ornamental fishery are highly flexible and complex. Contrarily to traditional top-down approaches, indigenous rules consider ecosystem features (river flow, water type) and social aspects to maximize fisheries sustainability. However, several indigenous management rules operate in fishing grounds located outside their legal lands, calling for an urgent need to define basic property concepts, such as use, access and management rights. Besides, we also showed the need to integrate indigenous practices into the dialogue with the government given the increasing market demand for ornamental fish, which has resulted in the surge of new intensive practices to catch fish. A bridge between governmental agencies and the indigenous institutions should be established, as indigenous institutions may lack expertise and resources to put their rules into practice, while governments lack the capacity for real-time enforcement of public management rules.

Key words: Local knowledge, common property management, common-pool resources, institutional diversity, *Osteoglossum bicirrhosum*, Colombia

3.1 Introducción

Los pueblos indígenas han habitado la Amazonia por milenios, no obstante su identidad y sus derechos tribales han tenido un proceso lento de reconocimiento. Este proceso comenzó en los 1970's con un leve incremento en los 1990's, cuando éstos pueblos empezaron a jugar roles cada vez más importantes en los espacios políticos a nivel local, nacional e internacional (Valdivia, 2005; Jentoft *et al.*, 2003; Perreault, 2003). Para entonces, surgió entre los conservacionistas un debate sobre el impacto producido por la presencia de grupos humanos en selvas tropicales. Mientras unos argumentaban que en estos ecosistemas la destrucción de la naturaleza es un resultado inevitable de la presencia de humanos (Terborgh, 1999; Peres, 1994; Redford, 1992), otros refutaban que su conocimiento ecológico y sus prácticas de aprovechamiento eran en realidad un modelo para la conservación biológica y que por lo tanto, ellos al estar contribuyendo a preservar extensos territorios eran importantes actores políticos (Branchin *et al.*, 2002; Schwartzman *et al.*, 2001; Alcorn, 1993; Posey y Balée, 1989). Tal debate resultó en la aceptación de que a pesar de que los humanos causan disturbios naturales, éstos pueden ser claves para la conservación de la naturaleza y por lo tanto, los derechos internacionales que los protegen deben ser respetados (Bremner y Lu, 2006; Schwartzman *et al.*, 2001).

La visión sobre los pueblos indígenas como agentes protectores de la naturaleza en vez de desarrolladores capitalistas, ha sido soportada principalmente por estudios que demuestran que la cobertura vegetal, las tasas de deforestación, la ocurrencia de fuego y la diversidad de plantas se encuentran en mejor estado en sus tierras que en lugares no-indígenas similares (Porter-Bolland *et al.*, 2012; Nepstad *et al.*, 2006; Balée, 1993). De lo contrario, otros estudios muestran como los pueblos amazónicos ejercen un impacto negativo en las densidades poblacionales de vertebrados terrestres y arbóreos que son consumidos localmente para la subsistencia (Peres, 2000, 1990). La influencia de los pueblos amazónicos sobre fauna difícil de monitorear o que posea una fuerte demanda en el mercado, como por ejemplo la pesca comercial y ornamental, hasta el momento no ha sido discutida.

Las comunidades locales generalmente desarrollan normas informales, ya sean espontáneas o deliberadas, para manejar sus recursos pesqueros (Scudder y Connelly, 1985). Las normas espontáneas de manejo, son aquellas estrategias que tienen un impacto indirecto y positivo sobre la pesquería, como por ejemplo los sistemas de tenencia de agua, los rituales de prohibición, tabúes alimentarios, la magia, deficiencia tecnológica o actitudes contrarias a la pesca o a los peces. Las normas deliberadas de manejo en cambio, poseen el propósito explícito de regular las poblaciones de peces, como por ejemplo las restricciones en las artes de pesca, el establecimiento de vedas o aquellas prácticas que intensifican la pesquería. Dentro de las reglas espontáneas, los sistemas de tenencia de aguas han sido resaltados como la estrategia más importante para formular sistemas de co-manejo (Hardin, 1968), es decir, cuando los usuarios tienen ayuda externa, generalmente del gobierno o de ONG's, para regular el acceso al recurso (Scudder y Connelly, 1985). Los sistemas de tenencia de agua pueden resultar en una efectiva exclusión de pescadores foráneos, evitando así una situación de libre acceso (Begossi, 1998; Castro y McGrath, 2003; McGrath *et al.*, 1993).

En la Amazonía, las normas de manejo locales pueden adquirir un status formal ya sea por el reconocimiento por parte de una entidad pública sobre dichas iniciativas comunitarias (McGrath, 2012), o por la autonomía de los resguardos²⁵ indígenas legalmente constituidos (Simões *et al.*, 2014; Van der Hammen, 2003). Evidencias sobre la efectividad de la gobernanza local de los recursos naturales bajo propiedad directa, concesiones o arreglos de co-manejo, se han convertido en el principal argumento para promover los sistemas de manejo comunitarios (Ostrom y Nagendra, 2007; Ostrom, 2005). Uno ejemplo constantemente publicitado, son los lagos de varzea en la Amazonia, los cuales son exitosamente manejados por pueblos indígenas y no-indígenas (McGrath *et al.*, 1993; McDaniel, 1997; Almeida *et al.*, 2002; Castro y McGrath, 2003). No obstante, existe poco entendimiento de cómo las instituciones de propiedad colectiva administran el uso de los recursos naturales (Bremner y Lu, 2006; Ostrom, 2005; Richards, 1997), un factor crucial que debería ser considerado a la hora de crear un sistema de co-manejo adaptativo (Butler *et al.*, 2012).

Es fundamental entender la relación entre un sistema de propiedad particular y la sustentabilidad de un recurso natural, para poder orientar la creación de organizaciones locales robustas que sean soportadas por políticas e instituciones de mayor nivel (Ostrom y Nagendra, 2007). Preguntas fundamentales acerca de los derechos de propiedad, como por ejemplo ¿quién tiene el control y el acceso al recurso? o ¿quien es el responsable de su manejo? se vuelven inclusive más críticas cuando el recurso es comercializado (Aggarwal y Elbow, 2006). La pregunta ¿cómo un tipo de propiedad (individual o colectivo) crea incentivos o no para el manejo sustentable de un recurso dado? También se ha convertido de gran interés para los administradores del medio ambiente (Aggarwal y Elbow, 2006; Agrawal, 2001). Por lo tanto, cuando el mercado es la principal fuerza que lidera la explotación de un recurso los límites de la propiedad deben ser legítimos, reglas sobre quienes se beneficia de la propiedad (derechos de acceso) deben existir y conceptos tales como el de “limite” y el “derecho de uso”, deben ser definidos apropiadamente a los usuarios y así evitar conflictos de intereses entre ellos (Anuchiracheeva *et al.*, 2003; Dietz *et al.*, 2003).

Las tierras de propiedad común como los resguardos indígenas, conforman más de 1/4 de la cuenca del Amazonas (Bremner y Lu, 2006), una región clave que suministra peces dulceacuícolas salvajes para el consumo y para el mercado de los acuarios. En consecuencia, el manejo de las pesquerías amazónicas se beneficiarían enormemente de un examen más detallado sobre cómo los pueblos indígenas y sus instituciones de propiedad común impactan el uso y la explotación de los recursos pesqueros (Bremner y Lu, 2006). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es discutir temas centrales relacionados a los resguardos indígenas con autonomía política y sus sistemas propios de manejo pesquero. Para esto, tomamos la pesquería ornamental de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en la Amazonia colombiana como caso de estudio, debido al alto status político que los pueblos indígenas han adquirido en este país; a que ésta pesquería es relativamente reciente; por ser una actividad direccionada principalmente por el mercado; y por ser actividad económica temporal de gran importancia

²⁵ *Resguardo* es una figura legal en la Constitución Política de Colombia que implica un alto grado de autonomía política.

local para muchas comunidades indígenas amazónicas (Guzmán y Lasso, 2014; Moreau y Coomes, 2007, 2006). Específicamente se abordan tres preguntas: (1) ¿Cuál es el impacto de las tierras indígenas en el manejo de la pesquería ornamental de la arawana?; (2) ¿Que tipo de sistema de manejo desarrollan las instituciones indígenas para manejar la pesquería ornamental de la arawana?; y (3) ¿Son los sistemas de manejo indígena efectivos para usar este recurso natural de manera sustentable? Mediante esta discusión, se espera aportar ideas para mejorar el manejo de pesquerías emergentes y direccionadas por el mercado en la Amazonia.

3.2 Métodos

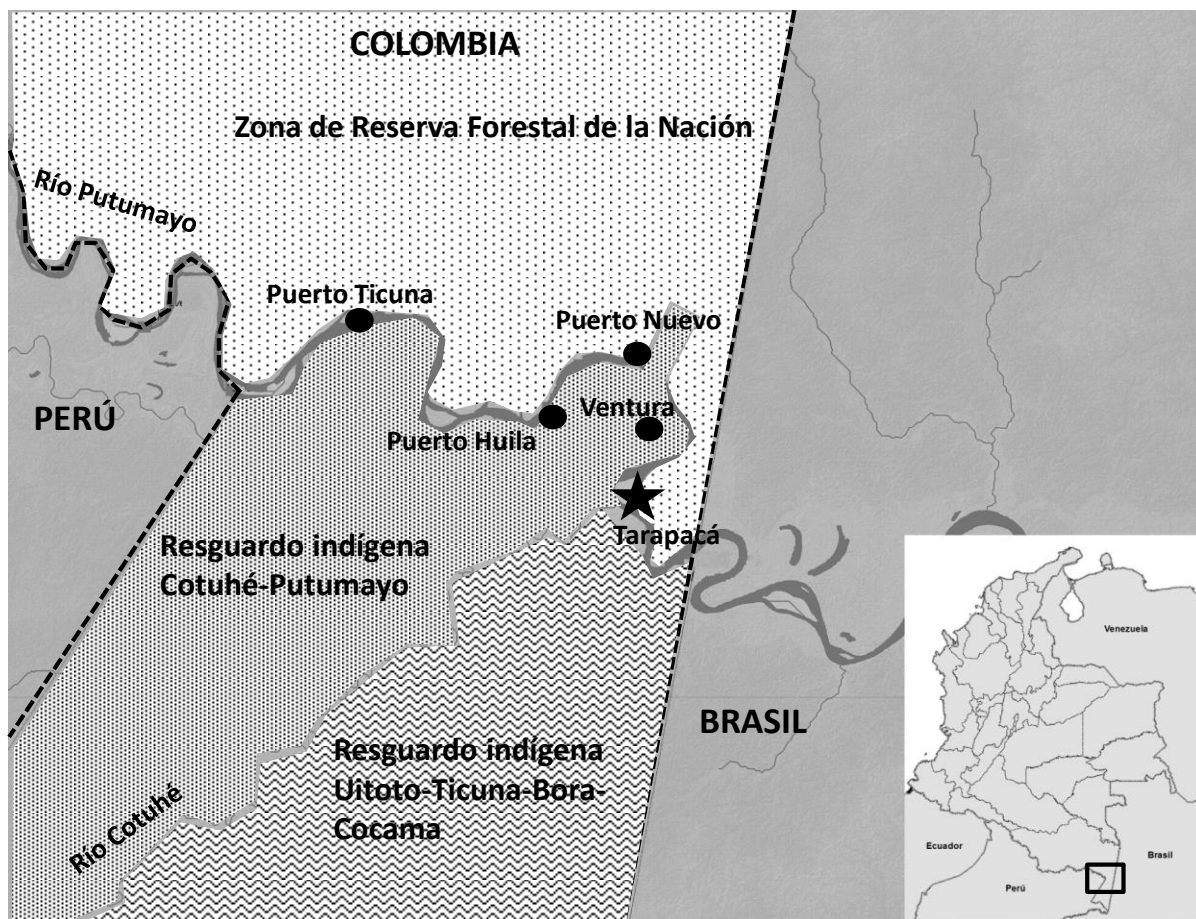
3.2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el zona de influencia de Tarapacá, en el departamento del Amazonas, Colombia, en donde coexisten dos unidades territoriales, cada una con diferentes formas ideológicas, instituciones y económicas de planear el manejo de los recursos naturales (Figura 3-1). En la margen norte de Río Putumayo se encuentra (i) la Reserva Forestal de la Nación (RFN), la cual es manejada por Corpoamazonia, la autoridad ambiental de la región. La RFN se estableció en 1959 con el propósito de proteger el bioma amazónico, sin embargo, ahí se permite la extracción de madera es permitida bajo un sistema de licencia otorgado por Corpoamazonia. En la margen sur del Río Putumayo, se encuentran dos grandes resguardos indígenas (RI): el Cotuhé-Putumayo (CP) y el Uitoto-Ticuna-Bora-Cocama (UTBC). EL RI-CP se sitúa entre el Río Cotuhé y la frontera con Perú, comprendiendo una extensión de 245.227 hectáreas donde viven aproximadamente 861 indígenas, principalmente de las etnias Ticuna y Ocaina. El RI-UTBC se sitúa entre el Río Cotuhé y la frontera con Brasil, pero a diferencia del RI-CP la mayoría de sus habitantes residen en el pueblo de Tarapacá (<2.000 habitantes), el principal centro urbano del área de estudio. Los RI son manejados por Asociaciones de Autoridades Indígenas (AATI's); el RI-CP lo maneja el Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá (CIMTAR) y el RI-UTBC por la Asociación de Autoridades Indígenas de Tarapacá (AZOAINAM). El presente estudio incluyó pescadores indígenas residentes del pueblo de Tarapacá (es decir, pertenecientes a UTBC) y pescadores de las cuatro comunidades del RI-CP ubicadas a lo largo del Río Putumayo: Ventura (~300 habitantes), Puerto Nuevo (~140 habitantes), Puerto Huila (~100 habitantes) y Puerto Ticuna (~40 habitantes).

Las AATI's se componen de un representante legal, el segundo en comando, el secretario de educación, el secretario de salud y el secretario de territorio (también llamado secretario ambiental), una jerarquía que es seguida también a nivel de comunidad. Los representantes de ambos grupos interactúan entre ellos y entre los niveles, a nivel local y a nivel regional. Las AATI's además de ser los responsables de planear y manejar todos los asuntos dentro del IR,

dialogan directamente con las instituciones gubernamentales respecto a la asignación de recursos por parte del gobierno. Esta autonomía política les fue otorgada con la Constitución Política de 1991, la cual incorpora elementos de la Convención N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo, en relación a los derechos de los pueblos indígenas y tribales. En este sentido, Colombia a jugado un papel ejemplar en el reconocimiento social, institucional y político de los pueblos indígenas, inclusive hasta reconocerles autonomía para manejar aspectos medioambientales dentro de sus territorios. En términos administrativos, este es uno de los niveles más bajos de descentralización a los que se podría llegar (Rodríguez *et al.*, 2007).

Figura 3-1: Área de estudio. Zona de influencia de Tarapacá, departamento de Amazonas, Colombia.



3.2.2 Especie de estudio (*Osteoglossum bicirrhosum*, Cuvier, 1829)

La arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) es un pez que puede crecer hasta un metro, vivir 14 años y pesar hasta seis kilos (Ruiz *et al.* 2010). Su periodo de reproducción puede durar hasta cuatro meses y ocurre durante el periodo de aguas en ascenso de los ríos. Los machos proveen cuidado parental incubando los huevos en la boca hasta por casi seis semanas, hasta que la larva se ha desarrollado completamente. La arawana plateada es comercializada como ornamental principalmente en su estado larval (3-7 cm), cuando estas aún tienen su saco vitelino colgado pero pueden nadar (mitad de camino entre huevo y pez). Su distribución comprende la cuenca del río Amazonas y de los ríos Rupununi y Oyapock. Esta especie no está listada en CITES ni en la lista roja de especies de la IUCN, pero se encuentra como vulnerable en la lista roja de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2012).

3.2.3 Aproximación metodológica

Entender las complejas relaciones de los sistemas socio-ecológicos para gobernar los recursos de propiedad común siempre han sido un gran reto (Dietz *et al.*, 2003). Para abordar esta complejidad, es pertinente relacionar los aspectos biofísicos de los recursos con las formas en como los humanos los utilizan en múltiples niveles y adquirir información de las condiciones pasadas y presentes del recurso (Ostrom, 2007; Ostrom y Nagendra, 2007). Por lo tanto, el presente estudio realizó una Evaluación Rural Participativa o PRA (Participatory Rural Appraisal) por sus siglas en inglés (Chambers, 1994), debido a la variedad de métodos que combina, permitiendo la flexibilidad, la triangulación de la información y permitiendo entender de manera amplia el sistema socio-ecológico. Específicamente, se revisaron fuentes secundarias de información, se realizaron observaciones directas de la actividad pesquera, se participó de actividades de comercialización y acopio de los alevinos, se realizaron entrevistas a profundidad con informantes claves y se desarrollaron talleres de cartografía local. La aproximación PRA permitió entender como los pescadores indígenas están organizados, su institucionalidad, el tipo de motivaciones que enfrentan y como estos factores influyen en el uso de los recursos. Adicionalmente, el PRA es un método liberador, un proceso educacional y empoderante, que permite traer el punto de vista de las comunidades locales al debate político, lo cual también hizo parte del propósito global de la investigación.

3.2.4 Recolección de los datos

La primera fase de este estudio, realizada entre junio 2013 y febrero 2014, incluyó la revisión de las fuentes de información secundarias, entrevistas a trabajadores públicos de la autoridad pesquera, de la agencia ambiental local (Corpoamazonia), de la policía y la consulta previa con las comunidades indígenas donde se iba a desarrollar la investigación. El trabajo de campo (ejercicios de cartografía local, la recolección de datos pesqueros y más entrevistas) se realizó entre febrero 2013 y agosto 2015. Los talleres de cartografía local fueron organizados en cada

comunidad con la participación de hombres, mujeres, abuelos y jóvenes. Los talleres se concentraron en recolectar información sobre tenencia de tierras y aguas, disponibilidad temporal de los recursos, su extensión, calidad, principales cambios e impactos que estos han sufrido (ej. extracción de oro, de madera, ganadería y asentamientos humanos) y su clasificación según el uso. Cada sección del río se dibujó en tres momentos del pulso de inundación: cuando el agua está en sus niveles bajos, medio (periodo ascendente) y alto (Anexo B). La información recolectada durante los ejercicios de mapeo, más la información obtenida de las entrevistas y la observación participante, fue utilizada de varias formas para contestar los objetivos de la investigación. En primer lugar, se utilizó para delimitar la extensión del territorio de cada comunidad y conocer la ubicación de los principales sitios de pesca de la arawana con respecto a la RFN y el RI-CP. En segundo lugar, para comprender las técnicas de pesca de arawana ornamental a lo largo del pulso de inundación y para comprender el sistema de manejo indígena realizado por la Asociación Indígena CIMTAR y por las comunidades. En tercer lugar, para clasificar el grado de uso/protección los sitios de pesca, considerando dichas prácticas locales de manejo pesquero.

Durante la temporada de reproducción del 2014 y el 2105 (febrero-mayo, o temporada de *arawaneo*), un total de 22 pescadores de las localidades seleccionadas (Figure 3-1), registraron la siguiente información diaria de sus faenas de pesca: captura total, arte de pesca, horas de pesca y lugar de pesca visitado. Un total de 652 faenas de pesca fueron registradas para las dos temporadas; 355 en el 2014 y 297 en el 2015. Se calculó la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para cada faena de pesca registrada. Los sitios de pesca registrados fueron clasificados en cuatro niveles de protección: (i) con manejo espontáneo (S), (ii) con manejo deliberado (D), (iii) con ambos tipos de manejo (S+D), y (iv) sin manejo o de libre acceso, información que se obtuvo de los mapas participativos. Los pescadores colectores de información se clasificaron en dos categorías según su comportamiento de pesca como en (i) pescadores profesionales o (ii) pescadores ocasionales. Las faenas de pesca se agruparon según el lugar del río en donde acontecieron en seis (0-6) zonas las cuales correspondían a las divisiones política-administrativas encontradas por las observaciones en campo (ver sección 3.3.2). Finalmente, se obtuvieron los datos diarios del nivel medio del agua del Río Putumayo en el sector de Tarapacá con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Ambiente (IDEAM).

Para probar si la efectividad del sistema de manejo local está beneficiando el stock de arawana (medido utilizando la CPUE) se debía al nivel de protección (S, D, S+D o de libre acceso) de los cuerpos de agua, los posibles efectos del arte de pesca, comportamiento del pescador y del nivel medio del agua, se corrieron tres modelos GLMM (Generalized Linear Mixed Model) en el programa estadístico R. Los dos primeros modelos (modelos 1 y 2) probaron las variables (i) arte de pesca, (ii) nivel de protección y (iii) nivel del agua, y el tercero (modelo 3) además incluyó la variable "comportamiento del pescador". Dos de los modelos (modelo 1 y 2) usaron la "zona del río" y uno (modelo 3) usó la variable "comportamiento del pescador" como el factor aleatorio. Todos los modelos fueron ajustados con la familia de distribución de poisson con el propósito de tratar los datos zero-inflados. Basados en el valor de AIC, el mejor modelo fue seleccionado para una prueba Tukey *post-hoc* y así determinar las diferencias entre cada categoría de las variables.

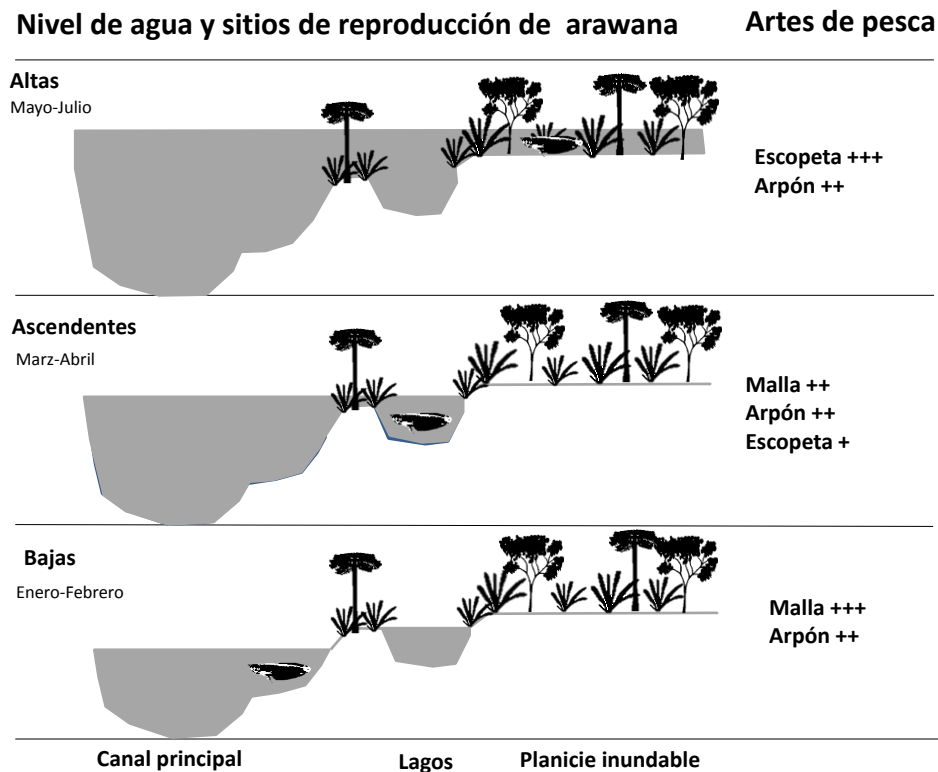
3.3 Resultados

3.3.1 Políticas públicas pesqueras localmente inapropiadas

En la Amazonia, el manejo de la pesca es generalmente conducido de forma centralizada y mediante la imposición de normas generales como vedas, límites al ojo de malla, tallas mínimas y la prohibición de métodos nocivos de pesca. Adicional a esto, es habitual que estas normas se basen en estudios locales y de corta duración (< 1 año) por ende, no consideran la variabilidad de los ecosistemas o aspectos socio-políticos circundantes. Por ejemplo, una de las primeras normas establecidas por la autoridad ambiental de Colombia para toda la región de la Amazonía (Acuerdo 0015/1987, INDERENA) fue la prohibición de la pesca con red en lagos de varzea y el establecimiento de límites al ojo de malla para ser usados en el canal principal del río. El establecimiento de estas normas se basaron en estudios realizados en un río con una planicie inundable angosta, por lo que con pocos lagos de varzea. Mientras tanto, la pesquería de peces ornamentales emerge en la Amazonia y Colombia establece la vedas (Acuerdo 018/1996 y 005/1997, INPA) para proteger el primer tercio del periodo reproductivo de la arawana en sus tres principales ríos amazónicos.

El arte de pesca utilizado por los grupos indígenas para capturar la arawana varía según el pulso de inundación y algunas veces, los métodos de pesca utilizados se encuentran en desacuerdo con las normas generales establecidas por el gobierno para su manejo (Figure 3-2). Al inicio de la temporada reproductiva, los pescadores utilizan principalmente mallas para capturar esta especie en el canal principal del río. Sin embargo, este periodo (aguas bajas) generalmente coincide con el periodo de veda, por ende, las arawanas estarían siendo capturadas ilegalmente según la norma colombiana. A medida que el nivel del agua incrementa, las arawanas con cría se encuentran en los lagos que ahora conectados con el canal principal del río. Durante este periodo (aguas en ascenso) la veda ya ha terminado, sin embargo los pescadores continúan utilizando mallas para capturar las arawanas, pero ahora en los lagos que se han conectado, por ende, estarían nuevamente pescando ilegalmente. A medida que el nivel del agua sigue aumentando hasta alcanzar su punto máximo (aguas altas), las arawanas con cría se mueven a la planicie inundable para tomar refugio entre la vegetación. Durante este periodo, los pescadores usan principalmente la escopeta para capturar las arawanas, un arte de pesca relativamente nuevo que hasta el momento no ha sido reglamentado.

Figura 3-2: Lugares de reproducción de la arawana y artes de pesca utilizadas a lo largo del pulso de inundación (aguas bajas, ascendentes y altas).



Las larvas de arawana son compradas por comerciantes de peces vivos, los cuales viajan al área de estudio únicamente durante el periodo de reproducción de la especie. Por ser foráneos y no estar asociados a ninguna de los IR, éstos están sometidos a las normas específicas que regulan la pesca y el comercio de arawana, como la cuota de extracción y la veda oficial. Sin embargo, estos logran saltarse las normas oficiales mediante acuerdos informales con las comunidades indígenas, ya que estos los pueden respaldar mediante la autonomía política que han adquirido. Por ejemplo, en 2014, algunos intermediarios se establecieron en las comunidades indígenas un mes antes del fin de la veda de arawana y lograron acopiar arawanas pescadas ilegalmente hasta el final de la veda, cuando finalmente ya pudieron transportarlas hacia las firmas exportadoras. A pesar de que esta práctica ilegal es conocida por los oficiales de la Policía de la localidad, éstos no pueden ingresar a las comunidades indígenas sin el permiso del curaca, la máxima autoridad de una comunidad. Según un oficial de la policía “*tocar a un indígena aquí en Colombia es delicado, por eso mejor los dejamos quietos*” (Tarapacá, 15 de julio 2013). Otro intermediario construyó un campamento en la RFN, escondido entre la densa vegetación. Cuando se le preguntó a Corpoamazonia acerca de las acciones llevadas a cabo para controlar el tráfico de larvas arawanas, la respuesta fue que esto era responsabilidad de la autoridad pesquera, a pesar de que la especie esta catalogada como

vulnerable en la lista roja de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2012). Debido a que la autoridad pesquera no tiene oficina en Tarapacá, es responsabilidad del corregidor realizar las labores y funciones de esta institución. Ahora bien, a pesar de que el corregimiento con ayuda de la policía podría fortalecer las normas existentes en el canal principal del río y las áreas fuera de los RI, estos prefieren hacerse los de la vista gorda debido a los altos beneficios económicos (ver sección 2.3.2) que esta actividad brinda a los pescadores locales. Esta situación explica como dos días después de finalizada la veda fueron movilizadas desde el aeropuerto de Tarapaca 65.000 alevinos de arawana hacia Bogotá.

Estos resultados muestran que la competencia inter-jurisdiccional ambiental o el traslape de responsabilidades institucionales, promueve el relajo regulatorio. Además, los resultados resaltan que las políticas y normas pesqueras públicas son localmente inapropiadas, dado el contexto socio-político y las diferencias espacio-temporales de las condiciones ambientales en la Amazonia.

3.3.2 El desafío: definir los derechos de uso, acceso y manejo

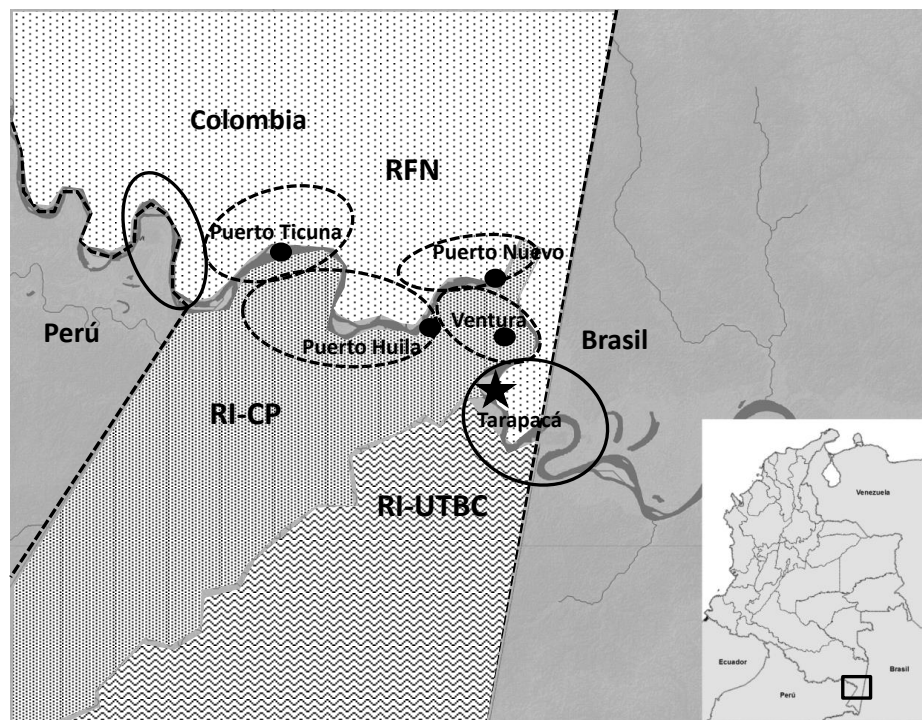
Durante una entrevista con la autoridad pesquera (Leticia, 8 de abril 2013), fue explicado que los lagos que se encuentran conectados con el canal principal del río son propiedad del Estado, mientras que los lagos desconectados (dentro de un RI u otro tipo derecho de propiedad) son propiedad privada. Es decir que los lagos dentro de los RI, los cuales se conectan durante el periodo de aguas en ascenso y aguas altas con el canal principal del río, se encuentran en un vacío legal. La autoridad pesquera ha realizado muy poco esfuerzos para establecer un manejo legítimo de dichos cuerpos de agua, a pesar de que los lagos de varzea son uno de los principales ecosistemas para la pesca en la Amazonia.

Adicionalmente, un de las cuatro comunidades indígenas estudiadas se asentó fuera de los límites de su RI en 2004, mientras que otra se encuentra ubicada en una isla del Río Putumayo (cuya pertenencia al RI o a la RFN esta siendo actualmente discutida) se encuentra buscando alternativas para moverse a la RFN (Figure 3-3). En ambos casos, los indígenas quisieron moverse a tierras más altas (*terra firme*) con el propósito de evadir el periodo de inundación anual del río. En las tierras altas es mejor construir casas de ladrillo y concreto, la escuelas, el puesto de salud e instalar redes eléctricas, siguiendo la visión occidental de progreso promocionada por los programas liderados por el gobierno en la Amazonia.

Los mapas de cartografía local indicaron que las comunidades del RI-CP tenían claro los límites del territorio bajo sus políticas de manejo pesquero, dado que los lagos de varzea dibujados no se solaparon entre ellas. Sin embargo, varios de los cuerpos de agua mapeados incluyeron lagos ubicados en la RFN bajo el argumento que estos se encontraban dentro de sus *áreas de rebusque*. De hecho, las comunidades del RI-CP estudiadas defendieron activamente estos sitios (dentro y fuera del resguardo) durante la temporada de reproducción de la arawana, limitando el acceso a foráneos. El resultado de esto es que los pescadores de Tarapacá (pertenecientes al RI-UTBC y pescadores no-indígenas) se desplazan ~100 km hasta llegar a la frontera colombo-peruana, para poder encontrar sitios de pesca de libre acceso o

pagar para poder pescar en los lagos dominados por los indígenas (tema discutido más adelante) (Figure 3-3). Esto debido a que son pocos los lagos que están disponibles para ellos (aquellos dentro del RI-UTBC o de libre acceso) o han sido fuertemente explotados por su proximidad al poblado de Tarapacá. El *área de rebusque* altamente defendido por los pescadores indígenas sería un equivalente al *espacio vital* en ecología territorial de las especies.

Figura 3-3: Ámbito de pesca de arawana de cada comunidad estudiada. Línea punteada: área de rebusque de las cuatro comunidades de Ventura, Puerto Nuevo, Puerto Huila y Puerto Ticuna. Línea continua: área de pesca de los pescadores de Tarapacá.



3.3.3 Sistema de manejo indígena

Los sistemas de manejo comunitario, como por ejemplo el calendario ecológico, los mitos y los tabúes alimentarios, han estado presentes en la Amazonia mucho antes del desarrollo del manejo institucionalizado en el siglo XX (Van der Hammen, 1992). En la Amazonia colombiana, las normas locales que limitan la explotación de los recursos naturales, se basan principalmente en la creencia de que existe una energía vital limitada que circula en todos los

seres vivos, por ende nada puede ser usado sin antes pedir primero permiso a su dueño espiritual (Rodríguez *et al.*, 2007). Desobedecer los límites de uso del recurso resultaría en un castigo como la enfermedad. También existe una amplia creencia de que algunos peces son peligrosos para la salud (Rodríguez, 2010c; Meyer-Rochow, 2009; Colding y Folke, 1997). Específicamente, la arawana hace parte encuentra en el mito creacional de las etnias indígenas estudiadas (Bonilla-Castillo y Agudelo, 2012). Sin embargo, durante las discusiones de grupo realizadas, ninguno de los participantes pudo recordar completamente el rol de este pez en el mito. La practica ancestral de pedir permiso al dueño espiritual de este pez no fue observado por ninguna de las comunidades estudiadas. Contrastantemente, los pescadores se referían a la arawana como un equivalente de dinero. Su contacto con el capitalismo y las fuerzas extractivas del mercado han erosionado sus creencias tradicionales de manejo, sin embargo, nuevas formas de manejo de tipo occidental están aparentemente evolucionando para asegurar la prevalencia de sus recursos naturales.

De las dos AATI's estudiadas, sólo el CIMTAR ha establecido normas deliberadas (acuerdos de pesca 2004-2005)²⁶ para limitar la captura de arawana. Los acuerdos de pesca del CIMTAR establecieron una cuota de captura de 1500 unidades de alevinos de arawana por familia por temporada de pesca y dos *lagos de reserva* por comunidad (Tabla 3-1). Todos los *lagos de reserva* fueron de aguas negras, los cuales son aquellos lagos que se encuentran más distantes del canal principal del río, pero que estuvieran próximos a la comunidad. Así, los pescadores tiene acceso a estos sitios únicamente cuando el río se encuentra en aguas altas (Figure 3-4). Sin embargo, el concepto de *lago de reserva* no es exactamente un lago en donde no se pesque, dado que las comunidades permiten la pesca en estos sitios dependiendo del comportamiento hidrológico del río. Por ejemplo, en años en donde el agua del río asciende rápidamente, la mayoría de los sitios de pesca en donde la pesca esta permitida quedan completamente cubiertos por el agua antes de lo normal, por lo tanto los pescados no pueden establecer sus campamentos para poder pescar arawanas por varios días (7-20 days) como lo harían normalmente (Figure 3-5). Cuando esto sucede, la comunidad decide abrir los lagos de reserva para la pesca (y paran la pesca en los sitios normalmente permitidos), pudiendo tomar ventaja de los 3-4 meses que dura la temporada de arawaneo. Como los *lagos de reserva* generalmente están cerca de la comunidad, los pescadores pueden hacer faenas de pesca de un día y volver a la comunidad para dormir. Si los lagos de reserva fueran estrictamente sitios de no-pesca, durante esos años inusuales, lo únicos sitios de pesca disponibles serían aquellos lagos distantes, por lo tanto su acceso estaría limitado por los altos costos de la gasolina y a que sólo el 37,8% (n=82) de los pescadores poseen botes con motor.

²⁶ Los acuerdos de pesca fueron apoyados por la Fundación GAIA Amazonas, en el marco de los proyectos adelantados por esta para apoyar a las Asociaciones Indígenas del Amazonas en sus planes de vida y el ordenamiento de su territorio.

Figura 3-4: Sistema de manejo pesquero indígena en el bajo río Putumayo. Puntos amarillos: campamentos usados cuando el agua esta baja. Puntos naranja: campamentos usados cuando el río esta en aguas medias. Puntos rojos: campamentos usados cuando el río esta en aguas altas.

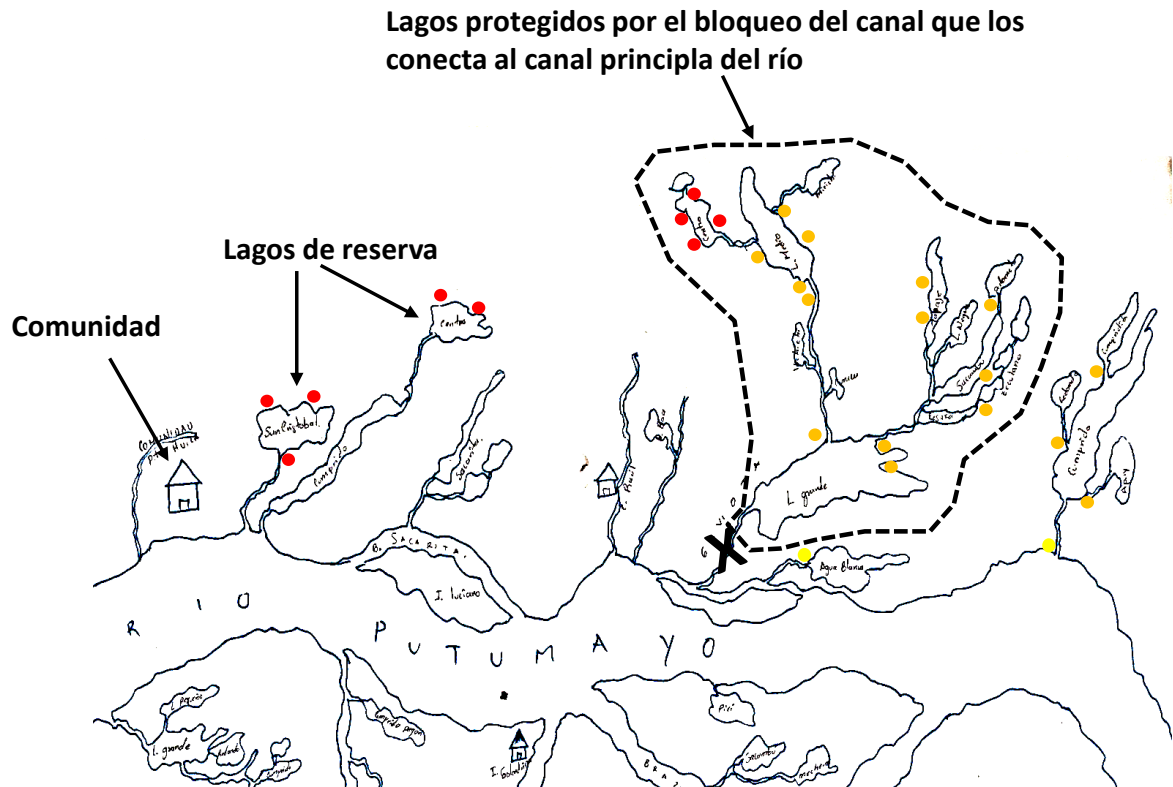
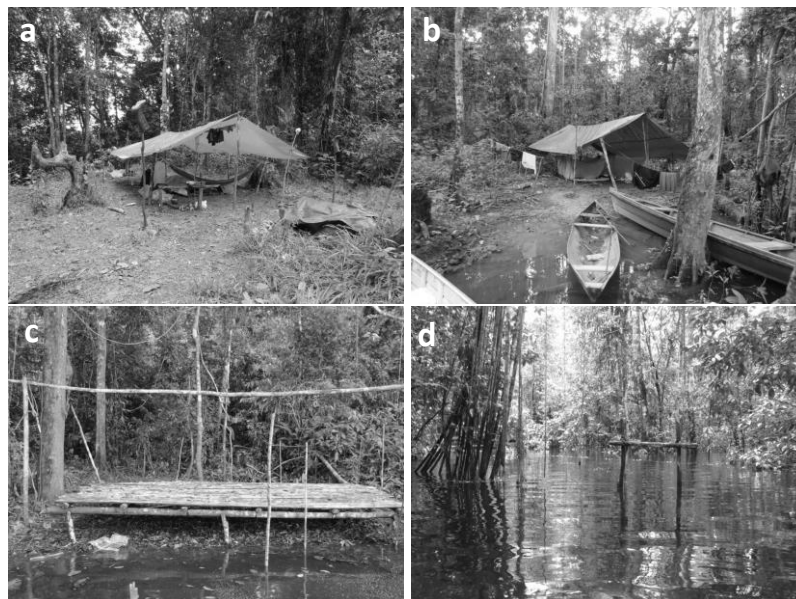


Figura 3-5: Campamentos ubicados en las orillas de un lago de varzea a lo largo del pulso de inundación. (a) campamento siendo usado durante el periodo de aguas bajas, b) campamento siendo usado durante el periodo de aguas en ascenso, c) a medida que el agua sube, los Pescadores construyen plataformas para poder pescar por más tiempo, y (d) campamento completamente inundado.



Los pueblos indígenas además poseen acuerdos informales para una pesca responsable y con significancia de solidaridad a nivel individual, comunitaria o asociativa (Tabla 3-1). Por ejemplo, la pesca con arpón es recomendada para la noche ya que es un método de pesca selectivo; durante la noche, el uso de las linternas permite a los pescadores identificar con mayor certeza las arañas que poseen larvas en el estado de desarrollo apropiado (larva nadadora con saco vitelino) para el comercio de peces ornamentales. Los pescadores arponeros también intentan capturar la araña por la cola, con el propósito de permitirle a este que sobreviva. A los pescadores que utilizan mallas se les recomienda ir de pesca en grupo (4 pescadores por cada 100 metros de malla) con el propósito de tener tiempo suficiente para desenredar las arañas de la malla antes de que estas mueran y coleccionar todas las larvas antes de que sean depredadas por otros peces. Los pescadores deben llevar a la comunidad las arañas que eventualmente mueren en el proceso de captura para ser consumidas. El uso de la escopeta no es recomendado por muchos, debido a que “ahuyenta” el pescado y porque la araña muere, sin embargo este es el principal método de captura de las arañas durante el periodo de aguas altas (Figure 3-2). No obstante, el promotor de territorio de una de las comunidades estudiadas, logró prohibir este método de pesca para los pescadores foráneos (aquellos pescadores de otras localidades con permiso de pesca por parte de la comunidad) (Tabla 3-1).

Los acuerdos de pesca del CIMTAR adicionalmente prohíben la pesca con malla en los lagos de varzea hasta el 15 de marzo (Tabla 3-1). Esta norma de manejo es localmente conocida como la *veda indígena*, ya que la fecha establecida es la misma de la veda oficial. La *veda indígena* protege las arawanas confinadas en estos lagos durante la época de aguas bajas, hasta que las larvas alcanzan el estado de desarrollo que los comerciantes de peces ornamentales les compran. A diferencia de la veda oficial que es estándar, cada comunidad puede extender la fecha de la veda en base a las observaciones del ciclo natural de la especie, ya que el pico del periodo reproductivo varía año a año. Tales modificaciones se basan en el conocimiento local de los pescadores: la temporada de pesca se abre cuando ellos consideran el >50% de las arawanas poseen el tipo de larva óptimo para el mercado de los acuarios. Por ejemplo, en el 2014, dos de las comunidades estudiadas extendieron la veda indígena por 10 días y en el 2015, una comunidad extendió el periodo por cinco días. Este manejo deliberado es flexible y complejo, ya que combina la reglamentación de un arte de pesca con una veda, basándose en la dinámica del ecosistema.

Para asegurar el cumplimiento de los pescadores y el manejo del territorio, algunas comunidades establecen un precio a los pescadores foráneos que quieran entrar a pescar en sus territorios. Este pago y su manejo varía entre las comunidades. Por ejemplo, mientras una comunidad pedía el 2% de la ganancia del pescador, otra cobraba el precio equivalente a ocho alevinos de arawana por cada camada extraída. La primera comunidad guardaba dicho dinero para solucionar posibles emergencias futuras de la comunidad, mientras que la segunda la utilizaba para pagar la vigilancia de sus lagos de reserva. Los comerciantes queriendo establecerse en las comunidades indígenas a recolectar arawanas durante el período de veda oficial, también se les pedía algún tipo de pago o realizaban algún tipo de acuerdo económico con la comunidad. Dicho dinero generalmente es utilizado para pagarle al promotor de territorio sus patrullajes por los lagos de reserva de la comunidad y asegurar el cumplimiento de la *veda indígena* en su territorio. En general, las comunidades estuvieron de acuerdo con el uso de los lagos fuera compartido con pescadores foráneos siempre y cuando cada comunidad mantuviera la condición del derecho para su manejo.

La única práctica de manejo espontánea observada durante el periodo de estudio, fue el bloqueo de los canales que conectan los lagos con el río principal, y así proteger los lagos ubicados en la parte media y alta de la planicie inundable (Tabla 3-1, Figura 3-4). Esto lo realizan cortando árboles grandes en la orilla del canal o *furo* que conecta los lagos. Los árboles caídos son un obstáculo para el transporte en bote que sólo puede ser solucionado con el uso de motosierras, las cuales pueden ser oídas a larga distancia. Los pescadores bloquean los canales de manera colectiva meses antes de la temporada de arawaneo, abriéndola solamente cuando >50% de los alevinos de arawana tienen > 3cm de longitud, el tamaño óptimo para su comercio ornamental.

En general, los pescadores respetaron las divisiones territoriales de las comunidades y la veda indígena. También la captura total de los pescadores generalmente estuvo por debajo de la cuota (62%, n=34) asignada (1500 unidades). No obstante, esto no se debió necesariamente por el cumplimiento de la norma por parte de los pescadores con, sino a deficiencias tecnológicas, limitaciones de tiempo y factores ambientales. La comunidad más cercana a Tarapacá mostró bajo cumplimiento con sus *lagos de reserva*. Los pescadores de esta

comunidad argumentaron que no obedecen debido a que los pescadores foráneos del poblado de Tarapacá entran en sus lagos de reserva. “Nos cansamos de proteger los lagos para que otros se beneficien... necesitamos que las instituciones nos ayuden con nuestro plan de manejo, para poder vigilar los lagos y que nadie pesque” (Ventura, 25 de enero 2014).

Tabla 3-1: Normas de manejo espontáneas y deliberadas desarrolladas por la Asociación indígena del Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá para la pesca ornamental de la arawana.

Tipo de norma/estrategia de manejo	Descripción	Nivel administrativo del acuerdo de pesca	Nivel de practica o cumplimiento de la norma/estrategia
Espontáneo	Pedir permiso al dueño espiritual de la arawana	Tribal	Ya no se practica
	Bloqueo de canales que conectan lagos	Comunitario	Una comunidad practica esta estrategia y todos los Pescadores cumplen
Deliberada	Cuota (1500 unidades por familia por temporada)	Asociación	La mayoría de los Pescadores cumplen, pero debido a limitaciones tecnológicas, temporales o ambientales
	Lagos de reserva	Asociación	Tres comunidades cumplen, aunque algunos pescadores no
	Pesca con mallas en lagos prohibido hasta el 15 de marzo (Veda indígena)	Asociación/ Comunitario	La mayoría de Pescadores cumplen. Las comunidades pueden extender la fecha de la veda cuando el río esta bajo al inicio de la temporada de arawaneo
	Tarifa de pesca para Pescadores foráneos o intermediarios	Comunitario	Dos comunidades practican esta estrategia
	Escopeta prohibida a Pescadores foráneos	Comunitario	Una comunidad implementó esta norma
Pesca Responsable	Uso de arpón en la noche e intentar capturar la arawana por la cola.	Comunitaria/individual	La mayoría de Pescadores no siguen esta recomendación
	Mínimo cuatro Pescadores por cada 100 metros de malla.	Comunitaria/individual	La mayoría de Pescadores no siguen esta recomendación
	Los peces adultos que mueran deben ser llevados a la comunidad para el consumo	Asociación	Todos los Pescadores siguen esta recomendación

Las normas de manejo indígena son muy específicas y flexibles, permitiendo a los pescadores un chance para que exploren todas las posibles características de la pesquería. Adicionalmente, la mayoría de sus normas actúa más como pautas o lineamientos, ya que los acuerdos de pesca no poseen mecanismos de castigo en caso de incumplimiento. No obstante, desde el desarrollo de los acuerdos de pesca, el promotor de territorio intenta monitorear la captura total de arawana cada año, pero la falta de incentivos económicos, orientación técnica y supervisión hace que su labor sea ineficiente e intermitente. En contraste, sus normas son muy efectivas para castigar los foráneos que incumplen, especialmente cuando son de lugares distantes. Las comunidades por ejemplo, en 2012 confiscaron el equipo de pesca de un grupo de peruanos (un intermediario con tres pescadores) que ingreso a su territorio sin pedir previo permiso. Para recuperar el equipo de pesca, el grupo de peruanos tuvo que pedir excusas públicas a la comunidad y pagar 400.000 COP pesos por su bote y motor. Desde entonces, estos pescadores han regresado al territorio, pero siempre pidiendo primero permiso a la comunidad y estableciendo algún tipo de acuerdo económico con las autoridades locales. Los intermediarios de arawana y los pescadores entrevistados no recuerdan ningún evento en que la policía haya decomisado equipos de pesca por actividades de pesca o de comercio ilegal de arawanas, sólo un decomiso de 300 alevinos en el 2013.

Este contexto ambiental, socio-cultural y político sugiere que la autoridad pesquera de Colombia debería apoyar la legalización y el fortalecimiento de los acuerdos de pesca existentes de las AATI's y desarrollar acuerdos de pesca en áreas en donde aún no existen apoyando el co-manejo. Sin embargo, es necesario que se discuta el alcance de las normas indígenas en el caso de lagos ubicados fuera de sus resguardos pero dentro de sus área de rebusque, debido a las implicaciones que esto podría tener para los pescadores no-indígenas.

3.3.4 Efectividad del manejo indígena

Los resultados indicaron que el modelo 1 fue el mejor modelo probado, explicando el 51% de la variación (R^2 marginal) y el 94% de la variación (R^2 condicional) cuando al incluir el efecto aleatorio (Tabla 3-2). Como era esperado, el nivel del agua del río tiene un efecto negativo en los datos de CPUE observados (Tabla 3-3), ya que los peces se concentran en el canal principal del río cuando el agua esta baja, y se dispersan en la planicie inundable cuando el nivel del agua esta alto. La prueba Tukey post-hoc indicó que: (i) los pescadores profesionales capturan más pescado que los pescadores ocasionales por unidad de esfuerzo, (ii) la CPUE es mayor en lagos con ambos tipos de estrategias de manejo (S+D), seguido por los lagos con manejo espontáneo (S), seguido de los lagos sin protección (libre acceso), seguido por los lagos con sólo estrategias de manejo deliberadas (D) (Tabla 3-3). Los resultados de esta prueba también indican que la malla, la ballesta y la escopeta son las artes de pesca más efectivas, seguidos de la flecha y luego del uso de artes mixtas (Tabla 3-3).

Es interesante ver que el tipo de manejo responsable del efecto positivo sobre el stock de arawana, es la estrategia espontánea de bloquear los canales que conectan los lagos con el río

principal, mientras que los valores de referencia de los lagos con protección deliberada (lagos de reserva) son de hecho menores que los lagos de libre acceso o sin ningún tipo de protección. Esto se debe a que muchos pescadores no obedecen sus normas propias de manejo y que los lagos de reserva dependen del contexto socio-ambiental, no ajustándose al concepto de lagos en donde se prohíbe la pesca totalmente. En tal escenario, las instituciones gubernamentales y privadas debería fortalecer las iniciativas formales e informales de manejo comunitarias. Más atención debería ponerse en las estrategias de tipo espontáneo que los indígenas desarrollan, ya que estas podrían traer luces de como realizar el manejo de los recursos pesqueros en la Amazonia.

Tabla 3-2: Valores de AIC, R^2 marginal y R^2 condicional de los tres Modelos Generales Lineales Mixtos (GLMM)²⁷ probados en el programa estadístico R.

Modelo	AIC	R^2 Marginal	R^2 Condicional
1.CPUE ~ Arte de pesca + Nivel de Protección + Nivel del agua + Comportamiento del Pescador + (1 Sección del Río)	90968,2	0,505	0,936
2.CPUE ~ Arte de pesca + Nivel de Protección + Nivel del agua + (1 Sección del Río)	91209,0	0,462	0,940
3. CPUE ~ Arte de pesca + Nivel de Protección + Nivel del agua + (1 Comportamiento del Pescador)	93032,3	0,805	0,905

²⁷ Todos los modelos incluyeron la familia de distribución de Poisson para suavizar el efecto de los datos zero-inflados observados.

Tabla 3-3. Resultados del mejor Modelo General Lineal Mixto (modelo 1) y resultados de la prueba post-hoc de Tukey.

Variable	Estimador	Error Estándar	Z	P	Prueba Tukey
Nivel del agua (Escalado)	-0,259	0,005	-57,030	2,00E-16	
Comportamiento del pescador					
Profesional	4,611	0,011	15,500	2,00E-16	A
Ocasional	4,437	0,109	40,860	2,00E-16	B
Nivel de Protección					
Ambos (S+D)	4,682	0,025	-9,950	2,00E-16	A
Espontáneo (S)	4,495	0,013	-4,550	5,44E-06	B
Sin protección	4,437	0,109	40,860	2,00E-16	C
Deliberado (D)	4,236	0,017	11,980	2,00E-16	D
Arte de pesca					
Malla	4,480	0,027	1,610	0,107	A
Ballesta	4,437	0,109	40,860	2,00E-16	A
Escopeta	4,431	0,026	-0,250	0,802	A
Arpón	4,191	0,024	-10,400	2,00E-16	B
Mixto	4,064	0,025	-15,110	2,00E-16	C

A pesar de que el sistema de manejo indígena puede contribuir a la preservación del recurso por un periodo de tiempo más largo, este puede que no sea suficiente ya que a medida que la densidad de humanos en la zona incrementa, la presión sobre el recurso también aumenta. En el área de estudio el pulso natural del río es lo que está haciendo que la pesquería ornamental de arawana sea sostenible, dados las actuales limitaciones tecnológicas y la actual densidad de pescadores. Durante el periodo de estudio, se observó que muchos de los pescadores invirtieron sus ingresos en la compra de escopetas para poder pescar arawanas durante el periodo de aguas altas. Por ende, en el largo plazo, el pulso de inundación puede que no sea suficiente para frenar los efectos del crecimiento poblacional humano y de las nuevas tecnologías para la pesca de arawana como la escopeta y la ballesta.

En tal sistema socio-ecológico, es probable que un sólo arreglo de gobernanza no prevenga la sobrexplotación del recurso en todos los contextos (Ostrom y Nagendra, 2007). Los jóvenes del área de estudio creen que la solución para la pesquería ornamental de arawana es su cría en condiciones semi-naturales en algunos de sus lagos. De hecho, observamos como una comunidad inició un experimento local, en cual consistía almacenar arawanas adultas en cajas de madera construidas por ellos mismos. Las cajas permitían el paso de peces pequeños para asegurar que las arawanas tuvieran presas. Esto no funcionó y ahora están intentando un nuevo método, en cual consiste en cerrar el canal conector de una laguna con una malla de

aluminio. La idea es utilizar las características morfológicas de la laguna para manejar el pulso de inundación, para que las arawanas no puedan escapar en la época de aguas altas. La visión para manejar el ambiente ha variado de una relación tradicional hacia formas de manejo capitalistas para satisfacer sus necesidades económicas. Proyectos acuícolas como éste se han documentado también para otras tribus indígenas en la Amazonia, dada la influencia de los programas de desarrollo liderados por los gobiernos (Valdivia, 2005). Por lo tanto, las autoridades ambientales deben trabajar en colaboración con las AATI's y atender tanto los intereses biológicos como los sociales. Los proyectos locales de investigación que exploran nuevas formas para la pesquería ornamental de arawana, deberían de desarrollarse con apoyo económico y técnico, pero como ya se mencionó, los derechos de propiedad sobre los ambientes acuáticos deben ser cuidadosamente definidos ya que los lagos son considerados de propiedad común.

3.4 Conclusiones

Las normas establecidas por el gobierno colombiano para el manejo de la pesquería ornamental de arawana no ha sido exitosas por varias razones. En primer lugar, estas políticas fueron establecidas de manera top-down, sin considerar aspectos ambientales y socio-políticos. En segundo lugar, la autonomía política de la que gozan las comunidades indígenas y sus confusos límites de propiedad y de manejo, promueven el relajo regulatorio entre las instituciones publicas encargadas del manejo de los recursos naturales.

Por otro lado, las comunidades indígenas han desarrollado iniciativas de manejo que regulan el acceso a los stocks de arawana, los cuales a diferencia de las políticas públicas generalizadas, éstas son detalladas, complejas y toman en cuenta la heterogeneidad ecológica. Sin embargo, las iniciativas indígenas en algunos casos pueden comprender áreas fuera de sus resguardos, causando conflictos sociales debido a una sensación de injusticia por los pobladores no-indígenas. Por ende, es necesario definir los límites de uso, acceso y manejo en sus tierras (Anuchiracheeva *et al.*, 2003), como también deben ser aclaradas las funciones de manejo que se solapan entre las instituciones publicas y con las AATI's. Los resultados del presente estudio también sugieren que el manejo indígena por si sólo no asegura la sustentabilidad de la pesquería ornamental de arawana, dado el crecimiento poblacional, el aumento en el esfuerzo de pesca, sumado a las fuerzas del mercado que dirigen la explotación de esta especie (ver capítulo 4).

Dado la extensión de los RI en la Amazonia y su status político, el manejo de la pesca en esta región sólo puede ser exitoso si los procesos de toma de decisiones se hacen de forma verdaderamente participativa, mediante la promoción de aproximaciones tipo bottom-up y apoyando económicamente los planes de manejo concertados. El desafío es entonces, no sólo desarrollar investigaciones participativas sino también estimular el diálogo de saberes con los pueblos indígenas y respetar su conocimiento ecológico.

Establecer un puente entre el gobierno y los pueblos indígenas para el manejo de los recursos pesqueros podría ser un paso a seguir, ya que estos carecen de recursos para poner en prácticas sus normas, mientras que las institución carecen de capacidad real para poner en práctica sus normas de manejo. Por lo tanto, cooperación de doble vía podría beneficiar las pesquerías en su totalidad, con las comunidades indígenas y sus autoridades participando en las decisiones de manejo de los recursos a nivel local e internacional, y las instituciones públicas participando en la organización del territorio indígena.

4. Manejo transfronterizo de pesquerías en la Amazonia: evaluando las políticas actuales para el manejo de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) ornamental²⁸

Adriana Guzmán Maldonado, Priscila Fabiana Macedo Lopes, Carlos Alberto Rodríguez Fernández, Carlos Andrés Lasso Alcala & Ussif Rashid Sumalia

Resumen

El manejo y la gobernanza de *stocks* pesqueros compartidos se ha identificado como un reto para lograr pesquerías sustentables en el largo plazo. Esta es la situación de las pesquerías en la cuenca amazónica, una región compartida por nueve países. Este trabajo provee una visión general de las consecuencias socio-ecológicas y las implicaciones del manejo de un stock pesquero compartido por varios países con políticas públicas diferentes, utilizando la pesquería ornamental de la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) como caso de estudio. Específicamente se (i) presentan las políticas de Colombia, Perú y Brasil para la pesquería de la arawana y se discute como éstas son claves para un buen manejo compartido y transfronterizo de la pesquería; y se (ii) analiza el mercado de la pesquería ornamental de la arawana plateada y se discute como afecta su manejo sustentable. Se encuentra que el juego entre las múltiples dimensiones ambientales, económicas y sociales involucradas en la pesquería ornamental de la arawana plateada afectan la estabilidad de la especie, inclusive en Brasil, lugar donde esta actividad es prohibida, pero que es realizada ilegalmente por colombianos y peruanos. Entre los factores que hace que las normas de manejo pesquero sean ineficientes, se tiene: (i) las normas incongruentes entre los países y la baja capacidad organizativa de las instituciones para hacerlas cumplir; (ii) la heterogeneidad ambiental de los sistemas acuáticos amazónicos, los cuales requieren medidas locales y adaptativas, y (iii) las complejas relaciones socio-económicas del mercado de peces vivos. Esfuerzos legalmente vinculantes para reducir los problemas derivados del manejo compartido de stocks pesqueros son una necesidad urgente que debería ser propiciada por los convenios multilaterales existentes para el desarrollo sostenible de la Amazonia.

Palabras clave: acuarios, gobernanza, frontera, recursos comunes, diversidad institucional, Amazonas.

²⁸ Artículo publicado en la revista Marine Policy. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.11.021

Abstract

The management and governance of shared stocks have long been identified as a challenge to achieve long-term sustainability in fisheries. This is the situation of fisheries in the Amazon basin, a region shared by nine countries. Here, we provide an overview of the social-ecological outcomes and management implications of sharing fish stocks among countries with different public policies, taking the valuable Amazonian ornamental silver arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) trade as a case study. Specifically, we (i) present and discuss the policies of Colombia, Peru and Brazil for the silver arawana fishery, and how these are conducive for the successful management of this shared transboundary fishery; and (ii) we analyze the market for the ornamental silver arawana and how it affects the ability to sustainably manage the fishery. We found that the interplay between the multiple environmental, economic and social dimensions involved in the ornamental silver arawana fishery affects the sustainability of this species even in Brazil, where this fishing is forbidden but still illegally caught by Colombians and Peruvians. Among the factors that make fisheries policies inefficient in this region are: (i) incongruent policies between the countries and institutions with low organizational capacity to accomplish the established policies; (ii) environmental heterogeneity of Amazonian aquatic systems, which requires local and adaptive measures; and (iii) complex socio-economic relationships in the live-fish trade business. Legally binding efforts to reduce problems derived from shared fish stocks are an urgent need and should be addressed by the multilateral organizations created for the Amazonian sustainable development.

Key words: aquarium trade, governance, frontiers, common-pool resources, institutional diversity, Amazon.

4.1 Introducción

El manejo y la gobernanza de recursos de uso común transfronterizos han sido de gran interés para los estudiosos de derecho internacional, los académicos y los administradores de los recursos naturales (Hart, 2009), y el manejo de recursos pesqueros compartidos es uno de los más grandes desafíos hacia el manejo sustentable de pesquerías (Munro *et al.*, 2004). Cuando un stock pesquero es compartido entre varios países, el complejo de normas e instituciones que gobiernan su explotación resultan en una matriz compleja de relaciones políticas, económicas y sociales, que podrían afectar el destino del recurso (Bailey *et al.*, 2010; Sumalia, 1999). La complejidad de tal gobernabilidad aumenta cuando las políticas de manejo entre los países no están armonizadas y cuando los stocks son altamente móviles.

En situaciones cuando el objetivo de pesca es poco móvil, la tasa de explotación de una de las partes puede no tener un efecto negativo sobre las demás partes (Munro, 1987; Gulland, 1980). En este caso, los programas de monitoreo coordinado no son siempre necesarios o deseables, ya que esto requeriría que los países involucrados incurran en costos que no van a generar beneficios económicos significativos (Munro *et al.*, 2004). No obstante, se recomienda una cooperación pasiva de tipo científico para el intercambio de información (Munro *et al.*, 2004; Gulland, 1980). Ahora bien, los problemas se agravan cuando los stocks pueden fácilmente cruzar las fronteras y se transfieren consecuencias económicas por la mala gestión de uno de las partes al la(s) otra(s).

La cuenca del Amazonas es un vasto y complejo sistema acuático, que es hogar para más de 2.500 especies ícticas y un proveedor importante de peces dulceacuícolas salvajes para el consumo local y regional, como también para el comercio de peces ornamentales para el millonario negocio de los acuarios (Junk *et al.*, 2007). Muchas de las pesquerías de la Amazonia son transfronterizas, por el hecho de ser un bioma (6,5 millones de km² comprendiendo el ~40% de Suramérica) que comparten nueve países. Pero no sólo los peces sino también los pobladores locales son altamente móviles, dada su tradición semi-nómada de vivir, situación que se favoreció con la popularización de los botes a motor en los años 1960's (Pantevis, 2013). Para la escala de la Amazonia y entre su selva tropical exuberante, las fronteras no son sólo más que conceptos abstractos para sus habitantes y para algunos de los recursos de los cuales dependen. Sin embargo, los países dueños de la Amazonia han realizado pocos esfuerzos para monitorear o desarrollar políticas de manera conjunta para ordenar la explotación de los recursos pesqueros, a pesar de que esto es uno de los factores que amenazan la sustentabilidad de los recursos en dicha región (Cook *et al.*, 2012; Barletta *et al.*, 2010; Valbo-Jørgensen *et al.*, 2008).

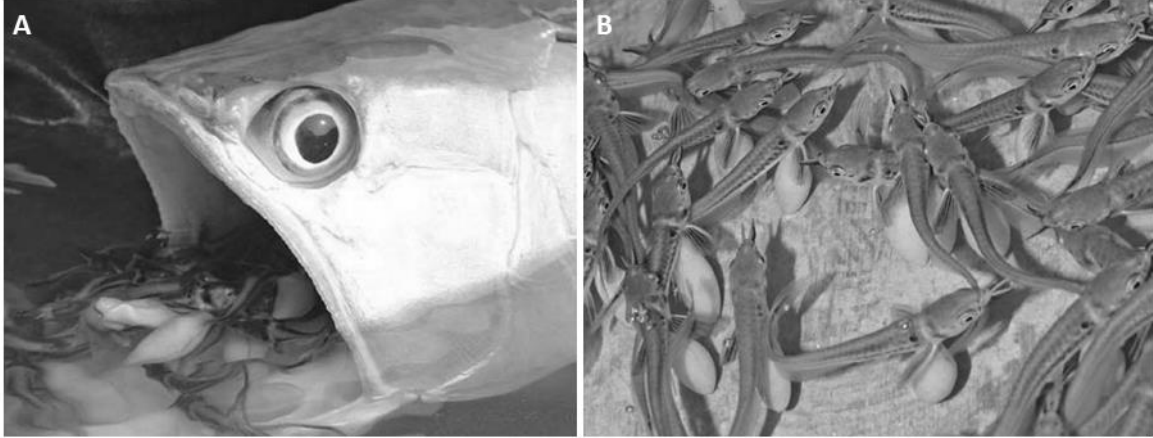
La pesca ornamental ha sido poco estudiada en la Amazonia a pesar de su relevancia económica (Lasso *et al.*, 2011; Moreau y Coomes, 2007). Esta pesquería se caracteriza por ser altamente temporal, espacialmente difusa, comercialmente compleja (debido a las altas tasas de mortalidad y a que los precios dependen de las características fenotípicas de los ejemplares) y en consistir de muchas especies que están sujetas a rápidos cambios de su demanda en el mercado. Entre esas especies ornamentales se encuentra la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), el pez más importante en términos de ganancias totales y popularidad en el

mercado internacional de los acuarios (Guzmán y Lasso, 2014; Moreau y Coomes, 2007, 2006). Su alta demanda para propósitos ornamentales se debe a valor místico y sagrado en algunos países asiáticos, en donde es comercializadas como el “pez dragón”.

La arawana es una especie que empieza a reproducirse cuando alcanza los 40-60 cm de longitud, puede crecer hasta un metro y vivir hasta 14 años (Ruiz *et al.* 2010), pero ha sido altamente explotada para el negocio de los acuarios en su estado larval desde 1950’s, ofreciendo empleo temporal a los habitantes locales (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Lima y Prang, 2008; Moreau y Coomes, 2007) (Figura 4-1). Por ejemplo, en el oeste de la Amazonia, alrededor de 10.000 personas viven de esta pesquería, amenazando algunas de sus poblaciones salvajes (Moreau y Coomes, 2007). La amenaza se debe principalmente por los métodos de captura, los cuales consisten en sacrificar a los machos progenitores para así poder recolectar las larvas que estos llevan en su boca (Moreau y Coomes, 2007). De hecho, varios stocks de arawana ya han sido completamente agotados en Colombia, haciendo que los intermediarios de este negocio crucen las fronteras para comprar alevinos en Brasil, donde la pesca de esta especie para fines ornamentales esta prohibida (Guzmán y Lasso, 2014; Lima y Prang, 2008). A pesar de que la arawana es una especie poco móvil y que vive en lagos de varzea (Galvis *et al.*, 2006), su pesquería representa un caso de estudio ya que involucra varios aspectos de manejo que los países vecinos deben afrontar, como por ejemplo las diferencias en las perspectivas y en las políticas nacionales para su manejo (Sumalia, 2005), y las fuerzas del mercado internacional y la demanda del negocio de los acuarios.

En la mayoría de los países latinoamericanos el manejo de las pesquerías se realiza mediante una aproximación top-down, ignorando aspectos de tipo ecológico, social y político (Castello *et al.*, 2007; Ruddle y Hickey, 2008). Por otro lado, los pescadores pueden esconderse fácilmente en la planicie inundable o cruzar las fronteras atravesando los múltiples canales secundarios, haciendo que las políticas existentes sean de cierta forma obsoletas. En tal contexto, si existe una necesidad de manejo, es necesario entender las interacciones ente los diferentes actores involucrados a diferentes escalas (Berkes, 2006), como también el contexto socioeconómico, político y ambiental de la pesquería (Ostrom, 2007). El objetivo del presente estudio fue proveer un panorama de los resultados social-ecológicos y las implicaciones para el manejo por tener diferentes políticas publicas entre los países, utilizando la pesquería transfronteriza de la arawana ornamental como caso de estudio. Mediante esto, este estudio espera proveer una de las primeras luces hacia el manejo de una importante pesquería compartida en la Amazonia y facilitar el camino para futuras discusiones que contribuyan a mejorar la gobernabilidad de los recursos acuáticos transfronterizos.

Figura 4-1: Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). (A) Macho progenitor con crías en la boca. (B) estado larval que compran los comerciantes²⁹.



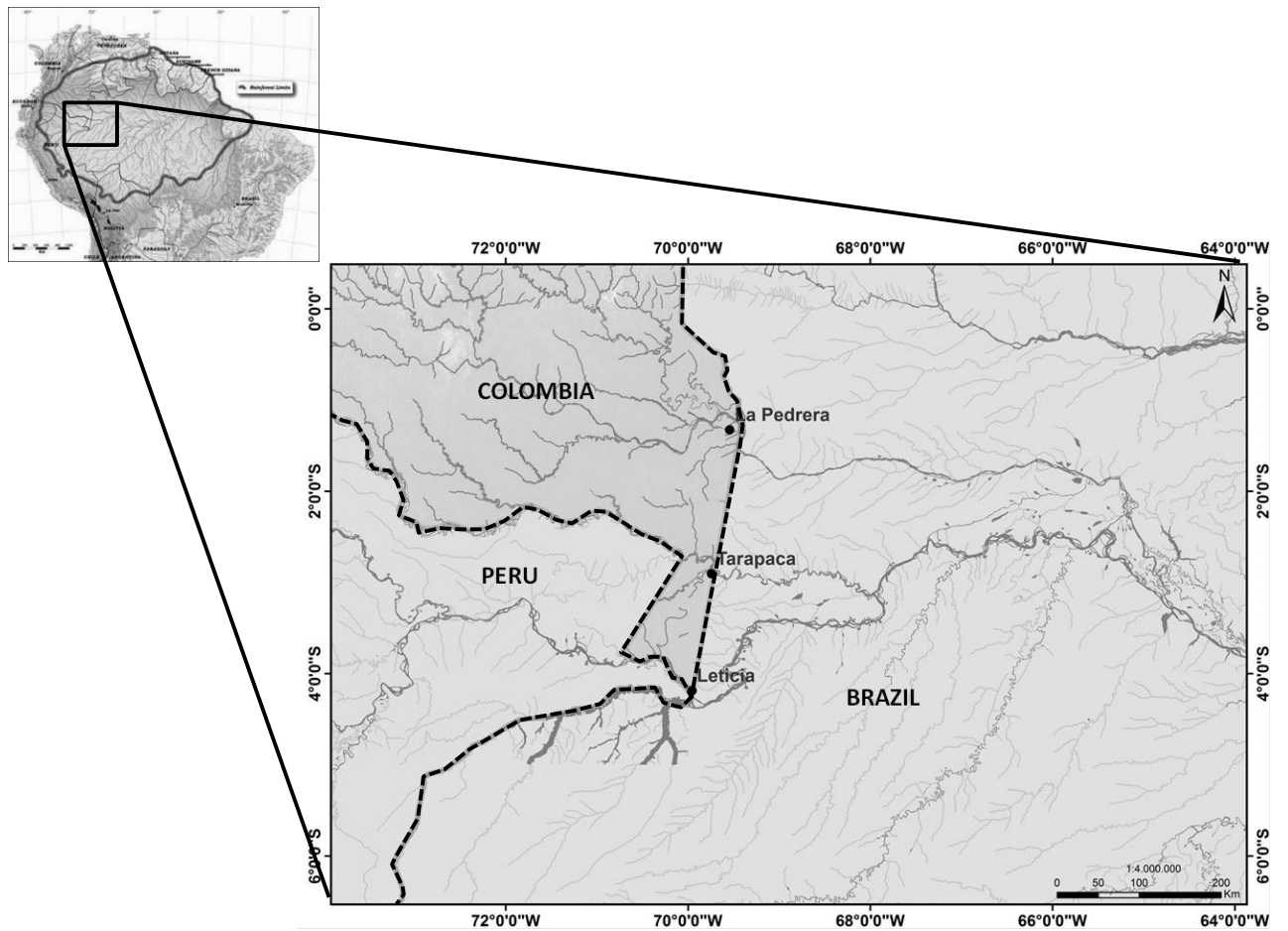
4.2 Métodos

4.2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en el noroccidente de la Amazonia, en tres localidades fronterizas entre Colombia, Brasil y Perú (Figura 4-2). El primer sitio fue la ciudad colombiana de (i) Leticia, con menos de 40.000 habitantes, ubicada en el medio río Amazonas (río Solimões en Brasil). Leticia bordea Perú (poblado de Santa rosa) por el sur y a Brasil por el este (ciudad de Tabatinga). Santa Rosa tiene aproximadamente 2.500 habitantes y Tabatinga aproximadamente 60.000 habitantes. Ambos, Leticia y Tabatinga, posee aeropuertos con vuelos diarios. La segunda localidad es la de (ii) Tarapacá, un poblado colombiano con menos de 2.000 habitantes, ubicado en el medio río Putumayo (río Içá en Brasil). Este poblado bordea el Brasil en el este y queda a 80 km aguas debajo de la frontera colombo-Peruana. La tercera localidad es (iii) La Pedera, un poblado colombiano con menos de 2.000 habitantes, ubicado en el medio río Caquetá (río Japurá en Brasil), el cual bordea el Brasil en el este. Tarapacá y La Pedrera son mucho más aisladas que Leticia, recibiendo únicamente vuelos semanales desde Leticia con pocos pasajeros.

²⁹ Fotos tomadas de: (Bonilla-Castillo and Agudelo, 2012)

Figura 4-2: Noroccidente de la cuenca del Amazonas (o sur de Colombia). Puntos negros indican las localidades de estudio: Leticia, en el medio río Amazonas (o Solimões en Brasil); Tarapacá, en el medio río Putumayo (o Iça en Brasil); y La Pedrera, en el medio río Caquetá (o Japurá en Brasil)



4.2.2 Recolección de datos

Dado que el presente estudio hace parte de un proyecto de investigación más amplio, se utilizó la Evaluación Participativa Participativa – PRA (Participatory Rural Appraisal) como estrategia metodológica (Chambers, 1994). Específicamente para el presente capítulo, la información se obtuvo de una variedad de métodos como la revisión de fuentes secundarias, la observación directa de la pesquería ornamental de arawana, entrevistas a profundidad con informantes claves y grupos de discusión con los pescadores durante talleres de cartografía local. Por lo tanto, aquí se presenta información cualitativa que considere clave para entender los principales preocupaciones sociales, ecológicas, económicas y políticas que afectan el estado y el manejo de la arawana en la Amazonia.

Específicamente, con la revisión de las fuentes secundarias, se obtuvieron todas las políticas desarrolladas por cada país (Colombia, Perú y Brasil) para la pesquería de la arawana. Para Colombia, se obtuvo también información del volumen total comercializado en el mercado regional (departamento del Amazonas) y en las exportaciones. No se pudo acceder a esta información para el Perú y para Brasil, este pez no puede ser comercializado legalmente vivo para el mercado de los acuarios. También se realizaron un total de 150 entrevistas a profundidad a 28 pescadores, 17 comerciantes intermediarios, ocho expertos locales y seis trabajadores públicos involucrados en el manejo de la pesquería en las tres localidades seleccionadas durante el 2013, 2014 y 2015. Todas las entrevistas consistieron de una serie de preguntas abiertas las cuales indagaban sobre los posibles conflictos entre los diferentes actores involucrados en el manejo de la pesquería de arawana, haciendo énfasis en el hecho de que las políticas de manejo de los tres países no se encuentran armonizadas. Las entrevistas con pescadores e intermediarios específicamente indagaban sobre aspectos de la dinámica de la pesquería de arawana en la Amazonia, con el propósito de entender la relación entre la época de reproducción de este pez y características ambientales. Las entrevistas fueron grabadas o escritas en un cuaderno de campo. No se presenta la información de las entrevistas de forma cuantitativa, sino únicamente fragmentos de estas para ilustrar el punto de vista de la mayoría de los entrevistados sobre temas específicos. También se observó la temporada de pesca ornamental de arawana en el 2014 y 2015 (febrero-junio) en el medio río Putumayo y se rastreó la cadena de valor para obtener información sobre los volúmenes comercializados por los intermediarios, la actividad de post-captura y para observar como el negocio de los peces vivos para acuarios funciona en general. Los volúmenes comercializados mencionados por los comerciantes intermediarios fueron confirmados con las entrevistas realizadas a los pilotos de los vuelos chárter contratados.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Políticas de manejo de Colombia, Perú y Brasil para la pesquería de arawana

Colombia, Brasil y Perú han realizado algunos intentos iniciales de colaborar en temas transfronterizos en el área de estudio en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica de 1978. Sin embargo, tales intentos se han enfocado principalmente en otros temas no relacionados con los recursos pesqueros, como el control del tráfico de drogas, la minería ilegal y el desarrollo de proyectos productivos para los habitantes. La pesquería de grandes bagres ha sido la única pesquería que a recibido alguna atención recientemente en las reuniones locales entre expertos de los tres países. Esto debido a que los grandes bagres se encuentran dentro de las especies comerciales de mayor importancia para la región, para el mercado de consumo nacional y por sus complejos ciclos de vida, ya que estos realizan grandes migraciones a lo largo de la cuenca del Amazonas (Agudelo *et al.*, 2006; FAO, 2000).

La políticas públicas para regular la pesquería de arawana hasta el momento se ha realizado únicamente a niveles nacionales (Tabla 4-1, Figura 4-3), lo que es un problema para el manejo de un recurso pesquero compartido y transfronterizo. En Colombia, la pesca de arawana para fines ornamentales se reguló por primera vez en 1976 con una norma que permitía su captura en estado de alevino. Después, en 1990s, debido a las preocupaciones de los expertos sobre el estado población de la arawana, la autoridad ambiental y pesquera del momento realizó dos estudios (Pinto, 1997; Sánchez *et al.*, 1996) que resultaron en el establecimiento de vedas para la especie en los tres principales ríos amazónicos (ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá), no sin antes consultar con los comerciantes y exportadores de este pez. Las entrevistas realizadas a la autoridad pesquera de aquel momento y los expertos locales involucrados en las decisiones de manejo, indicaron que los estudios biológicos recomendaban una fecha específica (1 de noviembre de al 15 de abril) que fue alterada (1 noviembre al 15 de marzo) debido a la presión por la Asociación de Exportadores Colombianos de peces tropicales. La autoridad pesquera de Colombia también estableció una cuota de 484.000 unidades en 2011 y después aumento a 625.000 unidades en 2104 (Tabla 4-1).

Brasil mientras tanto prohibió completamente la pesca de alevinos de arawana para fines ornamentales (Table 4-1). La arawana en ese país sólo puede ser capturada para el consumo, comprendiendo la quinta especie desembarcada en 2003 en los principales puertos brasileros de la Amazonia (Amaral y Arantes, 2008). Además de esta restricción, la arawana posee una veda de 4 meses que esta fija para todo el norte de la amazonia brasilera. Durante este periodo, los pescadores asociados reciben un subsidio del gobierno para compensarlos por sus perdidas económicas (Almeida *et al.*, 2014). Mientras este subsidio que reciben los pescadores brasileros puede que no esté previniendo la explotación de la arawana (Almeida *et al.*, 2014), ciertamente si ejerce presión sobre los países vecinos de cerrar temporalmente la pesquería. Como un funcionario de la autoridad pesquera dijo “*los pescadores, al ver lo que hace el Brasil, esperarían una recompensa similar, y esto esta fuera del alcance de nuestra institución*” (Leticia, 8 de abril de 2013).

Perú por su lado, no había establecido ninguna estrategia de manejo hasta el 2013, cuando su gobierno estableció una veda para la arawana en el río Putumayo, basándose en el ciclo

reproductivo de la especie para la zona (Tabla 4-1). La investigación biológica peruana sugirió la veda desde finales de diciembre hasta el quince de abril, es decir, esta terminaría un mes después de la veda colombiana, ya que ésta fue modificada para satisfacer los intereses del mercado y no los biológicos. No obstante, el pescado que sale del Perú no necesariamente proviene de ese país. Las entrevistas indicaron que hasta el 2013, los intermediarios peruanos recolectaban alrededor del 50% de las arawanas en lugares del río Putumayo en Colombia, sin permiso de las autoridades colombianas. Esto por su parte, ponía a los intermediarios colombianos en desventaja en relación a sus homólogos peruanos. Los intermediarios colombianos deben pagar un permiso a la autoridad pesquera para poder comercializar legalmente el pescado, mientras que los peruanos que recolectaban los peces en Colombia simplemente cruzaban la frontera para vender el pescado desde Perú.

Por otro lado, los intermediarios colombianos argumentan que los costo de transporte de ellos es mayor que el de los peruanos. Mientras los colombianos que recogen pescado en Tarapacá o La Pedrera deben pagar por dos vuelos aéreos hasta llegar a la ciudad donde pueden acceder a un aeropuerto internacional (donde las firmas exportados de peces vivos operan), los peruanos pagan únicamente un vuelo para lograr el mismo propósito.

Los intermediarios colombianos creen que los peruanos Cruzan la frontera porque sus lagos están sobreexplotados debido al uso de técnicas de pesca nocivas como las redes bolicheras. Como un pescador mencionó *“La arawanas en Perú se acabaron, porque allá usan bolicheras [red que no discrimina entre especies]. Por eso ellos ahora tienen una veda, por eso, ahora vienen a este lado de Colombia en busca de arawanas. Aquí hay muchas. Otra cosa que nos favorece es Brasil, porque ellos nos proveen de arawana. El día que Brasil legalice la arawana [para propósitos ornamentales] estamos perdidos, nos tenemos que retirar del negocio, porque ellos son exportadores directos [refiriéndose a que los costos de transporte de ellos son mucho menores que para ellos]”* (Tarapacá, 18 de marzo de 2014). Los intermediarios colombianos justifican cruzar la frontera con Brasil para pagar menos por la arawana dado la presencia de peruanos en su propio país. Como uno de ellos abiertamente dijo *“ Yo voy a Brasil a conseguir pescado...pero no porque aquí [en Colombia]haya sobrepesca, sino porque últimamente los peruanos son más fuertes en esto [el comercio de peces de vivos] y porque allá se consigue arawana a mejor precio. Es la competencia la que nos hace ir a Brasil y arriesgarnos, porque allá es prohibido”* (La Pedrera, 8 de febrero de 2013).

En 2012, los intermediarios colombianos convocaron a una reunión con las autoridades colombianas (Policía y Armada nacional) y los pescadores para controlar el comercio de arawana por peruanos en Colombia. En la reunión las autoridades explicaron que los pescadores deberían parar de vender a los intermediarios peruanos, a lo que estos contestaron que seguirían haciéndolo ya que estos pagaban hasta el doble por cada unidad. Los pescadores y los administradores del recursos son consientes de que las autoridades colombianas no tienen la capacidad institucional para patrullar el área.

Cuando la veda del Perú entró a funcionar en 2014, debido a las bajas cantidades de pescado que lograron recolectar en comparación con los años pasados, los intermediarios y exportadores hicieron la reclamación ante el Ministerio de Producción del Perú, para que se pusiera la veda al igual que la veda de Colombia, la cual termina un mes antes de la peruana. En 2014, la temporada de arawaneo empezó antes de lo usual (ver capítulo 2), por ende los

peruanos no pudieron comprar la mayoría de la producción de alevino. El Ministerio de Producción del Perú acató esta solicitud, mostrando una vez más como los intereses del mercado son más importantes que las recomendaciones de los expertos a la hora de establecer vedas. Por otro lado, también es cierto que esta especie y los peces de la Amazonia en general, tienen periodos de reproducción altamente variables de acuerdo con el ciclo hidrológico de los ríos (ver sección 4.3.2.) y que la mayoría de los estudios realizados por las instituciones del Estado se basan en pocos años de datos.

Tabla 4-1: Políticas de manejo históricamente desarrolladas para regular la pesquería de arawana en Colombia, Brasil y Perú.

País	Año	N° y nombre	Institución	Descripción
	1976	Resolución N°0706	Instituto Nacional de Recursos Naturales (INDERENA)	Autoriza la explotación y comercialización de alevinos de arawanas para propósitos ornamentales.
	1996	Acuerdo 018/1996	Instituto de Pesca y Acuicultura (INPA)	Veda entre el 1 de noviembre y el 15 de marzo para el río Caquetá
Colombia	1997	Acuerdo 005/1997	Instituto de Pesca y Acuicultura (INPA)	Veda del 1 de septiembre al 15 de noviembre para el río Amazonas y del 1 de noviembre al 15 de marzo para el río Putumayo
	2011	Documento técnico de cuotas globales de pesca para 2012	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER)	Cuota de 484,000 unidades
	2014	Resolución N°00334 of 2013	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Cuota de 625,000 unidades
Perú	2013	Resolución N°366-2013	Ministerio de Producción	Veda del 28 de diciembre al 15 de abril para el río Putumayo*

País	Año	N° y nombre	Institución	Descripción
	1992	Directiva no. 22	Instituto de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA**)	Prohíbe la pesca de arawana para fines ornamentales
	2001	Normativa Instrucción no. 01 de 2001	Instituto de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA)	Establece talla mínima de captura de 44 cm.
Brasil***	2005 & 2007	Normativa Instrucción no. 43 de 2005 & Directiva N° 48 de 2007****	Instituto de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA)	Veda del 15 de noviembre al 15 de marzo Prohíbe la captura, transporte, comercialización, acopio y aprovechamiento durante la veda
	2004	0695/2004	Instituto de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA)	Prohíbe el transporte de juveniles de arawana (<i>Osteoglossum</i> spp.) en territorio brasilero y de ser realizado por nacionales o extranjeros es un crimen.

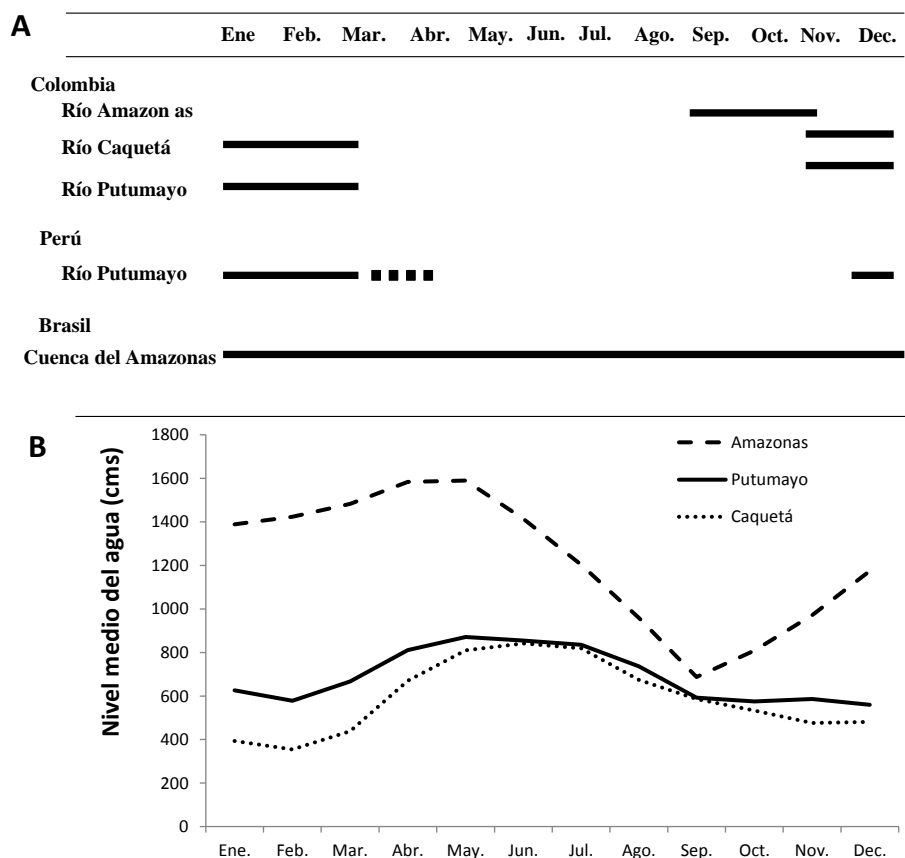
*Norma valida solo para la temporada de arawaneo del 2014. En 2015, debido a las quejas de los comerciantes, la veda se armonizó con la colombiana, la cual finalice el 15 de marzo.

** IBAMA permitió una cuota de 300,000 unidades de alevinos de arawana para propósitos experimentales entre el 2002 y 2004. (Decreto IBAMA/Gerex-AM N°1, junio 7 de 2002).

***Las normas de manejo brasileras varían entre los estados federales.

**** Esta norma consiste de una veda para varias especies ícticas.

Figura 4-3: (A) Periodos de veda para la arawana en diferentes ríos de la cuenca del Amazonas, como han sido establecidas por las normas de Colombia, Perú y Brasil. (B) Valor medio del nivel del agua (cm) entre 2003-2013 de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá.



Mientras se podría argumentar que las leyes existente no son efectivas o coordinadas entre los países y que son fácilmente ajustad para satisfacer el mercado, la indiferencia con respecto a dichas normas sólo podría empeorar la situación. Durante la temporada del 2014, 300.000 unidades de arawanas fueron recolectadas y comercializadas en el medio río Putumayo , de los cuales alrededor del 83% provenían de sitios de pesca colombianos y el 17% fueron capturados ilegalmente en sitios de pesca brasileiros. Del volumen total recolectado, el 17% fue comercializado por peruanos (ilegalmente) y el 83% por colombianos a los exportados de cada país respectivamente. Esto indica que sólo Tarapacá, movilizó el 40% de la cuota total que existe para Colombia. El volumen movilizado por Leticia y La Pedrera no fue registrado, pero las entrevistas indicaron que el 80% de comercializadas por Leticia proveían de sitios en Brasil y el 20% de sitios en Perú, y que el 100% de las unidades comercializadas por La Pedrera provenían de sitios en Brasil. Aproximadamente, esto quiere decir que el 50-60% de las arawanas que exporta Colombia provienen ilegalmente de Brasil. Esto sugiere que las cuotas

las prohibiciones de los países y las fronteras para el mercado significan poco para esta pesquería.

Durante el 2015, se registraron 80.000 unidades de arawana comercializadas en el medio río Putumayo-Iça por los intermediarios colombianos y peruanos hacia las firmas exportadoras en Bogotá. No fue posible registrar el volumen comercializado por peruanos ni el monto total de pescado proveniente de Brasil para este año. Las diferencias en el volumen total comercializado entre los dos años se deben a fluctuaciones naturales, como se explica más abajo (sección 4.3.2). En general, la falta de diálogo entre los países amazónicos hacia un manejo colaborativo ha resultado en diferencias históricas sobre la visión de cada país sobre lo que es mejor para la pesquería (propósitos ornamentales para el Perú y Colombia, y de consumo para Brasil). Como resultado de esto, algunas poblaciones de arawana están siendo sometidas a una doble explotación, es decir que son capturadas tanto a nivel de reclutamiento como a nivel de crecimiento. También, tal falta de comunicación entre los países han resultado en vedas ineficientes, dado que los pescadores fácilmente pueden evadir las restricciones y cruzar las fronteras. Por ende, la falta de un manejo colaborativo entre los países es un factor importante que amenaza la sustentabilidad de ésta pesquería en el largo plazo.

4.3.2 Normas de manejo y el ciclo hidrológico: la relación entre la heterogeneidad ambiental, la temporada de “arawaneo”, las normas de manejo y el mercado

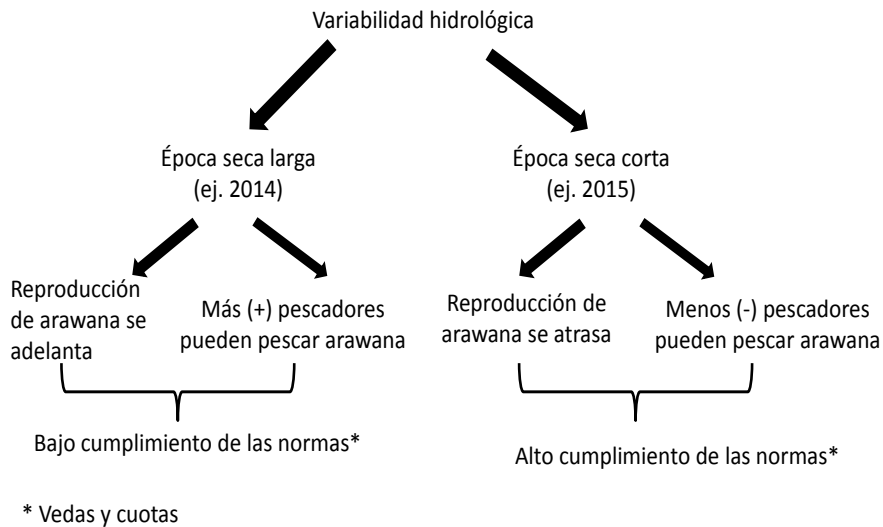
Las capturas de alevinos de arawana en realidad dependen de factores naturales como el comportamiento (duración e intensidad de la *época seca* del río, es decir, cuando este se encuentra en aguas bajas) hidrológico del río, ya que esto afecta directamente el número de pescadores activos y además gatilla la temporada de reproducción de la especie (Figura 4-4). Los pescadores activos incluyen a pescadores profesionales y oportunistas. Los pescadores profesionales son aquellos que utilizan arpón y que se especializan en la pesca de arawana, es decir, todos los años esperan esta temporada y su dedicación es exclusiva a esta actividad. Los pescadores ocasionales por su lado, son aquellos que pescan arawana de manera oportunista, por lo general utilizando mallas y durante la época de aguas bajas. Por lo tanto, en épocas en que el periodo *seco* del río es más largo de lo usual, se puede observar hasta tres veces más pescadores dedicados a la captura de alevinos de arawana, como fue observado en el año 2014. Durante este año, la duración del periodo *seco* del río duró aproximadamente 2-3 semanas (en vez de una semana como en el 2015) y el agua del río subió lentamente, dándole más chance a los pescadores oportunistas de pescar arawana.

Contrariamente, una “buena temporada” de arawaneo para los pescadores y comerciantes operando ilegalmente en Brasil, es cuando el río tiene sus aguas altas, ya que pueden evadir más fácilmente las autoridades ambientales brasileras, escondiéndose en la planicie inundable y puede cruzar fronteras por los *furos* o canales secundarios del río. De ser interceptados por la policía brasilerá, los pescadores e intermediarios perderían todo su pescado y equipos de

pesca, quedando endeudados con sus patrocinadores o los exportadores (ver sección 4.3.4). A pesar de que varios de ellos han sido cogidos por la policía brasilera varias veces, continúan tomando el riesgo debido a que ya tienen establecidos sus redes de trabajo a lo largo de los ríos y fronteras.

La veda de Colombia pretende proteger el primer 1/3 de la temporada de reproducción de la arawana, la cual sólo se controla apropiadamente en los pueblos con aeropuerto. Mientras los canales principales de los ríos son poco patrullados, la pesca en lagos de varzea es básicamente imposible de controlar. Durante la veda, los comerciantes intermediarios se refugian en resguardos indígenas (ver capítulo 3) o se esconden en el bosque hasta que ésta haya terminado. Esto es posible, ya que los alevinos de arawana pueden mantenerse en bolsas con agua hasta 45 días (siempre y cuando se les cambien el agua diariamente), hasta que los peces absorben su saco vitelino. Por lo tanto, durante los años en que la temporada de reproducción de la arawana ocurre antes de lo usual (ej. 2014), el volumen de arawanas pescadas ilegalmente fue mayor (Figura 4-4). Por esta razón, la mayoría de pesadores, intermediarios, trabajadores públicos y los expertos locales opinan que las vedas en la Amazonia deberían ser flexibles, para evitar conflictos y aprovechar la pesquería sin que se produzca un sentimiento de injusticia.

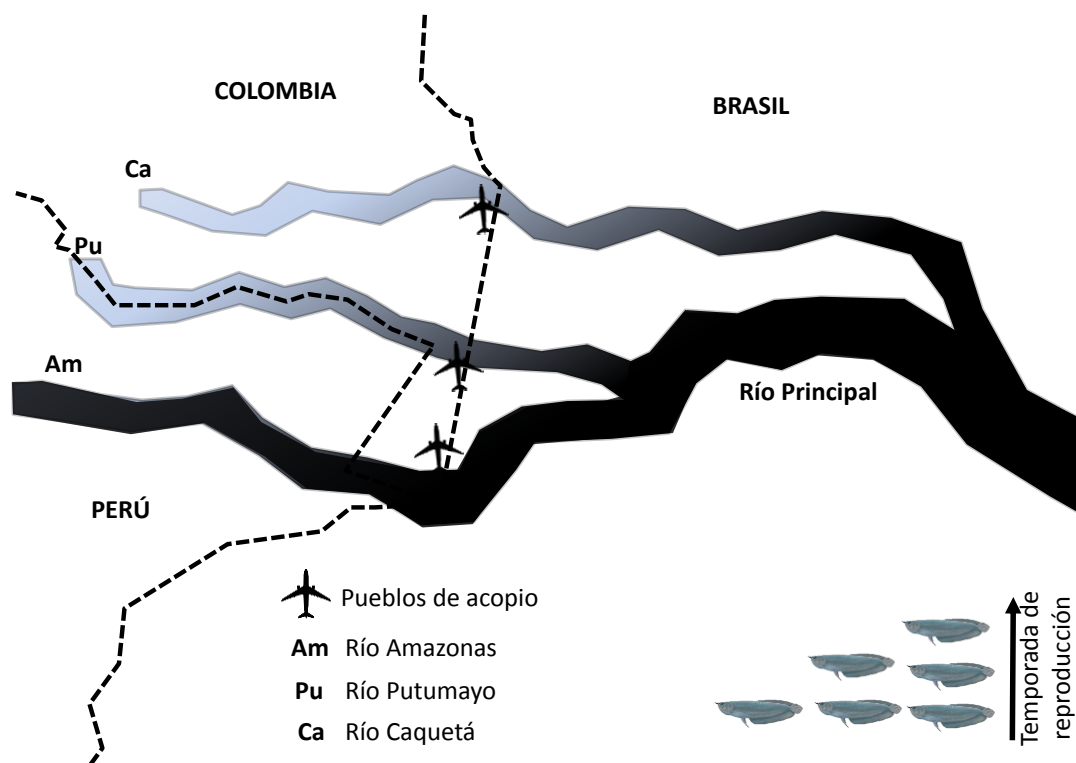
Figura 4-4: Sistema socio-ecológico y su relación con el ciclo hidrológico.



Adicionalmente, las entrevistas a pescadores e intermediarios indicaron que la temporada de reproducción de arawana no se sincroniza a lo largo de los principales ríos (ej. Amazonas, Putumayo y Caquetá). La información obtenida es que la temporada de arawaneo empieza primero en la parte baja de los ríos Putumayo y Caquetá, siendo influenciado por el río

Amazonas, cuyas aguas ascienden primero, y a partir de ahí progresa aguas arriba (Figura 4-5). Por lo tanto, los pescadores e intermediarios que dependen exclusivamente de esta pesquería, viajan a lo largo de los principales ríos a lo largo del año, evadiendo las vedas de Colombia establecidas para cada río. Estos resultados sugieren que las vedas para la arawana deberían ser desarrolladas para diferentes sectores del río (ej. parte alta, media y baja) y que un sistema de Cuotas Individuales Transferibles (ITQ) para intermediarios operando en cada sección del río, podría ser una alternativa para su manejo. Tales ITQ deberían ser adaptativas, basadas en un programa anual de monitoreo que incluya el control del número de pescadores activos y sus capturas por sección del río. Tales vedas y cuotas funcionarían si los países que comparten la pesquería homologaran sus vedas para dichas secciones del río y si comparen la información relacionada con los volúmenes totales comercializadas por casa tramo y por cada país.

Figura 4-5: Diferencias entre la temporada de reproducción de arawana a lo largo de los principales ríos y sistemas de lagunas de acuerdos con el pulso de inundación. El continuum de negro (primero) a gris (último) indica el flujo de la temporada de arawaneo.



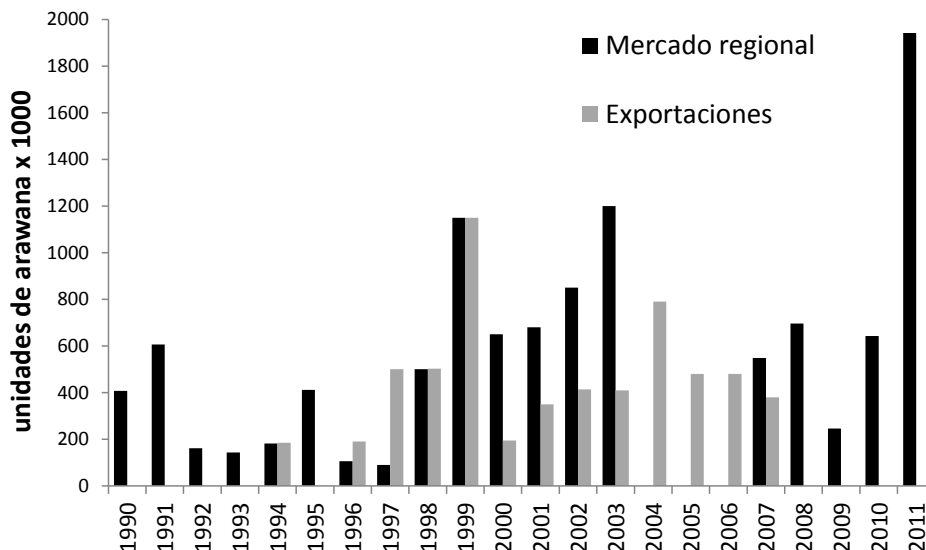
4.3.3 El comercio de arawana y los cambios históricos de sus áreas de pesca

Colombia registra información sobre el comercio de peces ornamentales a nivel regional e internacional. Sin embargo, tal información no se encuentra integrada, carece de estandarización y posee interrupciones a lo largo de los años debido a múltiples cambios de la autoridades pesquera (Tabla 4-1), lo cual sigue un bajo compromiso por parte del gobierno colombiano con el sector pesquero. Por lo tanto, la información sobre los volúmenes de arawana comercializados dentro de Colombia y las exportaciones analizadas por el presente estudio, combinan información obtenida de la autoridad pesquera y varios documentos científicos y literatura gris.

Encontramos que el número de arawanas comercializadas por Colombia es relativamente estable desde 1990s (Figura 4-6), lo cual no necesariamente implica stocks pesqueros estables. Los resultados pueden llevar a conclusiones erróneas, ya que el ámbito de la pesca ha cambiado probablemente por la sobreexplotación de los sitios de pesca originales (Guzmán y Lasso, 2014). Las capturas pueden mantenerse estables a expensas de incluir nuevos sitios de pesca para reemplazar los sobreexplotados (Kleisner *et al.*, 2014). Si en el pasado, el riesgo de sobreexplotación era un problema a ser discutido a niveles nacionales, ahora es claramente un problema internacional, dado que los sitios de pesca brasileros ahora suplen parte de la producción colombiana ilegalmente (Guzmán y Lasso, 2014; Lima y Prang, 2008).

Además de lo anterior, a pesar de que la mortalidad de los peces ornamentales durante el proceso de acopio y transporte es algo esperado, para los años 2000-2003 y 2007 las diferencias entre el volumen comercializado regionalmente en relación al volumen exportado, es mayor a lo esperado (Figure 4-6). Moreau y Coomes (2007) estimaron que en el Perú los comerciantes de peces vivos reportan valores 20-40% por debajo del número real de peces comercializados. Un porcentaje similar ($24 \pm 18\%$, $n=3$) fue observado por los comerciantes colombianos durante el presente estudio. A la fecha, al parecer no se han realizado esfuerzos serios para recolectar información biológica del número real de peces extraídos del medio, sus tasas de mortalidad o información precisa del comercio de estos peces en Colombia o en Perú.

Figura 4-6: Unidades de arawana comercializadas regionalmente por la Amazonia colombiana y unidades exportadas por Colombia entre 1990-2011.³⁰



Acuerdos informales entre los intermediarios y los Pescadores Colombianos o Peruanos con *fazenderos* brasileros que poseen lagos dentro de sus propiedades mantienen la explotación ilegal de la arawana en Brasil. El precio pagado por un grupo de pescadores a un *fazendero* brasileros para pescar en su lago se encuentra alrededor de \$4,400 USD (1,0 USD = 2,24 BRL, tasa de cambio, 22 abril 2014,), del cual pueden extraer ~30.000 alevinos de arawana que valdrían más de \$13,300 USD. Los incentivos para no cumplir con las leyes son altos, ya que las ganancias por capturar una camada de arawana es 16 veces mayor a lo que se ganaría por pescar la arawana adulta para el consumo en Brasil (119±42 alevinos por macho progenitor, n=425). Tales discrepancia en el precio y las dificultades de fortalecer las normas existentes en lugares aislados hacen que las autoridades brasileras en estas comunidades distantes ignoren esta explotación ilegal en beneficio a los pescadores locales.

Las entrevistas indicaron que los Pescadores a lo largo del río Putumayo pararon completamente de pescar arawana comercialmente para el consumo hace cinco años atrás y los intermediarios declararon que desde entonces, las poblaciones de arawana se han recuperado. Un intermediario peruano mencionó que “*si hacen [el gobierno] una veda total de la arawana, la arawana se acaba, porque los pescadores comenzarían a venderla seca-salada como antes. Un kilo de seco-salada se vende a 5.000 pesos mientras que una camada son*

³⁰ Información del mercado regional obtenido de: Sánchez *et al.* (1996) para los años 1990-1996; Bonilla-Castillo y Agudelo (2012) para los años 1997-2003; y de la oficina de la AUNAP en Leticia datos para los años 2007-2011. Información de las exportaciones obtenidas de: CCI (2009) para los años 1994, 1996, 1997, 2001, 2005-2007; y de Mancera y Álvarez (2008) para los años 1998-2000, 2002; y de Bonilla-Castillo y Agudelo (2012) para los años 2003, 2004.

150.000 pesos” (Tarapacá, 11 de abril 2014). Los intermediarios también culpan a los barcos de pesca comercial brasileros (20-30 toneladas de capacidad) de ser los más nocivos para la especie, ya que estos operan todo el año “*dejando los lagos rojos* [debido al color del seca vitelino de los alevinos] *de arawanitas...*” (La Pedrera, 20 de junio 2013). La arawana es la tercera especie desembarcada en Tefé, una ciudad brasilerica ubicada a 600 km del sitio de estudio, y es uno de los peces más populares en el mercado local y nacional con un aumento en su demanda debido a su desempeño en el mercado (Amaral y Arantes, 2008). Sin embargo, entre 2000-2005 la biomasa total de arawanas desembarcadas en Tefé disminuyeron (Amaral y Arantes, 2008). Aquí la pregunta central es si el comercio ilegal de arawana para fines ornamentales que son capturadas con arpones y redes bolichera, o si los barcos de pesca comercial con sus enormes redes de arrastre, son los responsables de las bajas en los desembarques en aguas brasileras. Quizás es el resultado de la ocurrencia de las dos actividades en los mismos sitios de pesca que no le dan un chance a la población de recuperarse, hecho que valdría la pena investigar.

Una alternativa para aliviar la problemática de las diferencias en las políticas entre estos países, sería que el Brasil permitiera la pesca de arawana para fines ornamentales entre los ríos Iça-Japurá-Solimões, si estudios biológicos soportan la sustentabilidad de tal actividad. Ahora bien, permitido esto o no, tal pesca ha venido ocurriendo en la región por al menos dos décadas (Lima y Prang, 2008), por lo tanto es una cuestión de seguir pretendiendo que no esta ocurriendo o trabajar para un solución común y sustentable.

4.3.4 El comercio de peces vivos

Los peces de acuario son una de las mascotas más populares en el mundo, haciendo florecer una industria global dependiente en un 90% del agua dulce (Moreau y Coomes, 2007). A pesar de que la mayoría de estos peces son reproducidos en cautiverio (Bartley, 2000), hay una creciente preocupación del estado de algunas poblaciones salvajes vulnerables a la sobrexplotación (Andrews, 1990; Moreau y Coomes, 2006). Muchos peces extraídos del medio natural para propósitos ornamentales provienen de la cuenca del Amazonas debido a su excepcional biodiversidad.

La pesca ornamental en la Amazonia, como la mayoría de las pesquerías comerciales en esta región, se rige en un sentido top-down en la cadena de valor. Primero, los exportadores transfieren el dinero a los intermediarios locales para que estos se desplacen hacia las comunidades pesqueras a comprar los peces. Los pescadores sólo empiezan a pescar cuando los intermediarios llegan con el dinero y los aparejos para su pesca (ej. bolsas plásticas). Los exportados y los intermediarios son los agentes más poderosos en la cadena de valor, incentivando la pesquería, fijando los precios de compra y siendo guidaos por una mentalidad de maximización económica.

Como ya se mencionó, en Colombia y Perú los comerciantes presionaron para que se estableciera una veda diferente a la recomendada por los estudios biológicos. A pesar de que estos lograron el cambio, los comerciantes continúan incentivando la pesca de arawana durante la veda, comprando peces y acopiándolos ilegalmente hasta que los pueden movilizar. Durante la veda, los intermediarios fijan el precio de compra por alevino de arawana en 0,40 USD (1 USD = 2,000 COP pesos, tasa de cambio, 15 de marzo 2014), justificando el bajo precio pagado por el hecho de que están tomando “riesgos” de ser capturados por la policía. Cuando se termina la veda, el precio inmediatamente sube a 0,50 USD por el incremento de la competencia entre los intermediarios. De ahí en adelante, los precios continúan subiendo a medida que el agua del río sube hasta llegar a \$1,30 USD la unidad. Para los peces que son comprados en Brasil permanece relativamente estable entre \$0,4-0,5 USD la unidad debido a su ilegalidad.

Los principales países exportadores de peces ornamentales de Suramérica son Colombia (42%), Brasil (33%) y Perú (21%), sufriendo principalmente los mercados de Estados Unidos, Asia (ej. Singapur, Japón y China) y Europa (ej. Alemania, Suiza) (Moreau y Coomes, 2007; Biocomercio sostenible, 2002). En 2001 el Perú exportó más de nueve millones de unidades a 24 países por un valor de 2,5 millones de dólares (Moreau y Coomes, 2007). Colombia por su parte exportó 26 millones de unidades en 2004 por un valor de siete millones de dólares y 29,5 millones de unidades a más de 27 países (Mancera y Álvarez, 2008). La mayoría de la producción de estos países consistió de peces extraídos de su medio natural y se enfocó en pocas especies no aptas para una explotación fuerte como la arawana. En Perú, 10 especies representaron > 70% del volumen total comercializados (Moreau y Coomes, 2007) y en Colombia cinco especies representan el 50% del volumen total comercializado (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012). Al arawana se encuentra en el puesto número dos de las exportaciones del Perú y número cinco en las exportaciones de Colombia, pero es la especie número uno en el valor (USD) de las exportaciones para ambos países (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; Moreau y Coomes, 2007).

Es decir, dado que la presión del mercado es una de las principales amenazas para la sustentabilidad de la arawana, las herramientas de manejo institucional también deberían abordar el mercado internacional y su demanda. Una forma de hacer esto, sería que los países importadores le solicitarán que los países exportadores cumplieran con las normas nacionales e internacionales y con los principios generales de sustentabilidad. También podrían trabajar en cambiar las demandas de su mercado por productos más sostenibles (Tissot *et al.*, 2010), con trazabilidad a lo largo de la cadena de valor para certificar los peces que son capturados con métodos amigables con la naturaleza, con prácticas de manejo post-captura adecuadas y bajas tasas de mortalidad.

4.4 Conclusiones

La gobernabilidad de los recursos pesqueros en la Amazonia es muy compleja debido a las interacciones entre las múltiples dimensiones políticas, ambientales, económicas y sociales involucradas. Específicamente, las políticas de manejo establecidas por Colombia, Perú y Brasil para manejar la pesquería ornamental de la arawana plateada no han sido del todo exitosas. Algunas poblaciones de esta especie en sitios de pesca en Colombia y en Perú ya se han agotado, haciendo que la actividad llegue a Brasil donde esta actividad es ilegal. Por otro lado, la arawana en Brasil para propósitos de consumo también están mostrando señales de insostenibilidad.

Entre los factores que contribuyen al falló de estas políticas podemos incluir: (i) las políticas disimilares adoptadas por los países y la baja capacidad organizativa de las instituciones para fortalecerlas, (ii) la heterogeneidad de los ecosistemas, los cuales requieren la adopción de medidas que sean fácilmente adaptables para que puedan ser usadas en ambientes cambiantes, y (iii) las complejas relaciones socioeconómicas propias del negocio de los peces vivos u ornamentales, dentro y fuera de las fronteras nacionales. Entre las políticas disimilares, podemos incluir las diferencias históricas entre Brasil y Colombia y Perú (consumo versus ornamental), las cuales además son afectadas por la complicidad y debilidad de las agencias en lugares remotos de la Amazonia afectando los tres países. La heterogeneidad ambiental también dificulta el establecimiento de vedas que realmente protejan el periodo reproductivo de la arawana.

Entre las partes involucradas, los actores del mercado parecen ser los agentes más poderosos en la toma de decisiones, ya que sus intereses y preocupaciones son tomados como los más urgentes y justificables. Por ejemplo, los comerciantes lograron cambiar las vedas inicialmente propuestas por los estudios biológicos en Colombia y en Perú. Los intermediarios también son altamente móviles (migran entre regiones y países) y altamente adaptables (una veda significa simplemente que deben esperar un poco más de tiempo en una área determinada y continúan pescando, o se mueven a otra). Además, ante la ausencia de medidas de manejo efectivas, la demanda del mercado gatilla la pesca de arawana y quizás éste es el principal factor que conlleva a la sobre-explotación, puesto que los precios internacionales de este pez son tentadores y los consumidores probablemente no son conscientes de las consecuencias de sus elecciones.

En tal escenario, los países vecinos deben concertar acuerdos en común para trabajar sobre las fronteras para reducir la corrupción de pequeña escala entre *fazenderos* y locales. Siendo soportado por estudios biológicos, Brasil podría considerar abrir la pesquería ornamental de la arawana sólo en la región entre los ríos Iça-Japurá-Solimões, donde esta actividad lleva realizándose por lo menos dos décadas de manera ilegal (Lima y Prang, 2008) y pasar a un manejo integral de los recursos. Dado que la temporada de reproducción de la arawana en la Amazonia no está sincronizada. Las estrategias de manejo tendrían que incluir ITQ adaptativas para los actores del mercado y ser distribuidos a lo largo de los diferentes sectores (alto, medio y bajo) de los principales ríos y tributarios, considerando los comerciantes

de los tres países. Las cuotas son más fácil de fortalecer en pueblos con aeropuertos. Además de esto, se podrían adoptar vedas flexibles, que dependan de las lluvias y el ciclo hidrológico de cada tributario.

La acuicultura de la arawana a primera vista podría ser una alternativa para prevenir su sobre-explotación y esta opción ha sido promovida por los tres países aquí considerados. Sin embargo, es improbable que la acuicultura pare o disminuya su explotación en el medio natural, dado el gran tamaño corporal de los peces adultos los cuales requieren lagos grandes para su cultivo y los costos asociados a esta actividad versus su extracción del medio salvaje.

Colombia, Perú y Brasil deberían utilizar los convenios multilateral que gobiernan la Amazonia, como la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, para mejorar el manejo de los recursos pesqueros compartidos. Hasta donde sabemos, la pesca no es un tema prioritario en la agenda de estos países, a pesar de ser una de las actividades económicas más importantes de la Amazonia. La pesquería de peces ornamentales puede ser amigable con la naturaleza cuando esta bien manejada (Chao *et al.*, 2001), asegurando su sustentabilidad en el largo plazo y también puede que ésta provee un valor extra a la pesquería.

A pesar de que el manejo transfronterizo de la pesquería ornamental de arawana y su demanda global son un desafío para los tomadores de decisiones y administradores de los recursos pesqueros,, esto no debería ser una excusa para posponer acciones de manejo a nivel nacional, regional e internacional, en un claro esfuerzo para compartir las responsabilidades a través de la cadena de valor. Para esto, es necesario que se involucren los países importadores, haciendo un llamado a reformas en sus legislaciones y normas relacionadas al comercio de peces vivos además de divulgar información para elevar la conciencia entre los consumidores. Esto es llamado importante para Japón y China, los principales países importadores de arawana.

Conclusiones y recomendaciones generales

El presente trabajo, al abordar la problemática del ordenamiento de la pesquería de peces ornamentales en el sur de la Amazonia colombiana desde una perspectiva interdisciplinaria, realiza recomendaciones principalmente desde el ámbito biológico-pesquero y socio-político. Desde lo biológico, es necesario que se desarrollen estrategias para proteger la arawana (*O. bicirrhosum*) y el disco (*Symphysodon aequifasciatus*). Si bien la arawana ya posee una veda, ésta no ha sido efectiva por varias razones, entre las cuales se destacan: (i) la falta de control por parte de la autoridad policiva, pesquera y ambiental, lo cual en parte es el resultado del traslapa de responsabilidades, (ii) la falta de un manejo transfronterizo con los países vecinos (Perú y Brasil), y (iii) la presencia de resguardos indígenas con autonomía política que permite la realización de faenas de pesca durante la veda establecida y limita el accionar de las autoridades. Por esta razón, se sugiere que la categoría de amenaza de esta especie se eleve de Vulnerable a En Peligro, y así aumentar el nivel de atención y control por parte de las autoridades. Se sugiere vedar la pesquería de arawana en el río Amazonas y en el río Caquetá hasta no llegar a un acuerdo de manejo transfronterizo con los países vecinos, especialmente con el Brasil. En este sentido, sería ideal la creación de una región de manejo trasfronterizo entre Colombia y Brasil, en el sector comprendido entre los ríos Japurá-Iça-Solimoes, para la pesquería ornamental de arawana, en donde se autorice una cuota de extracción sólo para acopiadores Colombianos o Peruanos bajo un sistema de licencias, cuyo costo sea utilizado por el IBAMA para el manejo de los lagos de aprovechamiento con las comunidades locales. Para esto, es importante generar mecanismos que permitan la trazabilidad del producto, asegurar las buenas prácticas de aprovechamiento (ej. pesca comunitaria con malla) y las buenas prácticas de manejo post-captura de los peces.

Es pertinente también que se establezcan vedas con fecha flexible y por sector del río (ej. alto, medio y bajo), ya que su periodo de reproducción varía a lo largo de estos y está influenciado por factores ambientales que varían anualmente (ej. comportamiento hidrológico del río). No obstante, para que esta medida de manejo sea efectiva Colombia debe celebrar o realizar convenios con Perú y Brasil dirigidos a la toma de información biológico-pesquera conjunta, estandarizada y coordinada, lo cual podría realizarse en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica de 1978.

Para proteger el *stock* colombiano de discos, debería establecerse una cuota de captura específicamente para el sector de Tarapacá, puesto que los discos movilizados por Leticia y La Pedrera provienen en su mayoría del Brasil. Igualmente, las otras especies de importancia para esta pesquería, como las corredoras (*Corydoras spp*) y los otocinolos (*Otocinclus spp*), la mayoría de las unidades provienen de sitios ubicados en Brasil y Perú. En consecuencia, es poco lo que podría realizarse desde las instituciones colombianas para dichas especies, mientras no existan convenios de trabajo transfronterizos. Por otro lado, a pesar de que el 45.5% de las unidades movilizadas por esta pesquería sean los otocinolos (entre 900.000-

1.700.000 unidades vivas por año), es muy probable que sus poblaciones estén subexplotadas dada su estrategia reproductiva³¹.

En el bajo río Putumayo, donde el presente estudio hizo un mayor énfasis, la pesquería de peces ornamentales se concentró en tan sólo tres especies; arawana, disco y tamborera (*C. assellus*), siendo la pesca de larvas de arawana (temporada de *arawaneo*) la de mayor impacto biológico, social y económico. Durante el *arawaneo* se involucran aproximadamente 185 pescadores, los cuales logran extraer a lo largo de ~100 kilómetros del río Putumayo, entre 80.000-300.000 larvas de arawana. Sólo por la pesca de este pez, cada pescador obtiene un ingreso bruto promedio de ~\$86.8977 COP pesos por jornada (~10 horas) de pesca. Este es un valor posiblemente insuperable por otras actividades lícitas presentes en el sector, como la extracción de madera o la pesca de consumo extra-regional. De lo contrario, el disco y la tamborera fueron pescados de forma esporádica y por muy pocos pescadores (<20). El ingreso bruto promedio por la pesca de estas especies fue de \$25.714 COP pesos por jornada, es decir, tres veces menos que los ingresos que estos generan durante la temporada de *arawaneo*. Los comerciantes y pescadores locales de Tarapacá se dedicaron a esta actividad únicamente si se lograban reunir las siguientes tres condiciones: (i) que un comerciante en Leticia o Bogotá realizara un pedido, (ii) que el nivel de las aguas de los ríos (Putumayo y Cotuhé) se encontraran en niveles bajos, y (iii) que el vuelo de SATENA tuviera disponibilidad para transportar las cajas con los peces. Es decir, la pesquería de los peces de *variedad* se encuentra limitada por la demanda, condiciones ambientales y por la disponibilidad de los vuelos aéreos hacia Leticia. Por lo tanto, el ordenamiento de estas especies debería orientarse hacia el fomento de su comercio y no restricciones que limiten su pesca. Por ejemplo, mejorar las condiciones de transporte para los comerciantes de peces vivos, dándoles prioridad en los cupos de carga en los vuelos de SATENA. En varias ocasiones los comerciantes de estas especies se vieron obligados a devolver los peces al río debido a que no pudieron embarcarlos en el avión.

El impacto del aprovechamiento para fines ornamentales sobre el stock de arawana en el bajo río Putumayo es incierto, ya que el ámbito de pesca, los volúmenes comercializados son similares a lo reportado para 1995, mientras que los parámetros de captura y esfuerzo han aumentado. En 1995 se comercializaron 87.000 unidades de arawana y la CPUE media de la temporada fue de ~66 larvas/jornada, (Sánchez *et al.*, 1996). No obstante estos datos no son realmente comparables ya que en 1995 los pescadores sólo utilizaron la flecha como método de captura y hay incertidumbre sobre la unidad de esfuerzo (duración de la jornada de pesca). Por esto, es importante continuar la toma de información pesquera detallada y continua para poder determinar con mayor precisión el status real del *stock* de arawana del bajo río Putumayo y para definir niveles óptimos para su explotación. En este sentido, el presente trabajo realiza una primera aproximación de gran valor para futuros estudios que deseen desarrollar un modelo de producción pesquera específico para esta especie.

³¹ Los otocinclos poseen una estrategia reproductiva tipo r, es decir, alcanzan la madurez sexual en poco tiempo, tienen ciclos de vida cortos, tienen numerosas crías a las cuales les dedican poca o ninguna energía, no cuentan con mecanismos para limitar su reproducción a la capacidad de carga de su hábitat, tienden a ser oportunistas y se adaptan con facilidad a nuevos ambientes.

El monitoreo participativo de la pesca arawana desencadenó entre los comuneros discusiones sobre el aprovechamiento sostenible de esta especie. Por lo tanto, este trabajo también sirvió para retomar los esfuerzos realizados por los dirigentes del CIMTAR en el 2004-2005 por establecer acuerdos de pesca, los cuales ya habían sido olvidados por muchos adultos y desconocidos por los jóvenes. Por lo tanto, sería ideal que entidades gubernamentales u ONG's apadrinasen este monitoreo y le dieran continuidad. En esta localidad es preciso además que se realicen labores de educación ambiental enfocadas hacia la *pesca responsable* de las larvas de arawana, puesto que los métodos de pesca utilizados son cada vez más nocivos, causando la mortalidad de muchas larvas y adultos. Es de resaltar que hace 20 años sólo la flecha era utilizada en el bajo río Putumayo para la captura de arawana (Sánchez *et al.*, 1996), mientras que actualmente además utilizan mallas, ballestas y escopetas.

Desde lo socio-político, el presente trabajo encuentra que el manejo del resguardo indígena Cotuhé-Putumayo para la pesca ornamental de arawana es coherente y un modelo ejemplar del equilibrio entre los intereses biológicos, económicos y sociales, a pesar de que algunas de sus normas (ej. lagos de reserva) estas no están siendo lo suficientemente efectivas. Actualmente existe mucho desconocimiento por parte de la autoridad ambiental y pesquera sobre los procesos de ordenamiento territorial de los resguardos indígenas, por lo que se recomienda que éstas entren en un diálogo respetuoso con las Asociaciones de Autoridades Tradicionales Indígenas y se establezca un verdadero modelo de co-manejo de la pesca. De iniciarse un modelo de co-manejo con los indígenas, la autoridad pesquera debería otorgar algún tipo de *concesión de uso* de los lagos o sitios de pesca. Para esto, habría primero que aclarar el ámbito de los derechos de uso, manejo y acceso de estos para evitar posibles conflictos con los pobladores no indígenas, puesto que los indígenas pueden ejercer control sobre sitios de pesca fuera de los resguardos.

A. Relatos de la pesca y del manejo de la arawana en Tarapacá

“Nosotros pescamos más que todo en Gaviotas, sobretodo al comienzo de la temporada, porque es el lugar más lejano. Luego pasamos a los lagos del otro lado, lago redondo, cumplido...pero todo depende del río, pues cuando este sube mucho, en Gaviotas es restinga y no hay donde hacer campamento. Entonces esos lagos quedan de reserva.”- Pescador, 25 enero 2014.

“Los lagos de Gaviotas pertenecen a Puerto Huila, cada comunidad del CIMTAR tiene su territorio, cada una cuida protege sus lagos. Si otra persona de CIMTAR de otra comunidad quieren pescar en Gaviotas, deben primero hablar con el curaca. La comunidad se pone de acuerdo y le cobra a cada grupo 100.000 pesos por pescar toda la temporada. Si pescan sin permiso decomisamos su pescado y bote. Hace unos años (2012), decomisamos la embarcación de una peruana que tuvo que pagar \$500.000 pesos para recuperar su bote y motor 20 HP.”- Pescador, 25 enero 2014.

“Hace como 5 días atrás empezó la temporada de verdad, ya si todas o la mayoría están maduras. Sobretodo las de agua blanca, el agua blanca tiene algo que las hace madurar más rápido. El agua blanca es la del río y la negra la de los lagos. Las arawanas de lagos cercanos al río maduran primero porque se mezclan con el agua blanca. Después maduran las de los lagos del centro, que son de agua negra.”- Acopiador, 15 marzo 2014.

“Este año esta bueno porque los peruanos no están comprando por su nueva veda. Antes ellos arrasaban con todo primero. Este año la temporada se adelantó porque el río esta bajo. Cuando el río esta bajo las arawanas se quedan en las playas del río y maduran más temprano.”- Acopiador, 16 marzo 2014.

“Como el río esta seco, toca varar la canoa para entrar al lago piraña. Luego toca volver a varar a lago Mambira. Son como 20 minutos varando..... Este año se adelantó la temporada. El año pasado en esta época, las arawanas de los lagos del centro

estaban verdes. Este año hubo creciente, merma, creciente. Eso hizo que los pescaditos se adelantaran este año. En cambio el río el año pasado esta más bajo y cuando creció, creció de una.”- Pescador, 21 marzo 2014.

“ pescando con malla en época seca se cierra en pedazo del lago y se flechea o se hace bulla para que el pescado salga del caparazal y se enrede en la malla. Por eso en época seca a nosotros los que usamos flecha nos va mal, pero luego, cuando el esta crecido, nos desquitamos...[...]. El caparazal es el árbol sagrado de la arawana, ella se posa sobre sus hojas para asolearse y descansar.” – Pescador, 27 abril 2014.

“la arawana mediana se conoce por los ojos, que son rojitos, igual que el dormilón, pero la diferencia es que cuando uno lamparea, el dormilón se queda quieto, mientras que la arawana no, se hunde, ahí uno apaga la linterna y espera que ella rebalse nuevamente.”- Pescador, junio 2014.

“Esta temporada estuvo muy mala, mucho invierno y el pescado se perdía. También los peruanos pusieron el precio de 1500 pesos y en Bogotá lo estaban pagando a 2100 pesos entonces era puro gasto. Por eso nos fuimos para arriba, porque como allá hay más altura, entonces el se pescado queda más confinado, mientras que aquí es mucho bajo y se pierden. Allá se consiguen 700-800 en un día y aquí 1-2 camadas”- Acopiador, 24 de mayo de 2015.

“XXXX (un acopiador) no se estableció este año en la Puerto Huila porque quedo debiendo como 2 millones de pesos a la comunidad por un impuesto de 50 pesos que le estaban cobrando allá, que finalmente no los pagó. Es decir, el hablo con la comunidad y le dijeron que podía comprarles a ellos pero que tenía que informar al final cuantos pescaditos salían de Puerto Huila, pagar 50 pesos por pescadito y pagarlos a 1500 pesos. Pero el pagaba 800-1000 pesos. Entonces por eso el se decidió a comprarles a los brasileros que esos si venden a 800 pesos, muy barato debido a que es contrabandiado, mientras que en Colombia lo pagan a 1500 pesos.”- Pescador, 25 mayo 2015.

“Este año la pesca de arawana estuvo mala por el invierno. Todos los lagos de “centro” no fueron tocados, eso es bueno porque así entonces se deja descansar la arawana y su población se recupera. Lo otro que sucedió esta temporada fue que la arawana no estuvo lista a tiempo, primero se vino una pequeña parte de la producción cuando bajo el río uno pocos días (8-10 días), y luego subió y subió, y la gente creía que ya era tiempo, en abril se supone que todas están buenas, pero no, salen todo huevo, muy pocas buenas” – Pescador, 27 de mayo 2015.

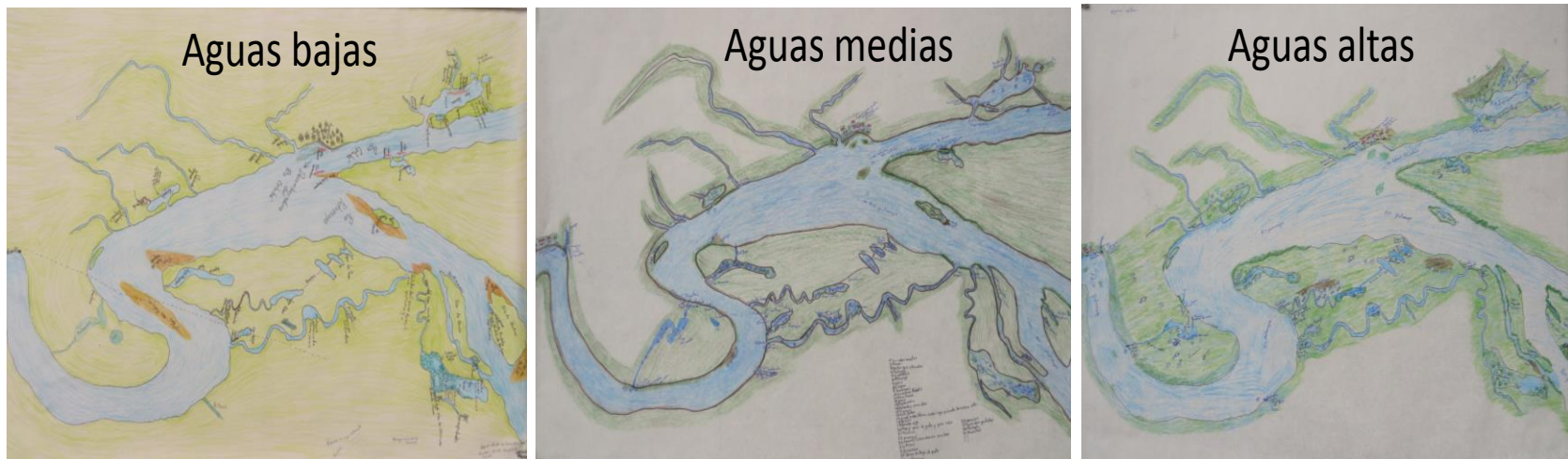
“Cuando esta muy crecido el río, se pesca con escopeta sólo de día y sentado como una gallina. Se buscan los pasaderos de la arawana, al amanecer y al atardecer, cuando ellas salen y entran a su dormidero, que son esas partes feas del bajal, bien enmarañadas, donde no se mete nadie.” – Pescador, 27 de mayo 2015.

“Este año la arawana estuvo muy desigual, es decir, se vino graneadita, como el café. Fue muy poco lo que se sacó este año, no creo que haya alcanzado los 100.000 pescaditos. El río sólo tuvo una seca de 10 días justo antes de la veda, que fue lo que nos permitió trabajar bien, de resto puro invierno. Hace cinco años (2010) fue bueno, como el año pasado (2014), porque con la sequía fuerte todo el mundo sacaba, habían pescadores que sacaban 5000 peces, inclusive hasta tal punto que los compradores dejaron de comprar las arawanas, porque se había inundado la plaza, y se veían por el pueblo a pescadores con sus bolsas de arawana encartados, sin tener a quine vendérselas...[.]...La altura (tierra firme) es a 500m, pero como las arawanas son de agua blanca, entonces salen al río y se meten en los pastizales, donde hay mucha tangarana, y los pescadores no pueden meterse a sacarlas de ahí. Dios sabe como hace sus cosas. Como el año pasado sacaron tanta arawana, pues este año entonces mandó más agua y así entonces se controla la pesca y no se acaba. La misma naturaleza se encarga de mantener el equilibrio.”- Pescadores, 28 de mayo 2015.

“En una reunión del CIMTAR en el 2011, las comunidades del Cothué decidieron vedar completamente la pesca de arawana, debido a que allá sólo hay tres lagos. Quieren cuidar sus lagos para la pesca de consumo únicamente. Por esto, pidieron a las comunidades del Putumayo que les permitieran pesca en los lagos de allá, pero estas comunidades brincaron, porque ellos no saben pescar, meten pura malla y hacen un desperdicio tremendo de pescado. Allí entonces yo dije que la malla era buen si se sabía utilizar.”- Pescador, 27 de mayo 2015.

B. Cartografía local

Ejemplo 1. Mapas³² del sector comprendido entre la frontera con Brasil y la isla Cacao, sobre el río Putumayo y el lago Quinina sobre el río Cotuhé, durante la época de aguas bajas, medias y altas.



³² Autores: José Suña y Jesus Suña.

Ejemplo 2. Mapa³³ de los lagos ubicados en el margen sur del río Putumayo a la altura de la comunidad de Puerto Huila, durante la temporada de aguas bajas. El mapa muestra los cambuches de pesca, los “varaderos” o caminos por donde los pescadores “jalan la canoa” para poder cruzar de un lago a otro, y los puntos donde los pescadores guindan las mallas para capturar las arawanas.



³³ Autores: comunidad de Puerto Huila, principalmente Carlitos Carvajal.

Ejemplo 3. Mapa mostrando con diferentes colores, los sitios de pesca de varias especies de peces ornamentales en el sector del lago Cacao y sus alrededores.



34

³⁴ Autores: José Suña y Jesús Suña.

C. Zonas de aprovechamiento de la arawana (*O. bicirrhosum*) y de los peces de variedad en la década de los 90's y lo observado por el presente estudio en el 2013

Zonas de aprovechamiento					
Punto de acopio	País	90's		2013	
		Arawana	Variedad	Arawana	Variedad
Leticia	Colombia	Municipio de Puerto Nariño, desde San Juan de Atacuarí hasta San Martín de Amacayacú, incluyendo las comunidades del río Loretoyacú hasta San Juan del Socó	Río Amazonas. Quebradas: Yahuaraca, Pichuna y Picatúa. Río Loretoyacú y San Juan del Socó y el lago Tarapoto. Río Atacuarí.	Ninguno	Río Loretocayú, río Boyauasú-Atacuarí, río Tacana y río Amazonas. Quebradas: Yahuaraca, La Beatriz y La Asacaya. Lago San Juan del Socó y Lago Tipisca.
	Brasil	Río Yavarí hasta Atalaya. Río Sacambú	Río Yavarí hasta Atalaya. Río Sacambú	Río Jutai, río Yavarí, Sacambú, río Tecuai, río Aouti Paraná, bajo río Japurá y bajo río Iça.	Ríos Yavarí, Amazonas, Sacambú, bajo Japurá, bajo Iça y bajo río Calderón.
	Perú	Caballo Cocha	Caballo cocha, río Cayarú hasta Bellavista.	Río Sacambú	Río Sacambú y río Cayarú

D. Especies y volúmenes de peces ornamentales, movilizados por el departamento del Amazonas durante el periodo 2007-2011.³⁵

Orden	Familia	Especie	Nombres vernáculos	2007	2008	2009	2010	2011	Total	
Rajiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon motoro</i>	Raya motoro	0	758	24	49	47	878	
		<i>Potamotrygon sp</i>	Raya, raya común	609	406	15	12	15	1057	
-	-		Subtotal Rajiformes	609	1164	39	61	62	1935	
Osteoglossiformes	Osteoglossidae	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Arawana	549226	696242	245886	642895	1941665	4075914	
		<i>Osteoglossum ferreirai</i>	Arawana azul	0	5135	0	0	0	5135	
			Subtotal Osteoglossiformes	549226	701377	245886	642895	1941665	4081049	
Characiformes	Anostomidae	<i>Abramites hypselonotus</i>	Abramites	7662	26627	9422	9840	3100	56651	
		<i>Leporinus fasciatus</i>	Leporinus	0	1032	2522	2405	575	6534	
	Chalceidae	<i>Chalceus erythrurus</i>	Ararí	5467	8731	1071	1742	660	17671	
		Characidae	<i>Hemigrammus pulcher</i>	Tetra pulcher	0	0	400	0	1000	1400
	<i>Hemigrammus sp</i>		Tetra brillante, emigramus sardina	0	250	0	0	0	250	
			<i>Hyphessobrycon peruvianus</i>	Tetra trifasciatus	0	10157	33550	500	700	44907
			<i>Hyphessobrycon sweglesi</i>		0	0	1500	0	0	1500
			<i>Metynnis sp</i>	Corazón sangriento, Blidinger (bleeding heart) Monedas	0	34568	37600	0	100	72268

³⁵ Fuente: registros de los salvoconductos de movilización, oficina de la AUNAP, Leticia. (*) especies exóticas.

Continuación Anexo D

Orden	Familia	Especie	Nombres vernáculos	2007	2008	2009	2010	2011	Total
		<i>Paracheirodon innesi</i>	Neón, neón tetra, tetra loreto	0	4000	3000	0	7530	14530
		<i>Paragoniates alburnus</i>	Tetra azul	0	11490	200	3993	11630	27313
		Indeterminado 1	Sardinita, sardinita perro	0	0	0	0	406	406
	Chilodontidae	<i>Chilodus punctatus</i>	Chilodus	0	100	800	0	2300	3200
		Indeterminado 2	Chillón	0	0	0	0	6	6
	Crenuchidae	<i>Characidium</i> sp	Caracidum	0	0	0	0	100	100
	Ctenoluciidae	<i>Boulengerella</i> sp	Agujones	4064	2413	1384	1427	1325	10613
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Dormilón	0	0	0	0	10	10
	Gasteropelecidae	<i>Carnegiella marthae</i>	Estrigata blanca	14350	5800	11000	0	0	31150
		<i>Carnegiella myersi</i>	Estrigata miersi	0	5000	0	0	0	5000
		<i>Carnegiella strigata</i>	Estrigata mármol, estrigata negra	32100	91952	23990	73220	15082	236344
		<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Estrigata gastroepeleucos	0	0	200	0	0	200
		<i>Thoracocharax</i> sp	Estrigata gallo	3850	3245	1200	0	0	8295
	Lebiasinidae	<i>Copella vilmae</i>	Copeína	1880	245	0	1000	0	3125
		<i>Nannostomus</i> sp. 1	Pencil	2000	38130	9529	21474	4950	76083
		<i>Nannostomus</i> sp. 2	Pencil trifasiatus	500	5150	0	4850	600	11100
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus</i> sp	Prochilodus	0	0	500	0	0	500
	Serrasalminidae	<i>Myloplus rubripinnis</i>	Gancho rojo	4368	45860	20837	1210	16945	89220
			Subtotal Characiformes	76241	294750	158705	121661	67019	718376
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> *	Bailarinas	0	300	98	0	0	398
		<i>Cyprinus</i> sp. 1*	Golfish	0	300	30	310	0	640
		<i>Devario malabaricus</i> *	Zebra transgénica roja	0	400	0	0	0	400
			Subtotal Cypriniformes	0	1000	128	310	0	1438

Continuación Anexo D

Orden	Familia	Especie	Nombres vernáculos	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Indeterminado 3	Platys	0	4500	800	500	0	5800
		Indeterminado 4	Gupis, Gupi cobra	0	0	1900	550	1750	4200
		<i>Poecilia reticulata</i>	Poecilia reticulata	0	0	0	300	0	300
		Subtotal			0	4500	2700	1350	1750
Gymnotiformes	Apteronotidae	<i>Apteronotus albifrons</i>	Caballitos	5648	7953	150	870	2000	16621
		<i>Gymnotus</i> sp	Cuchillos	0	20	0	0	0	20
		<i>Steatogenys elegans</i>	Macaná	0	0	0	0	6	6
		Subtotal Gymnotiformes			5648	7973	150	870	2006
Perciformes	Cichlidae	<i>Aequidens</i> sp	Aequidens tallery, porquinho puerquito	0	159	0	0	0	159
		<i>Apistogramma agassizii</i>	Apistograma agazizi	0	60	0	0	0	60
		<i>Apistogramma</i> sp	Apistogramas	2065	5050	927	6959	1010	16011
		<i>Astronotus ocellatus</i>	Oscar, carauazú	0	7	4	20	0	31
		<i>Bujurquina mariae</i>	Bujurquina	0	0	0	50	0	50
		<i>Cichlasoma</i> sp	Ciclosoma, ciclosoma festivum, ciclosama severum	4100	1586	45	698	310	6739
		<i>Crenichla</i> sp	Jabón	0	0	0	0	12	12
		<i>Crenicichla anthurus</i>	Mataguaros	0	0	0	40	0	40
		<i>Dicrosus</i> sp	Crenicarias	0	0	170	10	0	180
		<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará, Biodotoroma cupido	6750	0	0	0	40	6790
		<i>Geophagus</i> sp. 1	Juan Viejo	0	0	150	640	0	790
		<i>Geophagus surinamensis</i>	Cará bonito	0	133	0	278	0	411
		<i>Heros severus</i>	Falso disco	0	100	0	0	0	100
		<i>Laetacara thayeri</i>	Laeticara thayeri	0	0	0	200	26	226

Continuación Anexo D

Orden	Familia	Especie	Nombres vernáculos	2007	2008	2009	2010	2011	Total
		<i>Mesonauta festivus</i>	Festivum	220	0	190	1676	160	2246
		<i>Pterophyllum scalare</i>	Escalares	9268	12645	2785	5935	5050	35683
		<i>Symphysodon aequifasciatus</i>	Discos	2309	1915	3219	5218	5461	18122
	Osphronemidae	<i>Betta splendens</i>	Betas	0	160	329	55	0	544
		<i>Trichogaster sp. 1</i>	Gurami perla	0	800	340	0	0	1140
		<i>Trichogaster sp. 2</i>	Gurami azul	0	2200	745	0	0	2945
	Polycentridae	<i>Monocirrhus polyacanthus</i>	Pez hoja	737	5057	210	101	2	6107
			Subtotal Perciformes	25449	29872	9114	21880	12071	98386
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achiroopsis nattereri</i>	Medio pez	0	0	0	2	50	52
			Subtotal Pleuronectiformes	0	0	0	2	50	52
Siluriformes	Aspredinidae	<i>Bunocephalus coracoideus</i>	Catalinas	4220	26925	26919	9016	3450	70530
		<i>Bunocephalus verrucosus</i>	Catalina palo, pez palo	0	0	0	0	20	20
	Auchenipteridae	<i>Tatia sp</i>	Novia	0	0	0	0	1	1
	Callichthyidae	<i>Corydoras aeneus</i>	Corydora aeneus	0	200	2620	0	0	2820
		<i>Corydoras agassizii</i>	Corydora agasizi	84000	114044	29770	41590	33240	302644
		<i>Corydoras arcuatus</i>	Corydora arcuatus	43680	118650	97853	17050	57415	334648
		<i>Corydoras armatus</i>	Corydora armatus	0	0	10250	11480	0	21730
		<i>Corydoras elegans</i>	Corydora elegans	22950	39380	26420	12280	23290	124320
		<i>Corydoras hastatus</i>	Corydora astatus, pigmeos	43860	213390	47430	145930	61560	512170
		<i>Corydoras julii</i>	Corydora Juli, Julis	97050	111513	40493	23870	26230	299156
		<i>Corydoras leucomelas</i>	Corydora punctatus	124240	125798	58357	135255	52650	496300
		<i>Corydoras rabauti</i>	Corydora rabauti	22200	29475	7480	37743	10500	107398
		<i>Corydoras reticulatus</i>	Corydora reticulatus	0	35	0	0	0	35
		<i>Corydoras reynoldsi</i>	Corydora reinaldis	0	0	0	140	0	140
		<i>Corydoras sp</i>	Corydoras, Corydora panda, Corydora euclinae	0	6150	30	11520	6231	23931
		<i>Corydoras sp. 1</i>	Corydora playera	0	12	10300	0	0	10312
		<i>Corydoras splendens</i>	Corydora verde	7600	8940	2700	6965	10239	36444
		<i>Megalechis thoracata</i>	Chiruy	0	0	0	0	10	10

Continuación Anexo D

Orden	Familia	Especie	Nombres vernáculos	2007	2008	2009	2010	2011	Total
	Doradidae	<i>Agamyxis pectinifrons</i>	Dora de punto	0	11151	37410	6970	980	56511
		<i>Amblydoras nauticus</i>	Dora común	7676	0	0	0	50	7726
		<i>Platydoras costatus</i>	Dora rayada	0	21637	30764	590	11180	64171
	Loricariidae	<i>Acanthicus hystrix</i>	Cucha mama	0	4	1075	2255	5024	8358
		<i>Ancistrus triradiatus</i>	Cucha Xenocara, Cucha punto de oro, Plecostomus	17	293	580	2957	9684	13531
		<i>Hypostomus sp.</i>	Hipostomos, cucha hipostoma	200	20	0	3863	3280	7363
		<i>Loricaria sp</i>	Loricaria	8530	2720	175	0	0	11425
		<i>Otocinclus spp</i>	Otocinclos	947360	1687788	1703665	829920	1210350	6379083
		<i>Panaque nigrolineatus</i>	Cucha real	0	1522	100	606	6303	8531
		<i>Panaque sp. 1</i>	Cucha falsa zebra	0	3921	600	200	830	5551
		Indeterminado 5	Cucha	1871	310	0	0	0	2181
	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma sp</i>	Brachyplatystoma	0	3	0	0	0	3
		<i>Pimelodus blochii</i>	Cuatro líneas	31570	10806	11200	800	1001	55377
		<i>Pimelodus pictus</i>	Tigres	50280	7000	2800	11230	6080	77390
		<i>Pimelodus sp. 1</i>	Picalón transparente	0	0	0	0	40	40
	Pseudopimelodidae	<i>Batrochoglanis raninus</i>	Pacamus	0	4577	2430	1700	2600	11307
			Subtotal Siluriformes	1497304	2546264	2151421	1313930	1542238	9051157
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i>	Tamborera, pez globo, pez bomba	0	11740	3138	15992	11710	42580
			Subtotal Tetraodontiformes	0	11740	3138	15992	11710	42580
Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado 6	Leonas	0	200	0	0	0	200
		Indeterminado 7	Ilegible	0	500	0	200	0	700
			Subtotal Indeterminado	0	700	0	200	0	900
TOTAL				2154477	3599340	2571281	2119151	3578571	14022820

E. Lista de pescadores participantes

Localidad	Co-investigadores	2014	2015
Tarapacá	Jesus Suña	x	x
Tarapacá	Yilson Suña	x	x
Tarapacá	Laudelino Gonzáles	x	
Tarapacá	Alberto Alban	x	
Tarapacá	Reynaldo Sánchez	x	x
Tarapacá	Claudio Ricopa	x	x
Ventura	Jacinto Andres Cabrera	x	
Ventura	Antonio Cabrera	x	
Ventura	Wilson Cabrera	x	
Ventura	José Ricardo Carvajal	x	
Ventura	Rubencio León		x
Ventura	Lizandro Cabrera	x	
Puerto Nuevo	Merino Tapuyima	x	x
Puerto Nuevo	Jacinto Nuñez		
Puerto Nuevo	Wilfrido Nuñez	x	x
Puerto Nuevo	Anderson Enocaise	x	x
Puerto Huila	Omar Carvajal	x	x
Puerto Huila	Lodan Cunaro		x
Puerto Huila	Jiovany Carvajal	x	x
Puerto Huila	Carlitos carvajal	x	
Puerto Huila	Humberto Rodríguez	x	
Puerto Huila	Joel Manrique	x	
Puerto Huila	Josue Rodríguez	x	
Puerto Huila	Julio Carvajal	x	
Puerto Ticuna	Isleny Magallanes	x	
Puerto Ticuna	Omar Astudillo	x	x
Puerto Ticuna	Reinaldo	x	x
Puerto Ticuna	Alexi	x	x
Puerto Ticuna	Gerbucio	x	x
Puerto Ticuna	Jeová	x	x

Bibliografía

- Aggarwal, S., Elbow, K., 2006. The role of property rights in natural resource management, good governance and empowerment of the rural poor. USAID-ARC Inc. Washington D.C. http://www.usaidlandtenure.net/sites/default/files/USAID_Land_Tenure_Property_Rights_and_NRM_Report.pdf
- Agrawal, A., 2001. Common property institutions and sustainable governance of resources. *World Dev.* 29, 1649–1672.
- Agudelo, E., Alonso, J.C., Moya, L.A. (Eds.), 2006. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo.
- Aguilar, C.A., 1999. Bases conceptuales para el aprovechamiento sostenible del arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el corregimiento de La Pedrera, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología., Bogotá D.C.
- Ajiaco-Martínez, R.E., Ramírez-Gil, H., Sánchez-Duarte, P., Lasso, C.A., Trujillo, F., 2012. Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia, Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C., Colombia.
- Alcorn, J.B., 1993. Indigenous people and conservation. *Conserv. Biol.* 7, 424–426.
- Almeida, M.A., Kahn, J.R., Carvalho, C.E., 2014. Perverse incentives in fishery management: The case of the defeso in the Brazilian Amazon. *Ecol. Econ.* 106, 186–194.
- Almeida, O., Lorenzen, K., McGrath, D., 2002. Impact of Co-Management Agreements on the Exploitation and Productivity of Floodplain Lake Fisheries in the Lower Amazon. The Commons in an Age of Globalisation, the Ninth Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property. June 17-21. Victoria Falls, Zimbabwe.
- Amaral, E.S., Arantes, C., 2008. Pesca do Aruanã Branco (*Osteoglossum bicirrhosum*) na Região de Tefé, Médio Solimões, in: Queiroz, H.L., Camargo, M. (Eds.), *Biologia, Conservação E Manejo Dos Aruanãs Na Amazônia Brasileira*. Mamiraua, Manaus, Brazil, pp. 61–74.
- Andrews, C., 1990. The ornamental fish trade and fish conservation. *J. Fish Biol.* 37, 53–59. doi:10.1111/j.1095-8649.1990.tb05020.x
- Anuchiracheeva, S., Demaine, H., Shivakoti, G.P., Ruddle, K., 2003. Systematizing local knowledge using GIS: fisheries management in Bang Saphan Bay, Thailand. *Ocean Coast. Manag.* 46, 1049-1068.
- Arce, M., Sánchez, P., 2002. Estudio ecológico de la fauna íctica del río Amazonas en los alrededores de Leticia, Amazonia colombiana. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá D.C.
- Bailey, M., Sumalia, R., Lindroos, M., 2010. Application of game theory to fisheries over three decades. *Fish. Res.* 102, 1–8.
- Balée, W., 1993. Indigenous Transformation of Amazonian Forests : An Example from Maranhão, Brazil. *L'Homme, La remontée de l'Amazone* 33, 231–254.
- Barletta, M., Jaureguizar, A.J., Baigun, C., Fontoura, N.F., Agostinho, A.A., Almeida-Val, V.M.F., Val, A.L., Torres, R.A., Jimenes-Segura, L.F., Giarrizzo, T., Fabrè, N.N., Batista, V.S., Lasso, C.A., Taphorn, D.C., Costa, M.F., Chaves, P.T., Vieira, J.P., Correa, M.F.M., 2010. Fish and aquatic habitat

- conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *J. Fish Biol.* 76, 2118–2176. doi:0.1111/j.1095-8649.2010.02684.x
- Barreto, C.G., Borda, C.A., Guillot, L., Maldonado, L.F., Bustamante, C., Sánchez, C.L., Sanabria, A.I., Muñoz, S.E., 2011. Documento técnico de cuotas globales de pesca para la vigencia 2012. Subgerencia de Pesca y Acuicultura INCODER.
- Barsuto, X., Cinti, A., Bourillón, L., Rojo, M., Torre, J., Weaver, A.J., 2012. The emergence of access controls in small-scale fishing commons: A comparative analysis of individual licenses and common property-rights in two Mexican communities. *Hum. Ecol.* 40, 597–609.
- Bartley, D., 2000. Responsible ornamental fisheries. *FAO Aquac. Newsl.* 24, 10–14.
- Begossi, A., 1998. Property rights for fisheries at different scales: applications for conservation in Brazil. *Fish. Res.* 34, 269–278.
- Bejarano, I., Blanco, P., 2001. Comunidad íctica del río Mesay durante la temporada de aguas bajas (P.N.N. Chiribiquete), Amazonia colombiana. Trabajo de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales, Bogotá D.C.
- Bell, F.W., 1972. Technological Externalities and Common-Property Resources: An Empirical Study of the U.S. Northern Lobster Fishery. *J. Polit. Econ.* 80, 146–158.
- Berkes, F., 2009. Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *J. Environ. Manage.* 90, 1692–1702.
- Berkes, F., 2006. From Community-Based Resource Management to Complex Systems: The Scale Issue and Marine Commons. *Ecol. Soc.* 11, 45 (online).
- Berkes, F., Folke, C. (Eds.), 1998. Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press., Cambridge, UK.
- Bettencourt, L.M.A., Kaur, J., 2011. Evolution and structure of sustainability science. *PNAS* 108, 19540–19545.
- Biocomercio sostenible, 2002. Información básica sobre el mercado mundial de los peces ornamentales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Blanco, M.C., 2002. Consideraciones sobre los peces ornamentales de Colombia, in: Mojica, J.I., Castellanos, C., Usma, J.S., Álvarez, R. (Eds.), *El libro rojo de los peces dulceacuícolas de Colombia, La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. ICN-UNC / IIBAVH / MINAMBIENTE / CI-Colombia, Bogotá, Colombia, pp. 47–54.
- Blanco, M.C., 1992. Ordenamiento de las pesquerías de los peces ornamentales en los Llanos Orientales. Informe Técnico. Inderena-Regional Llanos Orientales, Villavicencio, Meta.
- Bonilla-Castillo, C.A., Agudelo, E., 2012. Indicaciones para la construcción de planes de manejo y conservación de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el río Putumayo, Sector Puerto Leguízamo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, Leticia, Amazonas.
- Bremner, J., Lu, F., 2006. Common Property among Indigenous Peoples of the Ecuadorian Amazon. *Conserv. Soc.* 4, 499–521.
- Brenchin, S.R., Wilshusen, P.R., Fortwangler, C.L., West, J.C., 2002. Beyond the Square Wheel: Toward a More Comprehensive Understanding of Biodiversity Conservation as Social and Political Process. *Soc. Nat. Resour. Int. J.* 15, 41–64.

- Butler, J.R.A., Tawake, A., Skewes, T., Tawake, L., McGrath, V., 2012. Integrating traditional ecological knowledge and fisheries management in the Torres Strait, Australia: the catalytic role of turtles and dugong as cultural keystone species. *Ecol. Soc.* 17, 34.
- Castellanos, C., 2001. Distribución espacial de los peces de una quebrada de aguas negras amazónicas-Leticia, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá D.C.
- Castello, L., Castello, J.P., Hall, C.A., 2007. Problemas en el manejo de las pesquerías tropicales. *Gac. Ecol.* 84/85, 65–73.
- Castro, D.M., 1997. Peces del río Putumayo, sector de Puerto Leguízamo. Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia. Segunda edición, 174 pp.
- Castro, D.M., 1992. La pesca en la Amazonia colombiana, in: Andrade, G.I., Hurtado, A., Torres, R. (Eds.), *Amazonia Colombiana: Diversidad Y Conflicto*. Bogotá D.C., Colombia., pp. 256–281.
- Castro, F., McGrath, D.G., 2003. Moving toward sustainability in the local management of floodplain lake fisheries in the Brazilian Amazon. *Hum. Organ.* 62, 123-133.
- Cavalcante, D.P., 2008. Crescimento e Maturação Sexual de Aruanãs Brancos (*Osteoglossum bicirrhosum*) em Mamirauá, in: Lima de Queiroz, H., Camargo, M. (Eds.), *Biologia, Conservação E Manejo Dos Aruanãs Na Amazônia Brasileira*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM, Tefé, pp. 105–117.
- CCI, 2009. Captura y comercialización de la Arawana. *Corp. Colomb. Int. Sist. Inf. Pesca Acuic.* Mayo, 17.
- Chambers, R., 1994. The Origins and Practice of Participatory Rural Appraisal. *World Dev.* 22, 953–969.
- Chao, N.L., Petry, P., Prang, G., Sonneschien, L., Tlusty, M. (Eds.), 2001. Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonia, Brazil-Project Piaba. Editora da Universidade Do Amazonas, Manaus, Brazil.
- Charles, A.T., 1988. Fishery socioeconomic: a survey. *Land Econ.* 64, 276–95. doi:10.2307/3146251
- Chaudhuri, K., 1986. A bioeconomic model of harvesting a multispecies fisher. *Ecol. Model.* 32, 267–279.
- Clark, C.W., 1985. *Bioeconomic modeling of fisheries management*. J. Wiley & Sons, New York.
- Clarke, J.M., Yoshimoto, S.S., Pooley, S.G., 1992. A bioeconomic analysis of the northwestern Hawaiian Islands lobster fishery. *Mar. Resour. Econ.* 7, 115–140.
- Colding, J., Folke, C., 1997. The relations among threatened species, their protection, and taboos. *Conserv. Ecol.* 1, artículo 6 (online). 19 pp.
- Cook, S.J., Paukert, C., Hogan, Z., 2012. Endangered river fish: factors hindering conservation and restoration. *Endanger. Species Res.* 17, 179–191.
- De Young, C., Charles, A., Hjort, A., 2008. Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods, Documento Técnico de Pesca 489. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Dietz, T., Ostrom, E., Stern, P., 2003. The struggle to govern the commons. *Science* 302, 1907–1912. doi:10.1126/science.1091015
- FAO, 2012. La ordenación pesquera, Orientaciones técnicas para la pesca responsable. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO, 2000. Informe del taller regional sobre manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas (GCP/INT/648/NOR No. Informe de Campo F-5 (Es)). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fernandez-Baca, J., 1998. *Amazonian Fisheries: Socio Economic Issues and Management Implications*.

- Fox, W.W., 1970. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99, 80–88.
- Freón, P., Yáñez, E., 1995. Influencia del medio ambiente en evaluación de stock: una aproximación con modelos globales de producción. *Investig. Mar.* 23, 25–47.
- Galvis, G., Mojica, J.I., Duque, S., Castellanos, C., Sánchez, P., Arce, M., Gutiérrez, A., Jiménez, L.F., Santos, M., Vejarano, S., Arbeláez, F., Prieto, E., Leiva, M., 2006. Peces del medio Amazonas. Región de Leticia., Serie de guías tropicales de campo. Conservación Internacional. Editorial Panamericana Formas e Impresos, Bogotá, Colombia.
- Galvis, G., Sánchez, P., Mesa, L.M., López, Y., Gutiérrez, M.A., Leiva, M., Castellanos, M., 2007. Peces de la Amazonía Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia e Instituto SINCHI, Bogotá D.C.
- Gómez, L.N., 2002. Aspectos biológicos y económicos de la captura, transporte, acopio y comercialización de peces ornamentales en la ciudad de Leticia (Amazonia colombiana). Estudio de caso para Osteoglossiformes y Siluriformes (Teleostei: Pisces) ornamentales. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Bogotá D.C.
- Gómez, L.N., Wood, A.A., 2003. Aspectos biológicos y económicos de la captura, transporte, acopio y comercialización de peces ornamentales en la ciudad de Leticia (Amazonia colombiana). Estudio de caso para Osteoglossiformes y Siluriformes (Teleostei: Pisces) ornamentales. Memorias IV Seminario Internacional de Acuicultura, Bogotá, D.C.
- Gordon, H.S., 1954. The economic theory of common property resources: the fishery. *J. Polit. Econ.* 62, 124–142.
- Gulland, J., 1980. Some problems of the management of shared stocks (No. 206), FAO fisheries technical paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Gutiérrez, A.L., 2004. Análisis de algunos aspectos tróficos y reproductivos de la comunidad de peces de un caño de aguas negras en cercanías de Leticia, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá D.C.
- Guzmán, A., 2013. Diagnóstico preliminar de la pesquería de peces ornamentales en tres puntos focales de la Amazonia colombiana (N° 13-13-0086-09PS). Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Guzmán, A., Lasso, C.A., 2014. Análisis comparativo (1990-2014) de la pesquería de peces ornamentales en el departamento del Amazonas, Colombia. *Biota Colomb.* 15, 83–108.
- Hardin, G., 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162, 1243–1248.
- Hart, S., 2009. Shared Resources: Issues of Governance, IUCN Environmental Law and Policy Paper. World Conservation Union; 2nd edition.
- Holden, M.J., Raitt, D.F.S., 1975. Manual de ciencia pesquera, Parte 2 - Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación. FAO, Roma. <http://www.fao.org/3/contents/a7861890-dd49-54c6-9edc-15d1c0654745/F0752S00.HTM>
- IGAC, 1997. Zonificación Ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (eje Apaporis-Tabatinga: PAT), Instituto Geográfico Agustín Codazzi. ed. Editorial Linotipia Bolívar, Bogotá D.C.
- INPA, Corpoamazonia, 1996. Análisis del manejo y aprovechamiento de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en la Amazonia colombiana y formulación de estrategias de ordenación.
- Jaramillo, L., 2005. Análisis bioeconómico de la pesquería de grandes bagres del medio río Caquetá.

- Jentoft, S., 2000. Legitimacy and disappointment in fisheries management. *Mar. Policy* 24, 141–148.
- Jentoft, S., McCay, B.J., Wilson, D.C., 1998. Social Theory and fisheries co-management. *Mar. Policy* 22, 423–436.
- Jentoft, S., Minde, H., Nilsen (Eds.), 2003. *Indigenous Peoples: Resource Management and Global Rights*. University of Chicago Press.
- Junk, W.J., Soares, M.G.M., Bailey, P.B., 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquat. Ecosyst. Health Manag.* 10, 153–173. doi:10.1080/14634980701351023
- Kates, R.W., 2011. What kind of a science is sustainability science? *PNAS* 108, 19449–19450.
- Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grubler, A., Huntley, B., Jager, H., Jodha, N.S., Kaspersen, R.E., Mabogunje, A., Marson, P., Mooney, H., Moore III, B., O`Riordan, T., Svedin, U., 2001. Sustainability Science. *Science* 292, 641–642. doi:10.1126/science.1059386
- Kleisner, K., Mansour, H., Pauly, D., 2014. Region-based MTI: resolving geographic expansion in the Marine Trophic Index. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 512, 185–199. doi:10.3354/meps10949
- Ladines, M.A., Sanabria, A.I., Daza, P.V., 2007. Producción de peces ornamentales en Colombia. <http://www.docentes.unal.edu.co/malandinezp/docs/Produccion%20de%20peces%20ornamentales%20en%20Colombia.pdf>
- Lasso, C.A., de Paula Gutiérrez, F., Morales-Betancourt, M., Agudelo, E., Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martinez, R.E. (Eds.), 2011. *Pesquería continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Atrato, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertientes del Pacífico*, Serie editorial Recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Lima, Á., Prang, G., 2008. Demandas para o manejo e conservação do aruanã branco, *Osteoglossum bicirrhosum*, (Cuvier 1829), na região de médio rio Solimões, in: *Biologia, Conservação e Manejo dos Aruanãs na Amazônia Brasileira*. Tefé, Brasil, pp. 15–26.
- Macedo-Lopes, P.F., Francisco, A.S., Begossi, A., 2009. Artisanal commercial fisheries at the southern coast of São Paulo state, Brazil: ecological, social and economic structure. *Interciencia* 34, 536–542.
- Maldonado, J.A., Vari, R., Usma, J.S., 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colomb.* 9, 143–237.
- Mancera, N.J., Álvarez, R., 2008. Comercio de peces ornamentales en Colombia. *Acta Biológica Colomb.* 13, 23–52.
- McDaniel, J., 1997. Communal Fisheries Management in the Peruvian Amazon. *Hum. Organ.* 56, 147–152.
- McGrath, D.G., 2012. Case analyses on experiences of formalization of informal sectors: Development of a formal co-management system for floodplain fisheries in the Lower Amazon Region of Brazil. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- McGrath, D.G., de Castro, F., Futeemma, C., Domingues de Amaral, B., Calabria, J., 1993. Fisheries and the evolution of resource management on the lower Amazon floodplain. *Hum. Ecol.* 21, 167–195.
- Meyer-Rochow, V.B., 2009. Food taboos: their origins and purposes. *J. Ethnobiol. Ethnomedicine* 5, 18. doi:10.1186/1746-4269-5-18

- Milon, J.W., Larkin, S.L., Ehrhardt, N.M., 1999. Bioeconomic models of the Florida spiny lobster fishery, Sea Grant Report Number. University of Florida, Gainesville.
- Mojica, J.I., Usma, J.S., Álvarez, R., Lasso, C.A., 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. 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, D.C.
- Morán-Angulo, R.E., Téllez-López, J., Cifuentes-Lemus, J.L., 2010. La investigación pesquera: una revisión epistemológica. *Rev. THEOMAI* 21, 97–112.
- Moreau, M.A., Coomes, O.T., 2007. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. *Environ. Conserv.* 34, 12–22.
- Moreau, M.A., Coomes, O.T., 2006. Potential threat of the international aquarium fish trade to silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* in the Peruvian Amazon. *Oryx* 40, 152–160.
- Munro, G., 1987. The management of shared fishery resources under extended jurisdiction. *Mar. Resour. Econ.* 3, 271–296.
- Munro, G., Van Houtte, A., Willman, R., 2004. The conservation and management of shared fish stocks: legal and economic aspects (No. Documento Técnico de Pesca 465). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Nepstad, D., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Ray, D., Schlensinger, P., Lefebvre, P., Alencar, A., Prinz, E., Fiske, G., Rolla, A., 2006. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. *Conserv. Biol.* 20, 65–73. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x
- Ostrom, E., 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *PNAS* 104, 15181–15187.
- Ostrom, E., 2005. Understanding institutional diversity. Princeton University Press.
- Ostrom, E., Nagendra, H., 2007. Insights on linking forests, trees, and people from the air, on the ground, and in the laboratory. *PNAS* 103, 19224–19231.
- Panayotou, T., 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala: aspectos económicos y sociales, Documento Técnico de Pesca. FAO.
- Pantevis, Y.A., 2013. Construyendo la historia ambiental de Leticia a través de la pesca. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia, Leticia, Amazonas, Colombia.
- Peres, C.A., 2000. Effects of subsistence hunting on vertebrates community structure in Amazonian forests. *Conserv. Biol.* 14, 240–253.
- Peres, C.A., 1994. Indigenous reserves and nature conservation in Amazonian forests. *Conserv. Biol.* 8, 586–588.
- Peres, C.A., 1990. Effects of hunting on western Amazonian primate communities. *Biol. Conserv.* 54, 47–59.
- Perreault, T., 2003. Changing places: transnational networks, ethnic politics, and community development in the Ecuadorian Amazon. *Polit. Geogr.* 22, 61–88.
- Persha, L., Agrawa, A., Chhatre, A., 2011. Social and ecological Synergy: Local rulemaking, forest livelihoods and biodiversity conservation. *Science* 331, 1606–1608.
- Pinto, C.A., 1997. Caracterización de la pesca de peces ornamentales en el departamento del Amazonas. (Informe Técnico). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA, División de Recursos Pesqueros, Leticia, Amazonas.
- Ploeg, A., 2004. The volume of the ornamental fish trade. *FAO Ornam. Fish Int.* 48–61.

- Porter-Bolland, L., Ellis, E.A., Guariguata, M.R., Ruiz-Mallèn, I., Negrete-Yankelevich, S., Reyes-García, V., 2012. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *For. Ecol. Manag.* 268, 6–17.
- Posey, D.A., BalÈe, W. (Eds.), 1989. Resource management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.
- Prieto, E., 2000. Estudio ictiológico de un caño de aguas negras de la Amazonia colombiana, Leticia- Amazonas. Tesis de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Redford, K.H., 1992. The empty forest. *Bioscience* 42, 412–422.
- Richards, M., 1997. Common property resource institutions and forest management in Latin America. *Dev. Change* 28, 95–117.
- Rodríguez, C.A., 2010a. Pesca comercial, Monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia colombiana. Fundación Tropenbos Internacional Colombia, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, C.A., 2010b. Pesca de consumo, Monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia colombiana. Fundación Tropenbos Internacional Colombia, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, C.A., 2010c. Visiones y manejo local del mundo del agua en la Amazonia colombiana, in: Amazonia Colombiana: Imaginarios Y Realidades, Cátedra Jorge Eliécer Gaitán. Bogotá D.C., Colombia., pp. 171–181.
- Rodríguez, C.A., Van der Hammen, M.C., Gruezmacher, M., 2007. Conocer para respetar: Principios Ecológico - Culturales Indígenas y el Enfoque Ecosistémico (UICN) en la Amazonia Colombiana, in: Andrade, A. (Ed.), Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinomérica. CEM - UICN, Bogotá D.C., Colombia.
- Rodríguez, C.M., 2007. La pesca de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en el área de frontera Brasil-Colombia- Perú y evaluación de un sistema de manejo en cautiverio bajo condiciones de la Amazonia colombiana. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonas, Leticia, Amazonas.
- Ruddle, K., Hickey, F.R., 2008. Accounting for the mismanagement of tropical nearshore fisheries. *Environ. Dev. Sustain.* 10, 565–589.
- Sánchez, C., Alonso, J.C., Agudelo, E., Chaparro, J., 2005. Biología de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) y ensayos de levante de alevinos en jaulas, en el Parque Nacional La Paya, Puerto Leguizamo – Putumayo. Pp. 247-250, in: Memorias Del VIII Simposio Colombiano de Ictiología. Capítulo IV, Ecología, Biodiversidad Y Conservación. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luís Córdoba, Quibdó, Colombia.
- Sánchez, S., Camargo, T., Beltrán, I.C., Valderrama, M., 1996. Esfuerzo y captura, aspectos bioecológicos, caracterización socioeconómica y comercialización de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en la Amazonia colombiana (Informe Técnico). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Corporación Autónoma Regional del Putumayo, Bogotá, D.C.
- Santos, M., 2000. Aspectos ecológicos de la fauna íctica dominante en la laguna Yahuaraca (Amazonia colombiana). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá D.C.

- Schaefer, M.B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 1, 27–56.
- Schwartzman, S., Moreira, A., Nepstad, D., 2001. Rethinking Tropical Forest Conservation: Perils in Parks. *Conserv. Biol.* 4, 1351–1357.
- Scudder, T., Connelly, T., 1985. Management systems for riverine fisheries, FAO fisheries technical paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Seijo, J.C., Defeo, O., Salas, S., 1997. Bioeconomía pesquera: teoría, modelación y manejo. FAO, Roma.
- Simões, A., Dias, S.C., Almeida, O., Rivero, S., 2014. Gestão dos recursos naturais na região do baixo Tocantins através de acrodos de pesca. *Amaz. - Rev. Antropol.* 6, 50–65. doi:10.18542/amazonica.v6i1.1748
- Sparre, J., Venema, S.C., 1995. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Documento Técnico de Pesca. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- StataCorp, 2011. StataCorp. 2011. Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: StataCorp LP.
- Strauss, A., Corbin, J., 2002. Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquia, Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia.
- Sumalia, R., 1999. A review of game-theoretic models of fishing. *Mar. Policy* 23, 1–10.
- Sumalia, U.R., 2005. Differences in economic perspectives and implementation of ecosystem-based management of marine resources. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 300, 279–282.
- Terborgh, J., 1999. Requiem for nature. Washington press.
- Tissot, B.N., Best, B.A., Borneman, E.H., Bruckner, A.W., Cooper, C.H., D'Agnes, H., Fitzgerald, T.P., Leland, A., Lieberman, S., Mathews Amos, A., Sumaila, R., Telecky, T.M., McGilvray, F., Plankis, B.J., Rhyne, A.L., Roberts, G.G., Starkhouse, B., Stevenson, T.C., 2010. How U.S. ocean policy and market power can reform the coral reef wildlife trade. *Mar. Policy* 34, 1385–1388. doi:10.1016/j.marpol.2010.06.002
- Valbo-Jørgensen, J., Marmulla, G., Welcomme, R.L., 2008. Migratory fish stocks in transboundary basins: implications for governance, management and research, in: Lagutov, V. (Ed.), *Rescue of Sturgeon Species in the Ural River Basin*. NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security. Springer, Amsterdam, pp. 61–86.
- Valdivia, G., 2005. On Indigeneity, Change, and Representation in the Northeastern Ecuadorian Amazon. *Environ. Plan. A* 37, 285–303.
- Van der Hammen, M.C., 2003. The Indigenous Resguardos of Colombia: Their contribution to conservation and sustainable forest use. Netherlands Committee for UICN, Amsterdam.
- Van der Hammen, M.C., 1992. El manejo del mundo: Naturaleza y sociedad entre los Yucuna de la Amazonia colombiana, Second edition. ed, *Studies on the Colombian Amazonia*. Tropenbos, Bogotá D.C., Colombia.
- Verhulst, P.F., 1838. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Corresp Math Phys* 10, 113–121.
- Welcomme, R.L., 1985. River Fisheries, FAO fisheries technical paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.