

**MONITOREO BIOLÓGICO COMUNITARIO DE PIRARUCÚ
(*Arapaima gigas*) Y ARAWANA (*Osteoglossum
bicirrhosum*) EN LOS BAJOS RÍOS CAQUETÁ Y APAPORIS**



CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA
PROGRAMA AMAZONIA



LA PEDRERA, AMAZONAS, 2015

FOTOGRAFÍAS PORTADA

Fase de campo del Monitoreo Biológico de Pirarucú (derecha) y Arawana (izquierda), en los lagos Caparú y Bacurí, respectivamente.

FUENTE

Jennifer Rey Goyeneche – Conservación Internacional Colombia

EQUIPO TÉCNICO

ROCIO LANCHEROS NEVA

Consultora

Conservación Internacional Colombia

JENNIFER REY GOYENCHE

Asistente de Investigación - Fotografías

CO-INVESTIGADORES

LAGO BACURÍ

- Ernesto Andrade
- Carlos Cubeo
- Gonzalo Tanimuca
- Henry Yucuna

LAGO CAPARÚ

- Alipio Carevilla
- Daniel Tanimuca
- Belisario Tanimuca
- Jhon Faber Tanimuca
- José Arbey Tanimuca
- Marco Antonio Tanimuca
- Henry Yucuna

LAGO PUERTO CAIMÁN

- Mauricio Mejía Perea
- Diego Fernando Perea
- Henry Yucuna
- Frank Ramírez Miraña

LAGO MONTES

- Ernesto Gutiérrez
- Abrahán Miraña
- Manuel Mora
- Pilton Pérez
- Carmen Rosa Torres
- Rubiel Torres
- Henry Yucuna

LAGO CENTRO

- Ernesto Gutiérrez
- Abrahán Miraña
- Manuel Mora
- Pilton Pérez
- Carmen Rosa Torres
- Rubiel Torres

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	11
3. MARCO TEÓRICO.....	12
3.1 Descripción de las especies	12
3.1.1 Pirarucú (<i>Arapaima gigas</i>).....	12
3.1.2. Arawana (<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>)	16
4. MÉTODOS.....	20
4.1. Área de estudio	20
4.2. Fase de campo.....	25
4.2.1. <i>Arapaima gigas</i>	25
4.2.2. <i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	26
4.3. Toma de datos:.....	27
4.4. Análisis de datos.....	29
4.4.1. Abundancia:.....	29
4.4.2. Densidad:.....	29
4.4.3. Estructura poblacional.....	30
4.4.4. Crecimiento poblacional	30
5. RESULTADOS	31
5.1. Taller de capacitación co-investigadores	31
5.2. Monitoreo de Pirarucú (<i>A. gigas</i>).....	32
5.2.1. Abundancia poblacional de Pirarucú.....	33

5.1.2 Densidad poblacional de Pirarucú.....	34
5.1.3 Estructura poblacional de Pirarucú	35
5.2 Monitoreo Arawana (<i>O. bicirrhosum</i>)	37
5.2.1 Abundancia poblacional de Arawana.....	37
5.2.2 Densidad poblacional de Arawana.....	39
5.2.3 Estructura poblacional de Arawana	40
6. DISCUSIÓN.....	42
6.1. Evaluación estado de las poblaciones durante la permanencia de los acuerdos de conservación	42
6.1.1 <i>Arapaima gigas</i>	42
6.1.2 <i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	57
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas establecidas para determinar clase etaria de individuos de <i>A. gigas</i> durante el monitoreo biológico, año 2015.	15
Tabla 2. Medidas establecidas para determinar clase etaria de individuos de <i>O. bicirrhosum</i> durante el monitoreo biológico, año 2015.	19
Tabla 3. Coordenadas geográficas de ubicación de los lagos monitoreados y las especies de estudio.	21
Tabla 4. Características físicas de los lagos monitoreados y tipo de ecosistemas.	22
Tabla 5. Datos generales del monitoreo biológico en los bajos ríos Caquetá y Apaporis 2015.	32
Tabla 6. Abundancia de Pirarucú - Monitoreo Biológico 2015.	33
Tabla 7. Densidad poblacional de <i>A. gigas</i> , monitoreo biológico comunitario, año 2015.	Error!
Bookmark not defined.	
Tabla 8. Relación de individuos inmaduros y adultos durante el monitoreo biológico de <i>A. gigas</i> , año 2015.	36
Tabla 9. Datos generales del monitoreo biológico en los bajos ríos Caquetá y Apaporis 2015.	37
Tabla 10. Abundancia de Arawana- Monitoreo Biológico 2015.	37
Tabla 11. Densidad poblacional de <i>O. bicirrhosum</i> , monitoreo biológico comunitario, año 2015.	39
Tabla 12. Relación de individuos inmaduros y adultos durante el monitoreo biológico de <i>O. bicirrhosum</i> , año 2015.	40
Tabla 13. Abundancia en <i>A. gigas</i> durante los monitoreos biológicos comunitarios realizados en el bajo Caquetá y Apaporis.	43
Tabla 14. Resultados monitoreos biológicos <i>A. gigas</i> en el lago Caparú.	44
Tabla 15. Abundancia de <i>A. gigas</i> en el lago Bacurí durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	46
Tabla 16. Abundancia de <i>A. gigas</i> en el lago Montes.	48
Tabla 17. Abundancia de <i>A. gigas</i> en el lago Centro.	49
Tabla 18. Densidad en <i>A. gigas</i> durante los monitoreos biológicos comunitarios realizados en el bajo Caquetá y Apaporis.	51
Tabla 19. Densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el lago Caparú.	52
Tabla 20. Relación densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el lago Bacurí.	54
Tabla 21. Relación densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago de Montes.	55
Tabla 22. Relación densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago de Centro.	57
Tabla 23. Relación abundancia poblacional de <i>O. bicirrhosum</i> en el Lago de Puerto Caimán.	58
Tabla 24. Relación densidad de <i>O. bicirrhosum</i> de monitoreo comunitario.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Individuo de <i>A. gigas</i> . FUENTE: Hugo Franco Rojas-Universidad de la Amazonia.	13
Figura 2. Individuo de <i>O. bicirrhosum</i> . FUENTE: Jennifer Rey Goyeneche – Conservación Internacional Colombia	17
Figura 3. Ubicación geográfica de los sectores de protección del programa ‘Vigías Comunitarios de la Conservación’, en el bajo Caquetá y Apaporis.	20
Figura 4. Lago Bacurí, Bajo Caquetá. Monitoreo Biológico 2015.	23
Figura 5: Lago Caparú, Apaporis. Monitoreo biológico 2015.	24
Figura 6. Diagrama de ubicación de canoas y co-investigadores para el muestreo de Pirarucú.	26
Figura 7. Diagrama de ubicación de co-investigadores para el muestreo diurno de Arawana.	27
Figura 8. Formatos de registro de información colectada en campo para (A) Pirarucú y (B) Arawana.	28
Figura 9. Abundancia de <i>A. gigas</i> , monitoreo biológico comunitario Bajo Caquetá y Apaporis, año 2015.	34
Figura 10. Densidad poblacional de <i>A. gigas</i> , monitoreo biológico comunitario, año 2015.	35
Figura 11. Estructura poblacional presente en el monitoreo biológico comunitario de <i>A. gigas</i> , año 2015.	36
Figura 12. Relación de abundancia de <i>O. bicirrhosum</i> que se presentó durante el monitoreo biológico, año 2015.	38
Figura 13. Densidad poblacional de <i>O. bicirrhosum</i> , monitoreo biológico comunitario, año 2015.	40
Figura 14. Estructura poblacional presente en el monitoreo biológico comunitario de <i>O. bicirrhosum</i> , año 2015.	41
Figura 15: Abundancia de <i>A. gigas</i> en el lago Caparú durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	45
Figura 16: Abundancia de <i>A. gigas</i> en el lago Bacurí durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	47
Figura 17: Abundancia de <i>A. gigas</i> en el Lago Montes durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	48
Figura 18: Abundancia de <i>A. gigas</i> en el Lago Centro durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	50
Figura 19: Relación densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago Caparú.	53
Figura 20: Densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago Bacurí.	54
Figura 21: Densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago Montes.	56
Figura 22: Relación densidad poblacional de <i>A. gigas</i> en el Lago Centro.	57
Figura 23: Abundancia de <i>O. bicirrhosum</i> en el Lago Puerto Caimán durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	59
Figura 24: Densidad de <i>O. bicirrhosum</i> en el Lago Puerto Caimán durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.	60

RESUMEN

El programa 'Vigías Comunitarios de la Conservación' es una estrategia que se ha implementado en diferentes comunidades de los bajos ríos Caquetá y Apaporis con el fin de recuperar sectores y especies que históricamente han estado sometidos a una fuerte extracción. Las comunidades participantes, luego de tener procesos organizativos, designan personas para permanecer de manera constante en los sectores de conservación ejerciendo actividades de control y vigilancia. La Arawana y el Pirarucú son propuestos como especies sombrilla en este programa, debido a sus características biológicas y a la reducción significativa de sus poblaciones. Anualmente se realiza una evaluación del programa a través de un monitoreo biológico de estas poblaciones, bajo la coordinación de Conservación Internacional y las comunidades de la zona. Entre febrero y marzo de 2015 se realizó un monitoreo en los lagos de Caparú, Bacurí, Puerto Caimán, Montes y Centro. Estos dos últimos se encuentran actualmente fuera de los acuerdos de conservación; sin embargo, se propuso evaluar su estado para analizar el impacto del programa. Los lagos de Caparú, Bacurí y Montes presentaron una recuperación de las poblaciones de Pirarucú, evidenciando un impacto positivo de las estrategias de conservación de los recursos. Para el caso de Montes, se propone que las poblaciones de estas especies se han recuperado por la regulación social de los habitantes de la vereda Villa Marcela y la conexión que presenta con el lago Bacurí. Por el contrario, la población de Pirarucú en el lago de Centro presentó una disminución, posiblemente por los inconvenientes en el control y vigilancia constante dentro del área, la cual se encuentra en una zona de difícil acceso. Las poblaciones de Arawana presentaron una recuperación positiva en los sectores de Bacurí y Puerto Caimán, evidenciándose un aumento en la densidad poblacional. El crecimiento poblacional para Bacurí puede deberse al fortalecimiento en sus estrategias de conservación. Sin embargo, esta especie, de gran importancia comercial como especie ornamental, está siendo afectada significativamente en los lagos de Centro y Montes, en donde no se evidenció una presencia significativa.

1. INTRODUCCIÓN

En diferentes áreas de la región de los bajos ríos Caquetá y Apaporis se presentan procesos de extracción de recursos naturales que han generado una pérdida de diversidad de especies y un deterioro ambiental gradual de los ecosistemas. La presión sobre estos recursos ha aumentado debido a la falta de alternativas económicas que promuevan un uso sostenible del medio ambiente. Como respuesta a esta problemática, Conservación Internacional Colombia junto con algunas comunidades de la región han implementado mecanismos para la conservación de especies de fauna y flora que se han visto afectados en esta zona.

Desde el año 2007, Conservación Internacional Colombia, las comunidades de Borikada, Curare, Camaritagua, Ñumi, y la vereda Madroño han trabajado conjuntamente en la creación del programa 'Vigías Comunitarios de la Conservación', el cual consiste en la implementación de una estrategia participativa de las comunidades para viabilizar la conservación y el uso sostenible de diferentes recursos naturales presentes en su territorio. El Pirarucú (*Arapaima gigas*) y la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) son designados como especies sombrilla por sus características biológicas (son especies indicadoras del estado en que se encuentra su hábitat) y por la fuerte presión que existe sobre sus poblaciones, debido a su importancia económica a nivel local, regional y nacional: el Pirarucú se comercializa como especie de consumo, mientras que la Arawana se distribuye como especie ornamental (Romero, 2006). Ambas especies se consideran en riesgo de extinción, y están reportadas para Colombia dentro de la categoría Vulnerable (VU) de la UICN. Adicionalmente, el Pirarucú está incluido en el apéndice II de CITES (Sánchez *et al.*, 2011; Mojica, J. I., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez, 2002).

La conservación de ecosistemas hábitat del Pirarucú y la Arawana también beneficia de manera directa la recuperación de especies asociadas a estas áreas, como son el caimán negro (*Melanosuchus niger*), la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*), la tortuga taricaya (*Podocnemis unifilis*), entre otras. Debido a la importancia de estas especies en la dinámica del territorio, como bio-indicadores de los diferentes ecosistemas que se presentan en los lagos, el programa 'Vigías Comunitarios de la Conservación' se ha convertido en una estrategia efectiva para la recuperación de especies y la protección de ecosistemas, como Várzea e Igapó.

Para evaluar el impacto de este programa de conservación se realiza anualmente un monitoreo biológico de las poblaciones de Arawana y Pirarucú en las áreas que se protegen, con el fin de generar un seguimiento periódico de la recuperación de las mismas y otras especies que allí habitan, y brindar información importante para la implementación del programa en las zonas en donde se desarrolla.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Desarrollar las actividades de monitoreo biológico en los lagos de Puerto Caimán, Bacurí, Caparú, Montes, y Centro, ubicados en la cuenca baja de los ríos Caquetá y Apaporis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las abundancias y densidades de las poblaciones de Pirarucú y Arawana en las áreas definidas.
- Evaluar el impacto de los Acuerdos de Conservación de las poblaciones de Pirarucú y Arawana en las comunidades donde se ubican los lagos de interés: Borikada, Curare, Camaritagua, Madroño, Ñumi, y Villa Marcela.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Descripción de las especies

3.1.1 Pirarucú (*Arapaima gigas*)

3.1.1.1. Descripción taxonómica:

Clase:	OSTEICTHYES
Orden:	OSTEOGLOSSIFORMES
Familia:	Arapaimidae
Género:	Arapaima
Especie:	Arapaima gigas (Cuvier 1829)
Nombre común:	Pirarucú

3.1.1.2. Distribución geográfica:

Arapaima gigas es considerado un pez de clima ecuatorial, en donde se presenta una temperatura ambiental elevada todo el año (promedio de 26°C) y una precipitación anual de más de 2000 mm. Esta especie habita en regiones de tierras bajas del río Amazonas y sus tributarios (Berra, 2004; Hrbek *et al.*, 2005).

Generalmente habita ríos de corriente suave y lagunas poco profundas con abundante vegetación flotante influenciadas por ríos de aguas blancas, negras y claras (Goulding *et al.*, 2003; Fernandes, 2005). El bosque ribereño de la planicie de inundación es importante para las zonas de anidamiento (Castello, 2008). Sus depredadores naturales son algunas aves (*Anhinga anhinga*, *Megaceryle torquata*, *Phalacrocorax brasilianus*) y algunos peces

(*Serrasalmus* spp., *Cichla monoculus*, *Erythrinus erythrinus* y *Astronotus ocellatus*) (Rebaza et al., 1999).

3.1.1.3. Descripción de la especie:

El Pirarucú es considerado uno de los peces de escama más grande de aguas continentales del mundo, presentando longitudes de hasta 4 metros y alcanzando pesos de más de 200 kg (Ferraris, 2003; Berra, 2004; Nelson, 2006). Posee una cabeza pequeña y deprimida (10% del tamaño de su cuerpo), con sus huesos ligeramente ornamentados. Su cuerpo es alargado, cilíndrico y subsecuentemente comprimido, y está cubierto con escamas ovales grandes y gruesas. Las aletas anal y dorsal están al mismo nivel, cerca de la cola redondeada (Figura 1). La sección posterior del cuerpo posee una coloración roja intensa (Ferraris, 2003; Saavedra et al., 2005a; Nelson, 2006).

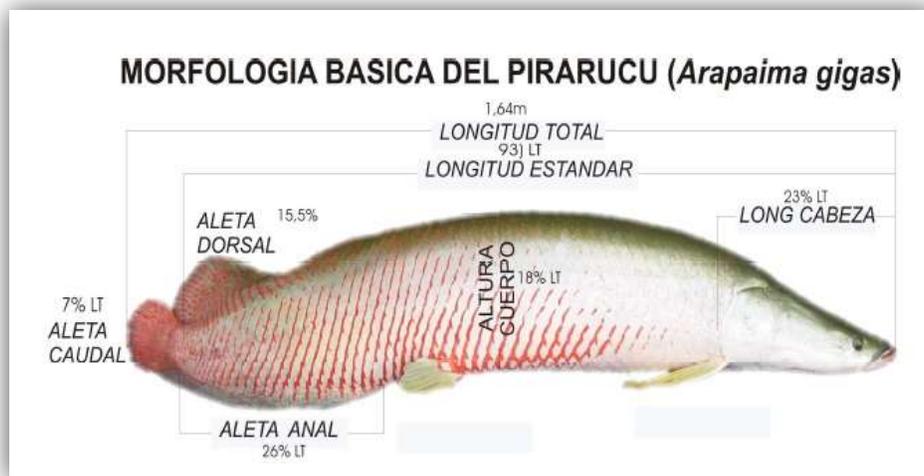


Figura 1. Individuo de *A. gigas*. Fuente: Hugo Franco Rojas-Universidad de la Amazonia.

Las branquias del Pirarucú están reducidas en tamaño y han perdido casi completa afinidad por el oxígeno. Sus funciones principales son la excreción de amoníaco, carbonatos y dióxido de carbono (Val & De Almeida-Val, 1995), así como la regulación de iones o ácidos-base

(Brauner *et al.*, 2004). Su gran vejiga natatoria, altamente vascularizada, trabaja como un órgano respiratorio accesorio (Rebaza *et al.*, 1999; Fernandes, 2005). Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria y el aire es conseguido a través de tragos regulares tomados de la superficie del agua. Las respiraciones tienen una frecuencia de entre 10 y 20 minutos, y dependen directamente del tamaño del individuo (Fontenele, 1948). Estas adaptaciones permiten que la especie pueda sobrevivir en las condiciones de ambientes poco oxigenados de las planicies de inundación.

3.1.1.4. Hábitat y comportamiento:

Arapaima gigas se caracteriza por habitar en ríos de corrientes suaves y lagunas poco profundas, con abundante vegetación flotante influenciadas por ríos de aguas blancas, negras y claras. De acuerdo a diferentes estudios realizados en cautiverio y en estado silvestre, se ha determinado que el Pirarucú tiene preferencias carnívoras, a pesar de que se considera que su tracto digestivo pudo haber funcionado como filtrador en un inicio. En etapas juveniles los individuos se alimentan de pequeños peces, decápodos, moluscos e insectos; en una etapa adulta los individuos son más selectivos con el tipo de alimentos que consumen, prefiriendo peces de tamaños medianos (Characidae, Cichlidae, Prochilodontidae, Anostomidae, Loricariidae), decápodos y ocasionalmente pequeñas tortugas de la familia Podocnemidae.

Los sentidos del olfato y el tacto del Pirarucú se convierten en factores determinantes para realizar la captura de las presas, siendo las horas de la noche las de mayor actividad de caza. Para la Amazonia Colombiana se ha determinado que la captura de presas es más fácil en la época en que los ríos se encuentran bajos, debido a las altas concentración de las presas en áreas adecuadas.

La reproducción de esta especie se da entre los meses de noviembre y mayo, evidenciándose el mayor número de crías en el momento en que los ríos están creciendo. El

aumento en los niveles de profundidad facilita la movilización de los adultos con sus crías a través de los tributarios de los ríos, permitiendo que se desplacen hacia áreas donde se encuentran mayores recursos alimenticios y en donde se favorece la protección de las crías frente a predadores.

El Pirarucú es una especie que forma parejas monogámicas y construye nidos en zonas poco profundas de los cuerpos de agua. Una hembra puede producir de 2000 hasta 11000 larvas por desove (Bard e Imbiriba 1986 y Halverson 2010, citados en Mojica, et al. 2012). Las larvas son cuidadas por los progenitores durante sus primeros cinco meses aproximadamente en caso de no existir presión de pesca (Crossa et al. 2003 en Mojica et. al., 2012). El macho es quien cuida el nido durante los primeros cinco días cuando las larvas absorben el saco vitelino; en la fase de alevinos también son cuidados por el padre en cardúmenes cerrados, en donde siempre están ubicados alrededor de su cabeza.

La madurez sexual es alcanzada a partir de los 4 años de edad, cuando alcanza una longitud total de entre 1.60 y 1.85 m, y un peso de 40 a 60 kg (IIAP, 2002).

3.1.1.5. Tallas

En el caso de *A. gigas*, los individuos que estén con medidas inferiores a 1.50 m de longitud son considerados individuos juveniles, mientras que los que superen esta longitud serán considerados como individuos adultos (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas establecidas para determinar clase etaria de individuos de *A. gigas* durante el monitoreo biológico, año 2015.

Fase etaria	Medidas
Individuos Inmaduros	Menores de 150 cm
Individuos Adultos	Mayores de 150 cm

3.1.2. Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*)

3.1.2.1. Descripción taxonómica

Clase:	OSTEICTHYES
Orden:	OSTEOGLOSSIFORMES
Familia:	Osteoglossidae
Subfamilia:	Osteoglossinae
Especie:	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>
Nombres comunes:	Arawana (Colombia), Aruana (Brasil), Arahuaana (Perú)

3.1.2.2. Distribución geográfica:

La familia Osteoglossidae se encuentra distribuida en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en el continente suramericano, y está conformada por dos especies: *Osteoglossum ferreirae*, la cual se distribuye en la cuenca del río Negro, y *O. bicirrhosum*, distribuida en la cuenca del río Amazonas. Para Colombia, esta última especie se localiza sobre la cuenca baja del río Caquetá, medio y bajo río Putumayo, y el Amazonas.

3.1.2.3. Descripción de la especie:

La especie *Osteoglossum bicirrhosum* se caracteriza por poseer una lengua ósea (*osteo*: hueso; *glossum*: lengua) y dos barbillones (*bi*: dos; *cirrhosum*: barbillones) (Sánchez, 2004). Esta especie puede alcanzar hasta un metro de longitud. Posee una boca grande en posición superior, cabeza de forma triangular y ojos grandes. Presenta dientes “villiformes” en el inicio de los arcos branquiales, y cuenta con dos barbillones en el maxilar inferior. La apertura branquial es ancha, su cuerpo y cabeza es muy comprimido, las escamas son grandes y de tipo cicloide, y la aleta dorsal y anal son grandes, con 52 a 58 y 61 a 67 radios,

respectivamente. Presenta entre 30 a 36 escamas en la línea lateral, siendo más común un total de 34 escamas (Galvis et al., 2006; Sánchez et al., 2011).

La Arawana presenta dimorfismo sexual secundario, evidenciándose en los machos un cuerpo más largo y una mandíbula más pronunciada, a diferencia de las hembras que son más robustas y de cabeza más redondeada (Posada, 1998). Las escamas presentan una coloración amarilla suave, una banda azul delgada y luego un color gris oscuro a gris claro. Los barbillones son de color gris oscuro a verde oscuro, las aletas tienen una coloración gris a gris oscuro, y aleta caudal es en su inicio gris oscura y al final carmelita (Camargo, 1995). De acuerdo al tipo de ambiente acuático en que se encuentre, el pez adquiere por lo regular una tonalidad de su entorno. Por ejemplo, en aguas negras o de origen amazónico la Arawana presenta una tonalidad oscura sobre el costado superior. En cambio, en aguas blancas o de origen andino presenta una coloración más clara (Figura 2).



Figura 2. Individuo de *O. bicirrhosum*. Fuente: Jennifer Rey Goyeneche – Conservación Internacional Colombia

3.1.2.4. Hábitat y comportamiento

En la cuenca media del río Putumayo, la Arawana ha sido observada en bosques inundables como también en quebradas y ríos de origen amazónicos (aguas negras). En raras ocasiones

esta especie ha sido avistada en ríos principales, excepto en donde son capturadas en las confluencias de cursos de aguas negras y blancas (Sánchez y Alonso, 2003).

Esta especie permanece constantemente nadando y cazando en la franja superior de la columna de agua, en una sección de 50 a 80 cm, debido a sus características anatómicas de alimentación. Al presentar una boca superficial y de gran tamaño, lo cual facilita su alimentación, la Arawana es un pez con hábitos alimenticios variables durante toda su vida. En su estado juvenil se alimenta de pequeños insectos y crustáceos, y en su etapa adulta se ha encontrado en los contenidos estomacales restos de peces, insectos, crustáceos, partes de reptiles, como culebras, y restos de plantas.

Según lo manifiestan varios pescadores de las comunidades de la Amazonia colombiana, es frecuente observar la Arawana saltar fuera del agua para capturar insectos, logrando alcanzar una altura de hasta 1.5 metros. Se sabe que a partir de los 45 cm las hembras inician su ciclo reproductivo en el medio río Putumayo (Waty, 2010).

Durante la época de reproducción, una vez es llevada a cabo la fertilización de los huevos, es el macho quien toma el papel de cuidar y defender las larvas de posibles predadores, incluso dejando de alimentarse. Las larvas son cuidadas en la cavidad bucal del padre, y allí permanecen hasta que alcanzan 8 cm de longitud estándar (Rodríguez-Sierra, 2007).

3.1.2.5. Tallas y peso.

La talla máxima reportada en la cuenca media de la Amazonia en Brasil es de 75.3 cm de longitud para hembras y 79.5 cm para machos. La talla media de madurez sexual para este mismo sector es de 52.5 y 52 cm para machos y hembras, respectivamente. Para la cuenca media del río Putumayo en Colombia se ha determinado que la mayoría de machos se encuentra entre los 42 y 46 cm de longitud, y las hembras entre los 78 y 82 cm. La talla de madurez sexual media en hembras es de 65 cm (Sánchez et al., 2003) (Tabla 2).

Tabla 2. Medidas establecidas para determinar clase etaria de individuos de *O. bicirrhosum* durante el monitoreo biológico, año 2015

Fase etaria	Medidas
Individuos Inmaduros	Menores de 50 cm
Individuos Adultos	Mayores de 50 cm

4. MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El monitoreo fue realizado en áreas rurales del corregimiento de La Pedrera, departamento del Amazonas, y del municipio de Taraira, departamento del Vaupés (Figura 3). Cerca al corregimiento de La Pedrera se muestrearon los lagos de Bacurí, ubicado en territorio de la vereda campesina de Madroño, los lagos de Montes y Centro, correspondientes a la vereda campesina de Villa Marcela, y el lago de Puerto Caimán, el cual se localiza en territorio del resguardo indígena Curare-Los Ingleses. En el municipio de Taraira se realizó el monitoreo del lago Taraira, llamado también lago Caparú.

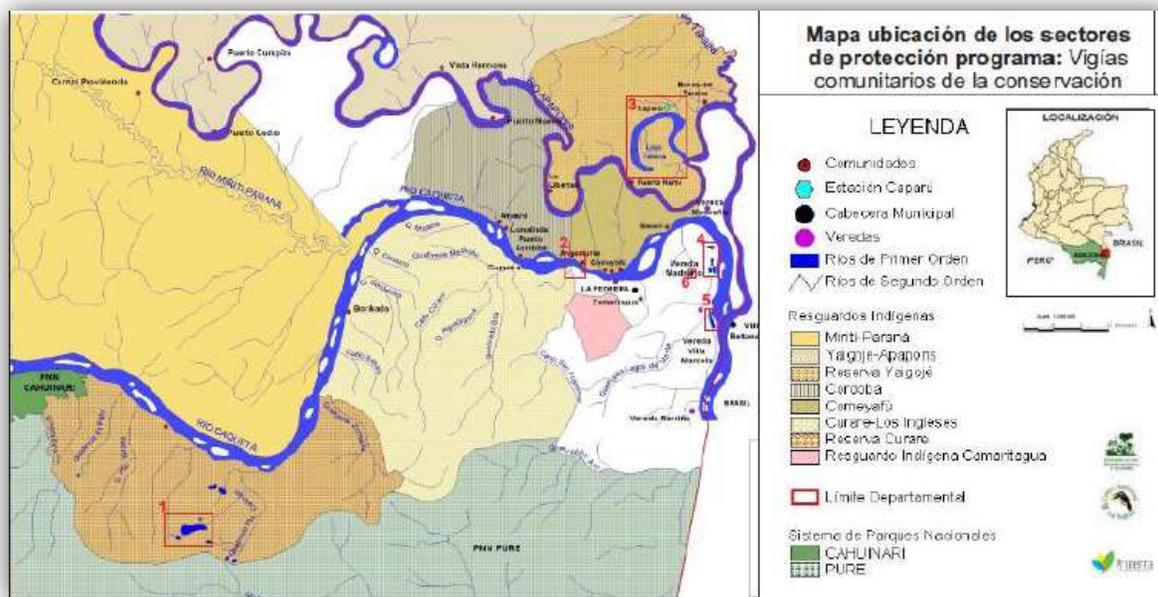


Figura 3. Ubicación geográfica de los sectores de protección del programa ‘Vigías Comunitarios de la Conservación’, en el bajo Caquetá y Apaporis. Fuente: Monitoreo Biológico de Pirarucú y Arawana, 2012.

En los lagos de Caparú, Bacurí y Montes se han designados unas sub-áreas con el fin de facilitar algunas actividades realizadas dentro del programa de vigías de la conservación,

como los registros de biodiversidad y las acciones de control y vigilancia. Aunque para cada lago las sub-áreas mantienen una continuidad, los vigías se basan en factores biofísicos de fácil reconocimiento para dividir estos sectores (Tabla 3).

Tabla 3. Coordenadas geográficas de ubicación de los lagos monitoreados y las especies de estudio.

LAGO	ESPECIES MONITOREADAS	Nº LAGO	LATITUD	LONGITUD
CAPARU	PIRARUCÚ	1	S01°08'52"	W69°29'07.0"
		2	S01°08'49.9"	W69°29'14.7"
		3	S01°04'51.1"	W69°31' 30.9"
PUERTO CAIMAN	ARAWANA	1	S01°35'16.3"	W70°05'51.3"
BACURÍ	PIRARUCÚ ARAWANA	1	S01°15'55.4"	W69°29'41.8"
		2	S01°16'07"	W69°29'39.5"
		3	S01°16'4.0"	W69°29'39.1"
CENTRO	PIRARUCÚ ARAWANA	1	S01°26'29.2"	W69°28'14.2"
MONTES	PIRARUCÚ ARAWANA	1	S01°17'48.4"	W69°27'18.4"
		2	S01°17'40.1"	W69°26'55.2"
		3	S01°17'31.4"	W69°27'22.9"

La zona correspondiente al bajo Caquetá y Apaporis se caracteriza por tener bosques inundables, los cuales en determinadas temporadas del año son cubiertos por el agua que se desborda de los ríos. Por este fenómeno, de vital importancia para el funcionamiento del ecosistema, se evidencia una gran variabilidad en los paisajes. Estos bosques inundables se caracterizan por ser altamente productivos en las orillas de los ríos, los cuales se inundan durante la estación lluviosa y reciben abundantes sedimentos de la Cordillera de los Andes. Debido a estos factores, se presenta un alto número de especies en estos ecosistemas. Estos fenómenos se presentan por las fuertes lluvias estacionales concentradas en los Andes orientales y el noroeste de la cuenca. Debido a las dimensiones de la cuenca amazónica y la

distribución irregular de las lluvias estacionales, distintas partes del sistema fluvial se inundan en épocas diferentes y las inundaciones en general tardan más que si la distribución temporal de las lluvias fuera la misma en toda la cuenca.

Estas áreas inundables son de gran importancia debido a que alteran radicalmente el paisaje del bosque, y son vitales para la dispersión de sedimentos y la fertilización de la Várzea. La presencia de grandes cantidades de cieno, provenientes principalmente de los Andes, juega un papel importante en el enriquecimiento del suelo para el cultivo.

Conforme las aguas avanzan sobre la tierra, los hábitats que se crean hacen posible que los organismos acuáticos nadan por los bosques riparios (situados a lo largo de las riberas de los ríos), para la búsqueda de alimento. Los peces consumen zooplancton, y la tasa de reproducción llega a sus niveles más altos durante la marea alta. Cuando el agua desciende, el flujo del río transporta el zooplancton y lo distribuye hacia otros ríos, proporcionando una base alimenticia para la fauna acuática. Las características de estos lagos se determinan de acuerdo a si son catalogados como lagos de Várzea o Igapó (Tabla 4).

Tabla 4. Características físicas de los lagos monitoreados y tipo de ecosistemas.

LAGO	PROFUNDIDAD MEDIA	PROFUNDIDAD MÁXIMA	ÁREA DEL LAGO	TIPO DE LAGO
CAPARÚ	4.1		750.65	IGAPÓ
PUERTO CAIMAN	5.3	9.3	13.60	VARZEA
BACURÍ	4.1	6.1	19.20	
CENTRO	3.8	7.1	11.63	
MONTES	3.7	5.6	16.24	

Lagos de Várzea:

Estos pertenecen a la planicie de inundación del río Caquetá y se caracterizan por ser lagos con influencia de aguas blancas (de origen andino), los cuales se diferencian de los ríos de origen amazónico por presentar mayor concentración de nutrientes. Los lagos Montes, Bacurí, Centro y Puerto Caimán son lagos formados por el movimiento del río Caquetá dentro su plano de inundación (Figura 4). Éstos se crean por la formación de diques de deposición de sedimentos, asociados a las cicatrices del río.



Figura 4. Lago Bacurí, Bajo Caquetá. Monitoreo Biológico 2015.

Lagos de Igapó

Los lagos de Igapó corresponden a los ecosistemas que se ubican sobre la zona de inundación de los ríos de origen amazónico. Estos ríos presentan una coloración oscura y son

conocidos como ríos de aguas negras. Se caracterizan por tener menor mineralización, en donde su aporte de nutrientes principalmente se da por la descomposición de materia orgánica.

El lago Caparú es un sistema compuesto por 3 lagos, influenciados por el río Apaporis (Figura 5).



Figura 5. Lago Caparú, río Apaporis. Monitoreo biológico 2015.

Aspectos geológicos e hidrológicos

El área de estudio posee formaciones geológicas de llanura amazónica y del escudo guyanés, por lo cual se presenta una baja cantidad de iones disueltos y salinidad (Duque 1997, INCORA 2002).

El río Caquetá, al ser un río de formación Andina, aporta grandes cantidades de sólidos suspendidos sobre el canal principal del río, siendo el principal aporte sedimentario a la fertilización de los suelos de los bosques inundables (Curtis et al. 1982). Las variaciones anuales del río están influenciadas por los patrones de lluvias mono modales, determinados por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Se presenta una variación en el caudal de 10000 a 13000 m³/segundo, determinando cuatro periodos hidrológicos: aguas altas (abril a junio), aguas en descenso (julio a septiembre), aguas bajas (octubre a enero) y aguas en ascenso (febrero a marzo); el nivel del río presenta fluctuaciones de 9 a 17 m entre las aguas bajas y altas (Goulding et al. 2003, INCORA, 2002, Agudelo et al. 2000, Rodríguez 1991).

4.2. Fase de campo

4.2.1. *Arapaima gigas*

El método de observación de Pirarucú fue propuesto por Castello (2004), el cual se basa en el conteo por boyadas. Éste consistió en realizar un conteo, durante un tiempo determinado, de los individuos cada vez que emergían a la superficie para respirar. La categorización de los individuos se realizó de acuerdo con el tamaño: (a) adultos, con un tamaño mayor a 1.50 m; y (b) juveniles, con un tamaño menor a 1.50 m. Las observaciones en cada punto de muestreo fueron realizadas por un periodo de 30 minutos, en los cuales durante los primeros 20 minutos se registraron adultos y juveniles, y en los últimos 10 minutos se registraron sólo adultos.

Este método busca evitar la sobreestimación del número de juveniles, debido al menor intervalo de tiempo entre las boyadas de éstos, en comparación con los adultos. Al finalizar los 30 minutos de observación los co-investigadores se desplazaban al siguiente punto de muestreo para realizar un nuevo conteo. La distancia que se estableció entre las diferentes canoas fue de aproximadamente 100 m entre ellas; éstas debían estar ubicadas de tal forma

que le permitiera a los observadores tener un rango de visión amplio del área a muestrear. El número de puntos de muestreo dependió directamente de la forma y el tamaño del lago (Figura 6).

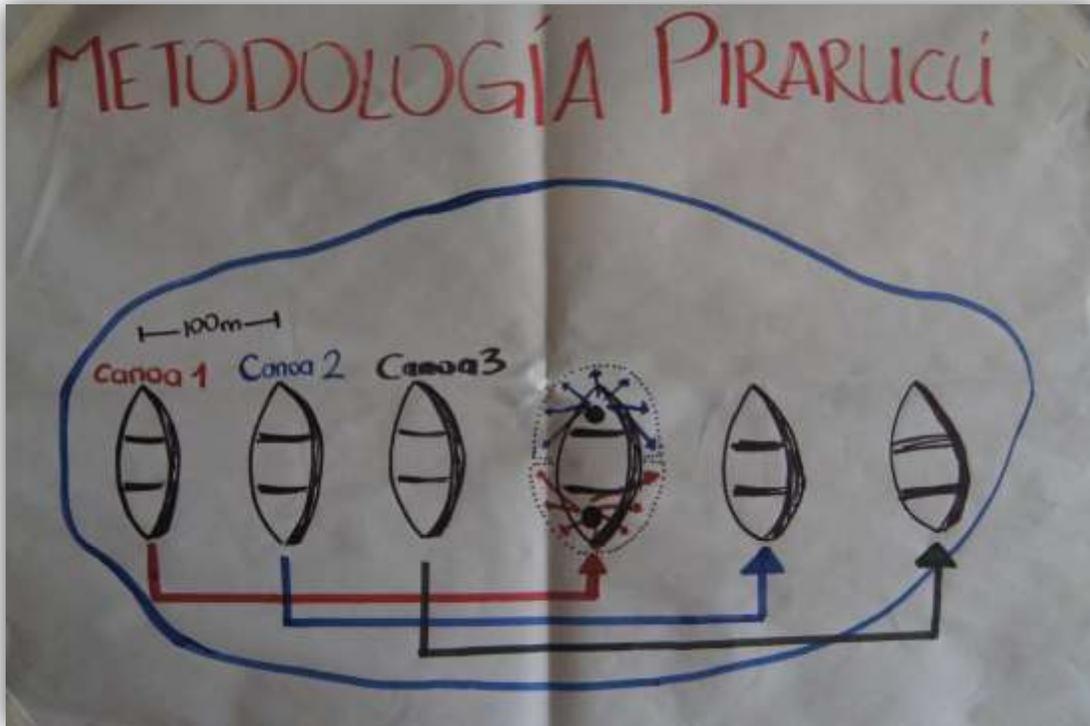


Figura 6. Diagrama de ubicación de canoas y co-investigadores para el muestreo de Pirarucú.

4.2.2. *Osteoglossum bicirrhosum*

La metodología que se propuso para el monitoreo de Arawana consistió en realizar observaciones diurnas de individuos mediante el establecimiento de puntos de muestreo en árboles altos que se encontraban a la orilla del lago. Los co-investigadores se ubicaron a distancias de aproximadamente 50 m entre ellos, con el fin de contar durante 20 minutos los cardúmenes o grupos de Arawana que pasaban por su área de observación. Posteriormente, se realizó un desplazamiento a los siguientes puntos de muestreo u observación (Figura 7).

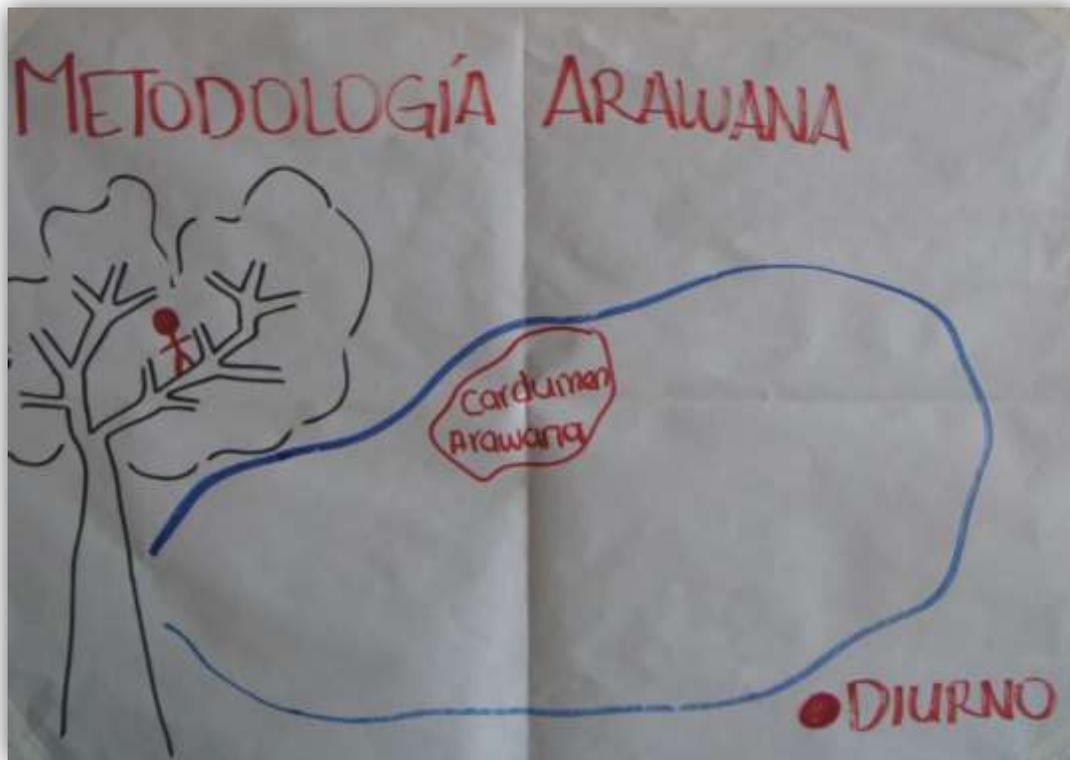


Figura 7. Diagrama de ubicación de co-investigadores para el muestreo diurno de Arawana.

4.3. Toma de datos

Los co-investigadores recibieron una capacitación previa al inicio del monitoreo. Durante esta actividad se expuso la forma de organización de los grupos de trabajo, y la distribución de canoas en cada una de las áreas. Para el monitoreo de Pirarucú los co-investigadores estuvieron organizados de a dos personas por cada canoa, y éstas se ubicaron a 100 m de longitud con respecto a la siguiente. Después de ubicadas las canoas, se determinaba el ángulo de observación que tendría cada uno, con el fin de evitar la observación de la misma zona. Para el caso de Arawana, la observación se realizó desde árboles. Cada observador se ubicaba a una altura que le permitiera una adecuada observación de los cardúmenes de Arawana, dependiendo de las condiciones medioambientales, como nubosidad, y marea y corriente del río. Los árboles se encontraban a una distancia de aproximadamente 50 m

entre ellos y seguía una ubicación en forma de zigzag, el cual permitía tener un rango de observación más amplio.

Para las dos especies se contó con un formato de registro que incluía información sobre la identificación del observador y la canoa, el número de parada, las horas de inicio y finalización del muestreo por parada, y la cantidad de individuos observados por fase etaria (Figura 8). Durante los desplazamientos que se realizaban desde un punto de observación hasta el otro, los co-investigadores verificaban la información colectada.

A

FORMATO DE OBSERVACIÓN DE PIRARUCÚ					
OBSERVADOR					
FECHA				Nº CANOA	
LAGO					
PARADA	HORA		FASE ETARIA		TOTAL
	INICIO	FINAL	JUVENILES	ADULTOS	

B

FORMATO DE OBSERVACIÓN DE ARAWANA					
OBSERVADOR					
FECHA				Nº CANOA	
LAGO					
PARADA	HORA		FASE ETARIA		TOTAL
	INICIO	FINAL	JUVENILES	ADULTOS	

Figura 8. Formatos de registro de información colectada en campo para (A) Pirarucú y (B) Arawana.

4.4. Análisis de datos

Para establecer el estado de la población de Pirarucú y Arawana en la región de los bajos ríos Caquetá y Apaporis se evaluó la abundancia y los índices de densidad poblacional de cada especie en cada uno de los sectores muestreados.

Para realizar el análisis de los resultados se tuvo en cuenta la siguiente información:

4.4.1. Abundancia:

Se define como el número total de individuos observados de cada una de las especies en las áreas censadas, y se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$A = n$$

A: Abundancia

n: Número total de individuos observados

4.4.2. Densidad:

Se define como el número de individuos que se pueden encontrar dentro de un área determinada, y se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$D = n/ha$$

D = Densidad

n = Abundancia

ha = Área del lago

Las abundancias y densidades de cada especie se analizaron a través del tiempo para cada lago y se compararon entre los diferentes cuerpos de agua para determinar las tendencias poblacionales de Pirarucú y Arawana.

4.4.3. Estructura poblacional

Es la relación entre juveniles y adultos que permite inferir sobre los posibles cambios que están ocurriendo en una población, y se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$R = j / a$$

R = Relación

j = Juveniles

a= Adultos

4.4.4. Crecimiento poblacional

Es el cambio de una población en el tiempo, para lo cual se determinó el porcentaje de crecimiento de las poblaciones de Arawana y Pirarucú con respecto a monitoreos realizados previamente. Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{N2 - N1}{N1} * 100$$

CP: Crecimiento poblacional

N2: Población actual

N1: Población anterior

5. RESULTADOS

5.1. Taller de capacitación co-investigadores

El desarrollo del monitoreo biológico inició con un taller realizado el día 2 de marzo de 2015. Durante esta actividad participaron 21 co-investigadores, los cuales fueron seleccionados por las comunidades a las que pertenecen de acuerdo a la experiencia y participación que tuvieran en monitoreos biológicos previos. Esta selección se dio en reuniones internas para el caso de las comunidades que hacen parte de los Acuerdos de Conservación con Conservación Internacional Colombia: resguardos Curare-Los Ingleses y Camaritagua, comunidad de Puerto Ñumi, y vereda Madroño—, y por la Asamblea Interna en el caso de la vereda Villa Marcela —lagos de Centro y Montes—. Este taller tuvo como objetivos capacitar a los co-investigadores en la implementación de los métodos que se aplicarían durante el Monitoreo Biológico de las dos especies de interés —*A. gigas* y *O. bicirrhosum*— y establecer el cronograma y logística para la realización de la actividad en cada una de las áreas de estudio.

Esta capacitación inició con la presentación del equipo técnico, quien sería el encargado de liderar las actividades de muestreo y supervisar la toma de datos en campo, y de los co-investigadores, con el fin de conocer la experiencia del personal participante en las actividades de observación y monitoreo de Pirarucú y Arawana.

Posteriormente, se realizó una socialización, con la participación de los co-investigadores presentes, de la biología y ecología de las especies objeto de estudio, definiendo cuáles son las principales características morfológicas, que en el caso de la Arawana pueden contribuir a su identificación durante el monitoreo. De igual manera, se resaltaron las medidas promedio de adultos y juveniles para las dos especies, y se discutió cómo éstas pueden ayudar a determinar la fase etaria en la que se encuentren los individuos. Para el caso de Pirarucú, se dio especial énfasis en las características de su respiración, ya que mediante

este proceso se encuentra establecida la metodología contemplada para su respectivo monitoreo. Posteriormente, se discutieron los diferentes métodos que se han aplicado durante la fase de campo de Monitoreos Biológicos previos, con el fin de establecer los principales parámetros que se deben tener en cuenta.

El monitoreo biológico fue realizado durante el mes de marzo de 2015, época en que el nivel de los ríos aún se encontraba bajo, considerándose por lo tanto como una época adecuada para realizar la observación de las dos especies de estudio. Las actividades de monitoreo fueron distribuidas de acuerdo a la extensión del área de observación y la cantidad de co-investigadores que participaban en la actividad.

5.2. Monitoreo de Pirarucú (*A. gigas*)

En los lagos Bacurí, Caparú y Montes se presentan tres sub-áreas designadas para facilitar las actividades del programa Vigías Comunitarios de la Conservación. Los equipos de trabajo en Bacurí y Caparú estuvieron conformados por 4 y 7 co-investigadores, respectivamente. Estos integrantes contaban con experiencia previa en el método de muestreo de Pirarucú. Para el caso de los equipos de los lagos Montes y Centro, conformado por 7 y 6 co-investigadores respectivamente, no se contaba con experiencia previa frente a la observación de esta especie, posiblemente porque es un área en donde el programa de conservación no se encuentra vigente (Tabla 5).

Tabla 5. Datos generales del monitoreo biológico en los bajos ríos Caquetá y Apaporis 2015.

LAGOS	FECHAS DE OBSERVACIÓN	NÚMERO DE DÍAS DE OBSERVACIÓN	NÚMERO DE CO-INVESTIGADORES
BACURI	5-8 MARZO/2015	2	4
CAPARU	11-15 MARZO/2015	3	7
MONTES	24-27 MARZO/2015	2	7
CENTRO	28-30 MARZO/2015	2	6

5.2.1. Abundancia poblacional de Pirarucú

A partir del monitoreo biológico 2015 se estimó un total de 1355 individuos de Pirarucú en los cuatro lagos muestreados, de los cuales el 62.80% correspondieron a individuos juveniles y el 37.20% a individuos adultos (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia de Pirarucú - Monitoreo Biológico 2015.

LAGOS	JUVENILES	%	ADULTOS	%	TOTAL	%
BACURI	161	11.88	38	2.80	199	14.69
CAPARU	415	30.63	406	29.96	821	60.59
MONTES	227	16.75	44	3.25	271	20
CENTRO	48	3.542	16	1.18	64	4.72
TOTAL	851	62.80	504	37.2	1355	100

Para el lago Bacurí se encontraron 199 individuos, con un porcentaje mayor de individuos inmaduros con respecto a los maduros (Figura 9). En el lago Caparú, el cual se caracteriza por ser el sector con mayor área en este monitoreo, se estimó una abundancia de 821, siendo el que presenta mayor porcentaje de individuos (60.59%) del total censado. En el caso de los lagos pertenecientes a la vereda campesina de Villa Marcela, Montes y Centro, se encontró el 20% y 4.72% de la población censada, respectivamente. En estos dos lagos se evidencia aún presencia de individuos de la especie, pero no hay una abundancia representativa para el total del área observada. La poca abundancia de Pirarucú en el lago Centro podría deberse al tamaño del lago, el cual es el de menor área, y a su cercanía a la frontera con Brasil, en donde existe una fuerte presión antrópica sobre los recursos por parte de los habitantes de la comunidad de Vila Bittencourt y de la vereda Villa Marcela.

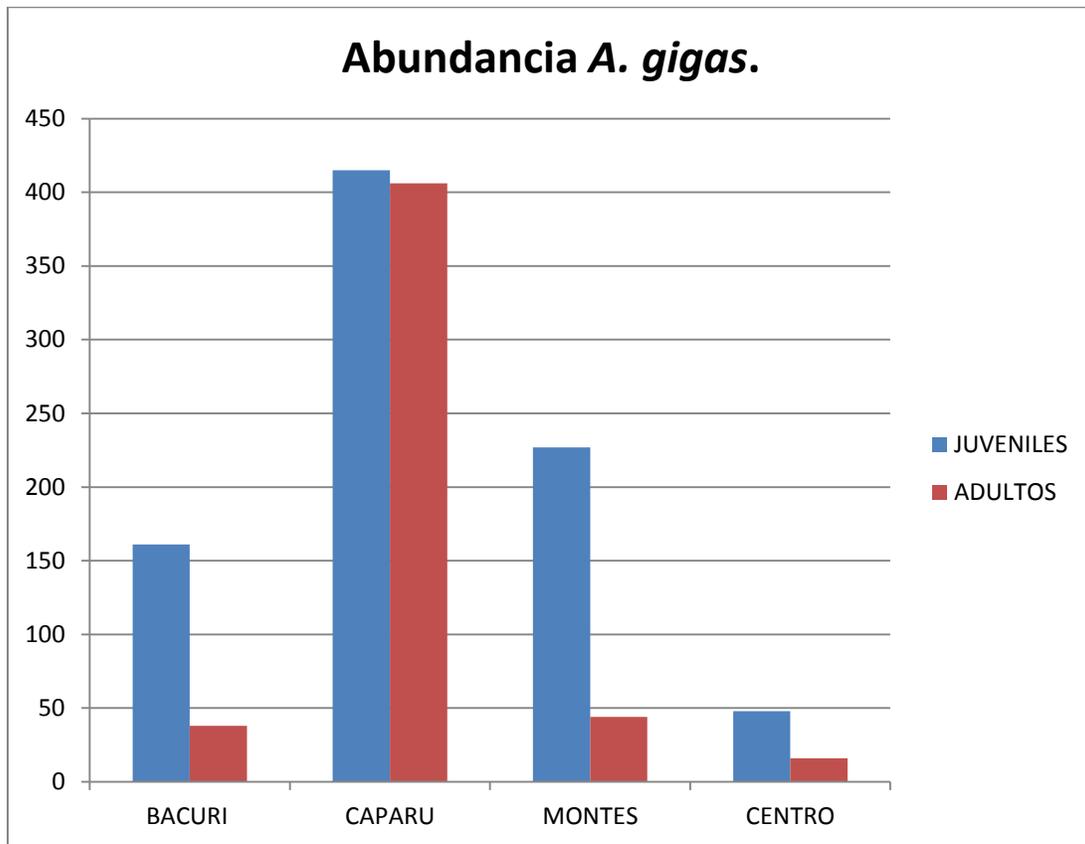


Figura 9. Abundancia de *A. gigas*, monitoreo biológico comunitario Bajo Caquetá y Apaporis, año 2015.

5.1.2 Densidad poblacional de Pirarucú

La densidad poblacional de Pirarucú para la zona de muestreo fue de 33.64 individuos/ha (Tabla 7). La mayor densidad de Pirarucú se presentó en el lago Montes, con 16.69 individuos/ha, correspondientes a 13.98 inmaduros/ha y 2.71 adultos/ha. El sector con menor densidad de Pirarucú corresponde al lago Caparú, con 1.09 individuos/ha, correspondientes a 0.55 inmaduros/ha y 0.54 adultos/ha (Figura 10).

Tabla 7. Densidad poblacional de *A. gigas*, monitoreo biológico comunitario, año 2015.

LAGO	ABUNDANCIA			ÁREA (ha)	DENSIDAD		
	Juvenil	Adulto	Total		Juvenil/ha	Adulto/ha	Ejemplar/ha
BACURÍ	161	38	199	19.2	8.38	1.97	10.36
CAPACÚ	415	406	821	750.65	0.55	0.54	1.09
MONTES	227	44	271	16.24	13.98	2.71	16.69
CENTRO	48	16	64	11.63	4.12	1.37	5.5
TOTAL	851	504	1355	797.72	27.04	6.6	33.64

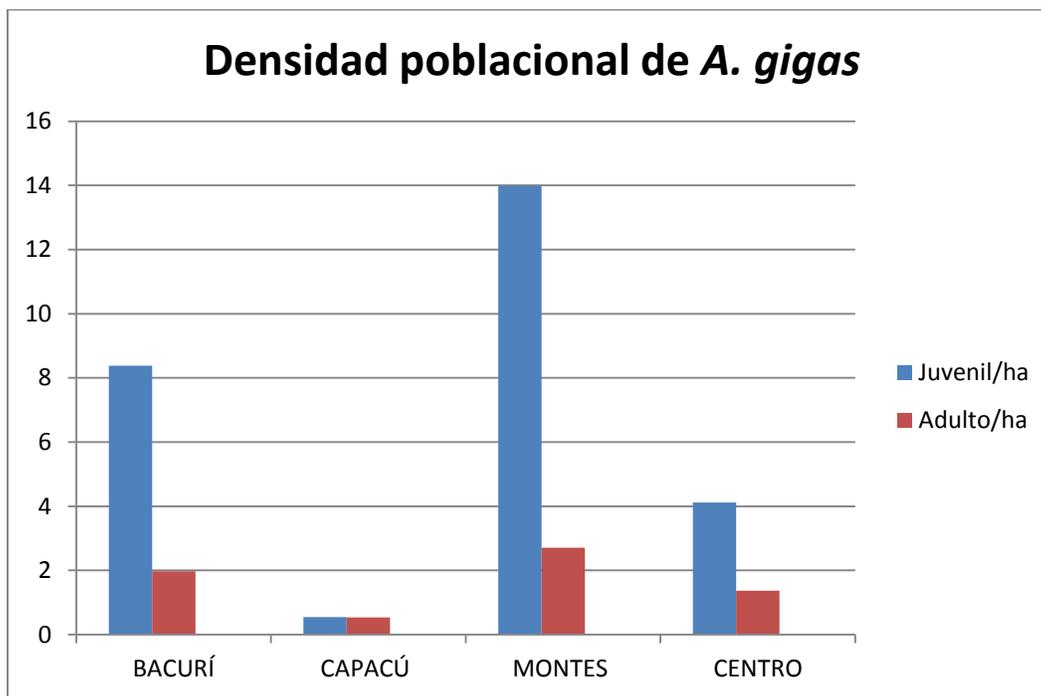


Figura 10. Densidad poblacional de *A. gigas*, monitoreo biológico comunitario, año 2015.

5.1.3 Estructura poblacional de Pirarucú

En los 4 lagos monitoreados se evidenció una mayor presencia de individuos inmaduros con respecto a los maduros (Figura 9), presentándose una relación general de 13.42 individuos inmaduros por adulto (Tabla 8). A excepción del lago Caparú, en donde esta diferencia no fue significativa, se encontró una heterogeneidad en la presencia de adultos y juveniles en las áreas monitoreadas. La población de Montes presentó la mayor heterogeneidad, con

5.16 individuos juveniles por cada individuo adulto, mientras que la población de Caparú fue la más homogénea, con 1.02 individuos juveniles por cada individuo adulto. La fuerte presencia de juveniles en todas las áreas podría deberse a las fechas del muestreo, las cuales coincidieron con la temporada reproductiva de la especie.

Tabla 8. Relación de individuos inmaduros y adultos durante el monitoreo biológico de *A. gigas*, año 2015.

LAGOS	JUVENILES/ADULTOS
BACURÍ	4.24
CAPARÚ	1.02
CENTRO	3
MONTES	5.16
TOTAL	13.42

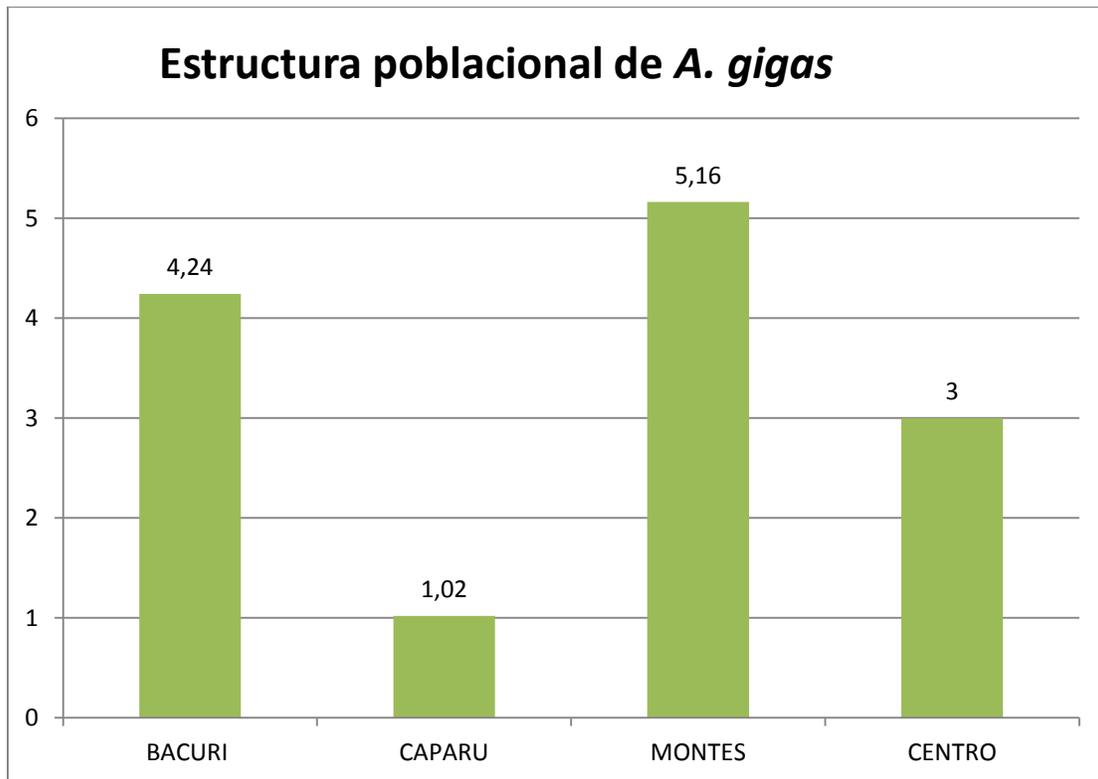


Figura 11. Estructura poblacional presente en el monitoreo biológico comunitario de *A. gigas*, año 2015.

5.2 Monitoreo Arawana (*O. bicirrhosum*)

Los equipos de trabajo en los lagos Bacurí y Puerto Caimán estuvieron conformados por 4 co-investigadores (Tabla 9). Estos integrantes contaban con experiencia previa en el método de muestreo diurno de Arawana. Para el caso de los equipos de los lagos Montes y Centro, conformado por 7 y 6 co-investigadores respectivamente, no se contaba con experiencia previa frente al monitoreo diurno de esta especie, debido a que las observaciones realizadas en años anteriores consistía en un monitoreo nocturno (Tabla 9).

Tabla 9. Datos generales del monitoreo biológico en los bajos ríos Caquetá y Apaporis 2015.

BACURI	5-8 MARZO/2015	2	4
PUERTO CAIMAN	18-20 MARZO/2015	1	4
MONTES	24-27 MARZO/2015	2	7
CENTRO	27-30 MARZO/2015	2	6

5.2.1 Abundancia poblacional de Arawana

A partir del monitoreo biológico realizado en el 2015, se estimó un total de 211 individuos de Arawana en los cuatro lagos monitoreados. El mayor porcentaje de arawana se encontró en el lago Bacurí con un promedio alto de individuos juveniles (Tabla 10).

Tabla 10. Abundancia de Arawana- Monitoreo Biológico 2015.

LAGOS	JUVENILES	%	ADULTOS	%	TOTAL	%
BACURI	91	43.13	19	9.00	110	52.13
PUERTO CAIMAN	3	1.42	96	45.50	99	46.92
MONTES	2	0.95	0	0	2	0.95
CENTRO	0	0	0	0	0	0
TOTAL	96	45.08	115	54.50	211	100

Para el lago Bacurí se contaron 110 individuos, con un porcentaje mayor de individuos inmaduros con respecto a individuos maduros. En el caso de Puerto Caimán se estimó una abundancia de 99 individuos, la mayoría de ellas contabilizadas en un cardumen grande que se presentó durante el conteo. Para los lagos Montes y Centro se evidencia un alto impacto frente a la especie debido que en estas zonas donde según información registrada en monitoreos previamente realizados se evidenciaba presencia de individuos, para este monitoreo la abundancia registrada es mínima e incluso nula en el lago de Centro.

De acuerdo con la información registrada en los lagos de Bacurí y Puerto Caimán los cuales se encuentran dentro del programa de vigías de la conservación, desde el inicio se ha evidenciado una recuperación de las respectivas áreas, pero para el caso de los lagos de Montes y Centro el impacto que se ha provocado sobre las áreas evidencian un alto deterioro en cuanto a la presencia de los individuos de Arawana (Figura 12).

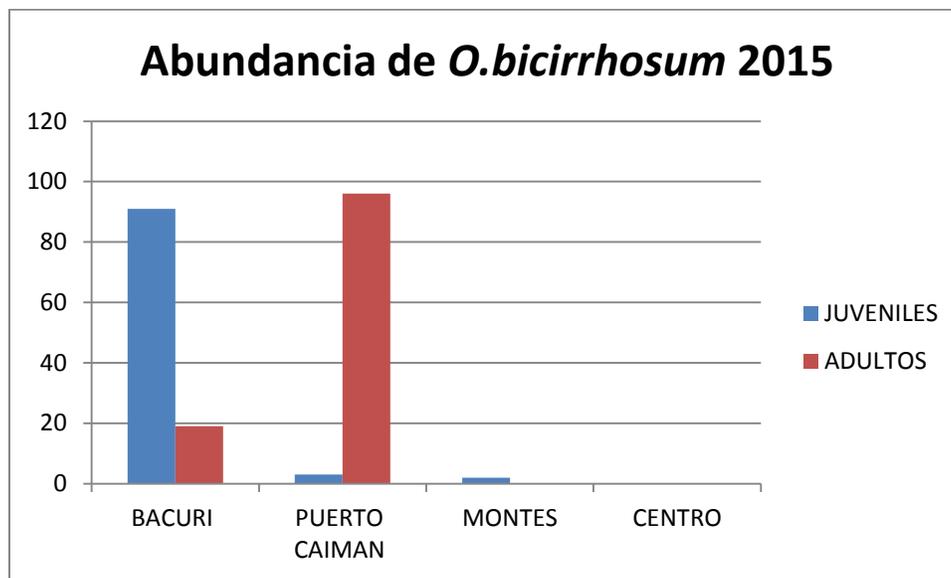


Figura 12. Relación de abundancia de *O. bicirrhosum* que se presentó durante el monitoreo biológico, año 2015.

En cuanto a lo observado en los Lagos de Bacurí y Puerto caimán se evidencia una heterogeneidad en las poblaciones de individuos juveniles y adultos que se encuentran en el área.

5.2.2 Densidad poblacional de Arawana

La densidad poblacional de Arawana para la zona de muestreo fue de 13.11 individuos/ha (Tabla 11). El sector con mayor densidad corresponde al lago de Puerto Caimán (7.27 individuos/ha), en donde 0.22 corresponde a individuos inmaduros y 7.05 para individuos adultos y el que menor densidad presenta es el lago de Centro donde la presencia de individuos en el momento es nula.

Tabla 11. Densidad poblacional de *O. bicirrhosum*, monitoreo biológico comunitario, año 2015.

LAGO	ABUNDANCIA			ÁREA (ha)	DENSIDAD		
	Juvenil	Adulto	Total		Juvenil/ha	Adulto/ha	Ejemplar/ha
BACURÍ	91	19	110	19.2	4.73	0.99	5.72
PTO CAIMAN	3	96	99	13.60	0.22	7.05	7.27
MONTES	2	0	2	16.24	0.12	0	0.12
CENTRO	0	0	0	11.63	0	0	0
TOTAL	96	115	211	60.67	5.07	8.04	13.11

En los lagos de Bacurí y Puerto Caimán se puede evidenciar la heterogeneidad en la presencia de individuos adultos e inmaduros (Fig. 13). Siendo puerto Caimán donde se proyecta de manera más marcada con 7.05 que corresponde a individuos adultos frente a 0.22 para individuos inmaduros y se presenta el caso contrario en el lago de Bacurí donde la densidad es mayor para individuos inmaduros con respecto a los individuos adultos.

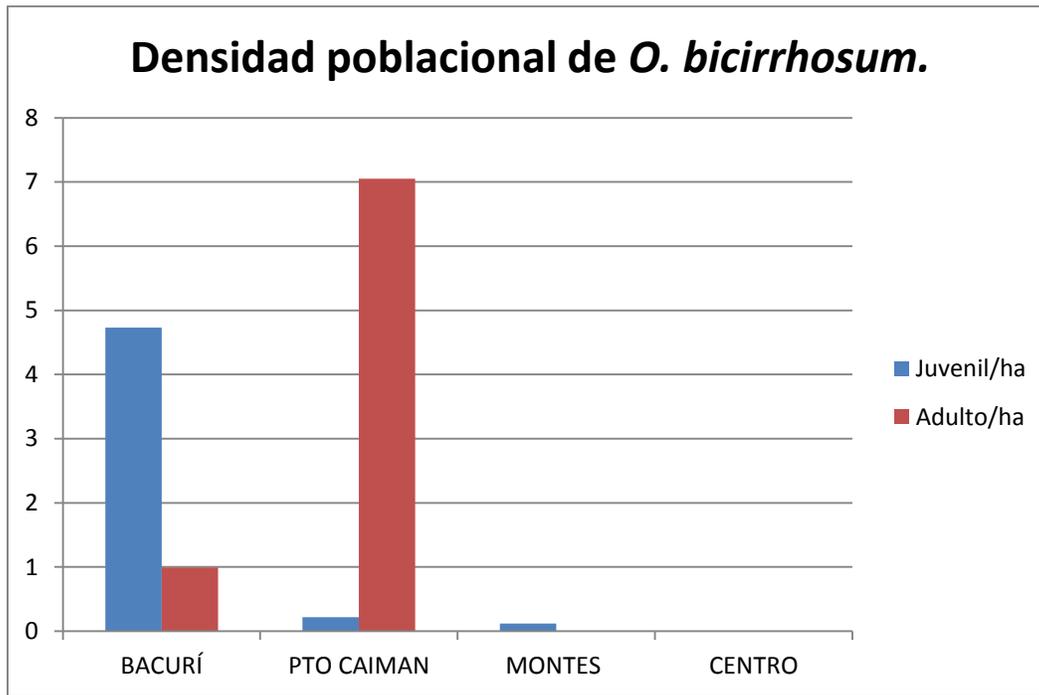


Figura 13. Densidad poblacional de *O. bicirrhosum*, monitoreo biológico comunitario, año 2015.

5.2.3 Estructura poblacional de Arawana

De acuerdo con lo que se observa en la Tabla 12 se determina que para la zona del bajo Caquetá y Apaporis se presenta una relación de 4.82 la cantidad de individuos inmaduros con relación a los individuos adultos presentes en los sectores se determina que en el caso del lago Bacurí se evidencia un porcentaje alto que es de 4.79 individuos inmaduros por cada individuo adulto.

Tabla 12. Relación de individuos inmaduros y adultos durante el monitoreo biológico de *O. bicirrhosum*, año 2015.

LAGOS	JUVENILES/ADULTOS
Bacurí	4.79
Pto	0.03
Caimán	-
Centro	-
Montes	0
Total	4.82

En el caso de los otros sectores como lo es Puerto Caimán, la relación que se evidencia es aja con un 0.03 individuos inmaduros por cada individuo adulto por lo que no es posible determinar si los resultados que se están presentando son los esperados en cuanto al proceso que se lleva con el programa y esto se puede estar presentando por las metodologías que se está implementando en campo (Fig. 14).

Por otro lado los lagos de Montes y Centro son más vulnerables a la extracción de sus recursos, por lo que en estos sectores no se presenta ningún tipo de control por parte de las autoridades ambientales ni de la población de una forma organizada, esto lleva a que estén fuertemente afectados evidenciándose que en la actualidad ya no se observan individuos de Arawana en estos lagos teniendo como precedente que esta especie tiene una alta salida comercial como especie ornamental.

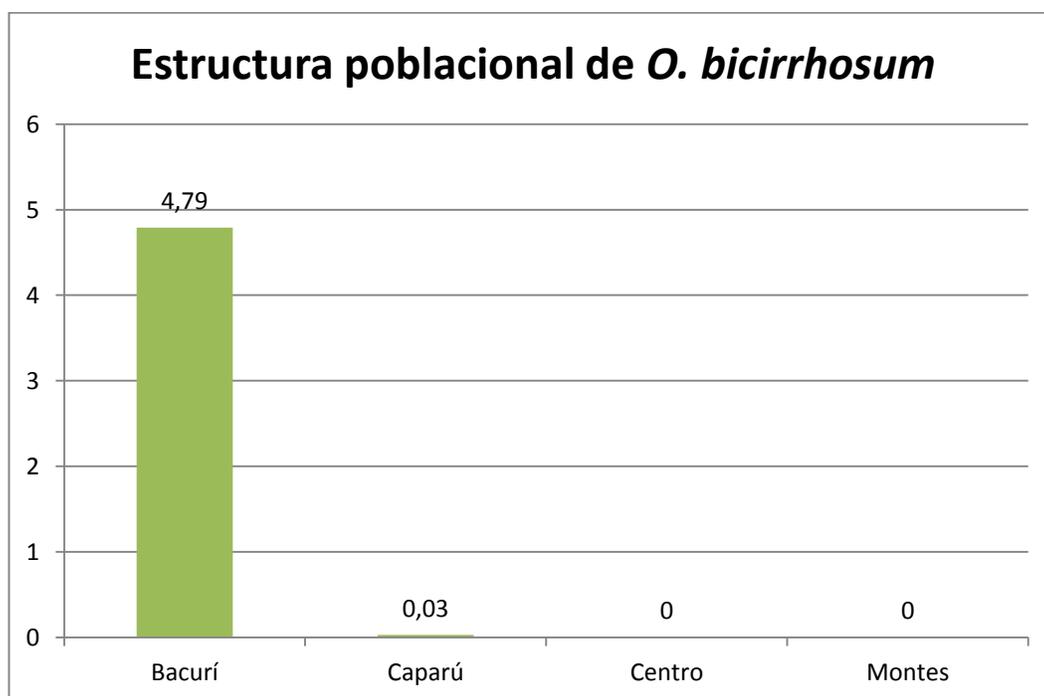


Figura 14. Estructura poblacional presente en el monitoreo biológico comunitario de *O. bicirrhosum*, año 2015.

6. DISCUSIÓN

6.1. Evaluación estado de las poblaciones durante la permanencia de los acuerdos de conservación

El programa Vigías de la Conservación es un proyecto que la Fundación Conservación Internacional Colombia ha venido desarrollando junto con algunas de las comunidades que se encuentran ubicadas en la parte baja de los ríos Caquetá y Apaporis, cuyo objeto ha sido la recuperación y preservación de las diferentes especies y los diferentes tipos de hábitats que se presentan en la zona; de esta forma el monitoreo biológico se ha convertido en un medio para llevar un registro continuo de las diferentes áreas en termino biológicos, definiendo diferentes elementos que pueden ser tomados en cuenta para analizar si las estrategias que se están implementando están siendo aptas para el mejoramiento de los sectores.

6.1.1 *Arapaima gigas.*

6.1.1.1 *Abundancia de A. gigas en el bajo Caquetá y Apaporis.*

Como se ha mencionado el monitoreo de las poblaciones de Pirarucú se han realizado desde el año 2009 en los lagos de Caparú, Bacurí, Montes y Centro, sin embargo los dos últimos Lagos desde hace dos años se encuentran fuera de los programas de conservación por lo que se han visto afectados por una extracción deliberada de sus recursos.

A continuación se presenta una relación de los resultados que se han obtenido en cada uno de los monitoreos realizados en las áreas de protección (Tabla 13).

Tabla 13. Abundancia en *A. gigas* durante los monitoreos biológicos comunitarios realizados en el bajo Caquetá y Apaporis.

LAGO	AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
CAPARÚ	2009	140	151	291
	2010	103	106	209
	2011	153	136	289
	2012	196	163	359
	2014	285	306	592
	2015	415	406	821
BACURÍ	2009	6	5	11
	2010	4	24	28
	2011	32	8	40
	2012	119	23	142
	2014	72	38	110
	2015	161	38	199
MONTES	2009	29	36	65
	2010	33	47	80
	2011	59	25	84
	2012	105	46	151
	2014	96	34	130
	2015	227	44	271
CENTRO	2009	9	12	21
	2010	26	36	62
	2011	19	12	31
	2012	60	30	90
	2015	48	16	64

Lago Caparú

A lo largo de los años el lago Caparú ha mostrado resultados favorables en cuanto a los procesos de conservación que se llevan desde la implementación del programa en el sector (Tabla 14), aunque en el año 2010 se evidenció una reducción de la población con respecto a los resultados planteados en el monitoreo biológico del año 2009, en los monitoreos que se han realizado posteriormente se ha observado un incremento de la población, lo que demuestra que aunque este lago es de ecosistema Igapó y esto le genera unas condiciones biológicas diferentes por las deficiencias nutricionales que los otros lagos tienen; las

estrategias de conservación enfocadas a evitar la extracción de diferentes recursos del área han permitido que la población *A. gigas* se esté recuperando, según los resultados obtenidos durante el 2015 con respecto a los del año inmediatamente anterior se puede determinar un porcentaje de crecimiento poblacional del 38.68%, por lo que es importante resaltar que se sigue presentando la homogeneidad en la estructura poblacional a través de los años, determinando que en los resultados de este año el incremento poblacional de individuos inmaduros de esta especie en el lago fue de 45.61% y la de individuos adultos fue de 32.68%.

Tabla 14. Resultados monitoreos biológicos *A. gigas* en el lago Caparú.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	140	151	291
2010	103	106	209
2011	153	136	289
2012	196	163	359
2014	285	306	592
2015	415	406	821

Según lo observado en la Figura 15 se puede evidenciar que el mayor incremento que se presenta en esta población es de individuos inmaduros por lo que se determina que la población está presentando un proceso de recuperación positiva, confirmando la importancia de mantener y fortalecer las diferentes estrategias de conservación que se han venido implementado en el sector bajo el programa.

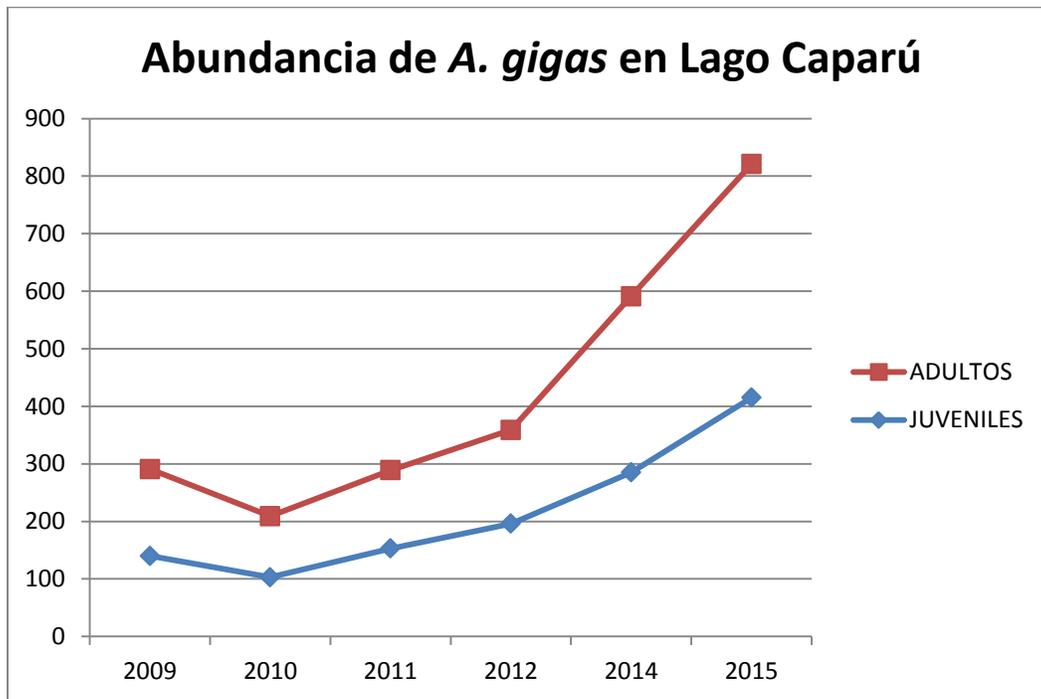


Figura 15. Abundancia de *A. gigas* en el lago Caparú durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

Lago Bacurí

En el caso de este lago se evidencia que a lo largo de cada uno de los años donde se ha implementado la estrategia de conservación los resultados han sido los esperados; al examinarse los resultados según la Tabla 15, a través de los años se evidencia que el estado del lago en cuanto a la población de *A. gigas* en un inicio era crítico, contando con muy pocos individuos dentro del área, sin embargo con el paso de los años los resultados fueron evidenciando un crecimiento de la población importante; aunque se evidenció una reducción en la población en el año 2014 con respecto al monitoreo realizado en el año 2012 influenciado posiblemente por la conexión que tiene esta área con el lago de Montes y a la extracción que se realiza en esta zona de los diferentes recursos, durante los resultados encontrados en el monitoreo realizado durante este año se evidenció un crecimiento poblacional importante en esta área específicamente en la cantidad de individuos inmaduros debido a que el crecimiento que presentó en su población fue de 89 individuos,

de acuerdo a lo observado en campo la mayoría de los individuos registrados correspondían a crías, de esta forma se logra evidenciar que las estrategias implementadas si están permitiendo que la población que se encuentra en el área se recupere.

Tabla 15. Abundancia de *A. gigas* en el lago Bacurí durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	6	5	11
2010	4	24	28
2011	32	8	40
2012	119	23	142
2014	72	38	110
2015	161	38	199

Para este punto se puede determinar que el porcentaje de crecimientos poblacional que se está presentando en el lago de Bacurí es de 123.61% para individuos inmaduros y en el caso de individuos adultos la población se mantuvo (Figura 16); otro factor importante a relacionar es determinar la conexión que tienen los lagos de Montes y Bacurí, lo que posteriormente permitirá demostrar si las poblaciones se pueden ver beneficiados o afectados en cuanto a la movilización de individuos que se pueda estar presentando entre ellos.

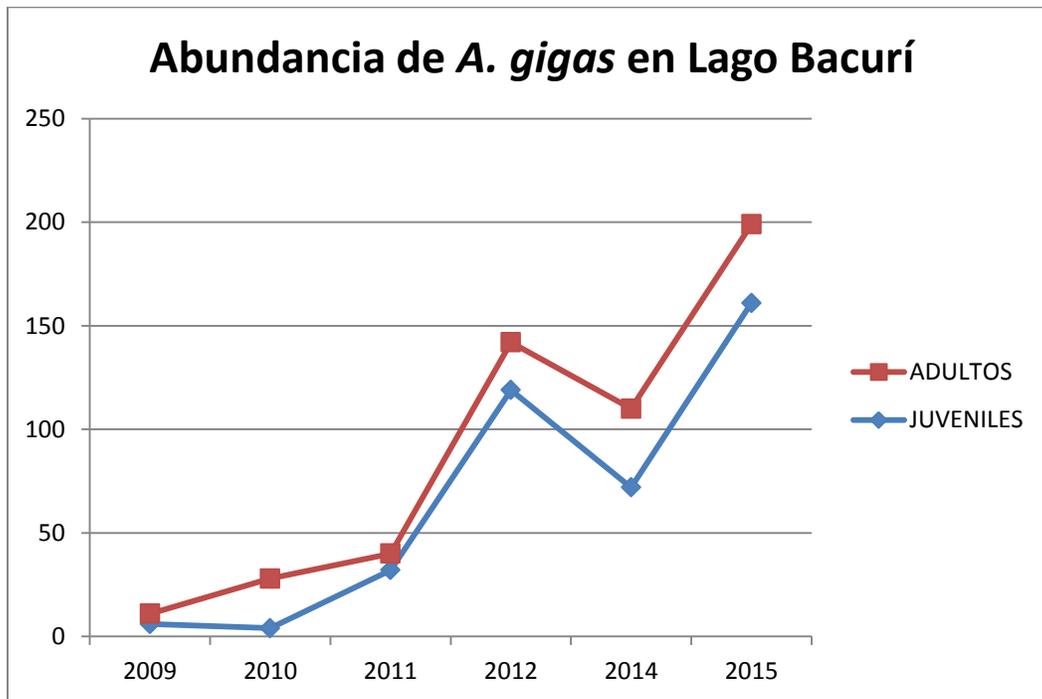


Figura 16. Abundancia de *A. gigas* en el lago Bacurí durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

Lago Montes

Según lo observado en la Tabla 16 durante el monitoreo del año 2015, la población de Pirarucú en el lago creció de manera significativa, evidenciándose durante la fase de campo gran presencia de crías, el número de adultos con respecto al año 2014 fue de 10 individuos más, pero la de individuos inmaduros fue de 131, lo que hace ver que el lago tiene una alta probabilidad de recuperarse; sin embargo es importante resaltar que el lago está ubicado en un área vulnerable a una fuerte afectación a la extracción de sus recursos.

Tabla 16. Abundancia de *A. gigas* en el lago Montes

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	29	36	65
2010	33	47	80
2011	59	25	84
2012	105	46	151
2014	96	34	130
2015	227	44	271

Con respecto a los resultados observados en el monitoreo realizado en el año anterior se evidencia para este año un crecimiento poblacional de 136.46% individuos inmaduros y de 29.41% individuos adultos, evidenciándose de esta forma la recuperación de la zona (Fig. 17).

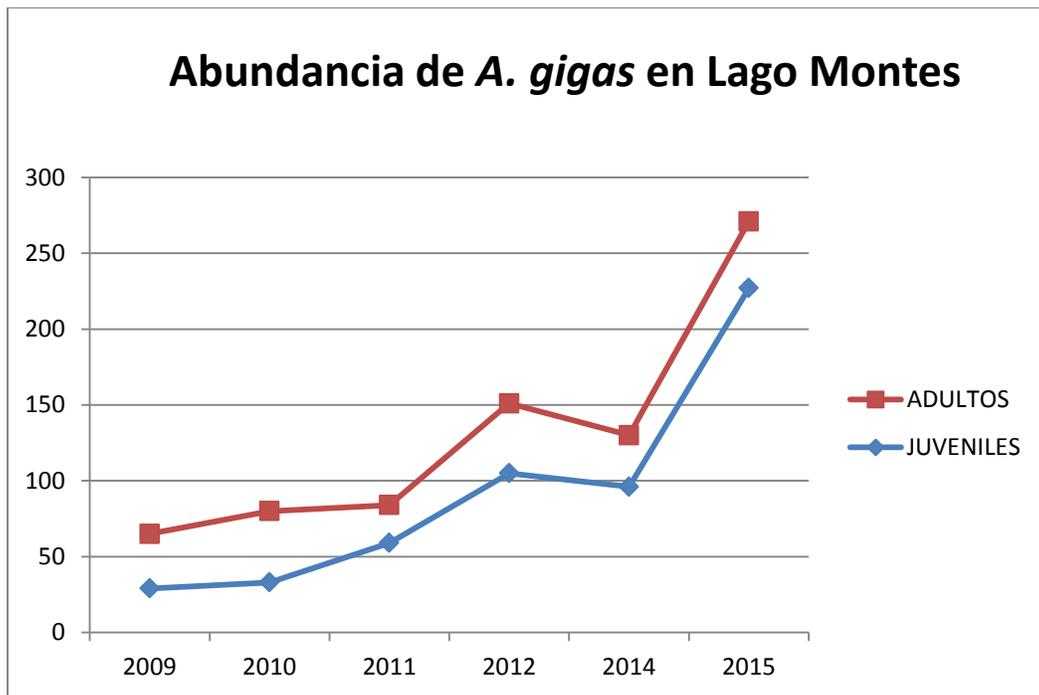


Figura 17. Abundancia de *A. gigas* en el Lago Montes durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

Lago Centro

Este lago se caracteriza por encontrarse en un área alejada de la Vereda Villa Marcela y por esta razón también es considerado como un sector de difícil acceso, por su ubicación geográfica y encontrarse en un área muy cercana a la frontera con Brasil, se ha determinado que los Brasileños hacen uso de esta área para aprovechamiento en actividades como caza y pesca, durante los años en que este sector se encontraba dentro de los acuerdos de conservación se evidenció una recuperación en las poblaciones de *A. gigas*, de acuerdo con lo que se observa en la Tabla 17, en el año 2010 el lago está mostrando una recuperación de la población de *A. gigas* con respecto a la que se monitoreó en el año 2009, con un aumento en la población de 17 individuos inmaduros y 24 individuos adultos, para el siguiente monitoreo la población presentó una disminución en la población debilitándose tanto la población de individuos inmaduros como de individuos adultos, en un promedio estimado de aproximadamente el 50% de la población contada en el año 2010, para el año 2012 la población presenta una recuperación con un aumento de 41 individuos inmaduros y 18 individuos adultos, sin embargo después de este monitoreo tanto Montes como este lago dejan de ser parte de los acuerdos de conservación y se suspenden en ellos las actividades de control y estrategias de conservación que se venían implementando por lo que el monitoreo realizado en esta zona a inicios del año 2015 evidencia una pérdida en la abundancia poblacional, contando con una población actual de 48 individuos inmaduros y 16 individuos adultos.

Tabla 17. Abundancia de *A. gigas* en el lago Centro.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	9	12	21
2010	26	36	62
2011	19	12	31
2012	60	30	90
2015	48	16	64

Sin embargo, según la Figura 18 *A. gigas* no han mantenido una constante en la población presentando una variabilidad, al analizar en este caso el porcentaje de crecimiento poblacional se observa que para individuos inmaduros el valor fue de -20% y de -46.67% en adultos; Esto permite determinar que al no contar con estrategias de conservación y un control efectivo en el área este lugar presenta una fuerte afectación en la extracción de sus recursos llegando a debilitarse de manera drástica esta especie en el sector.

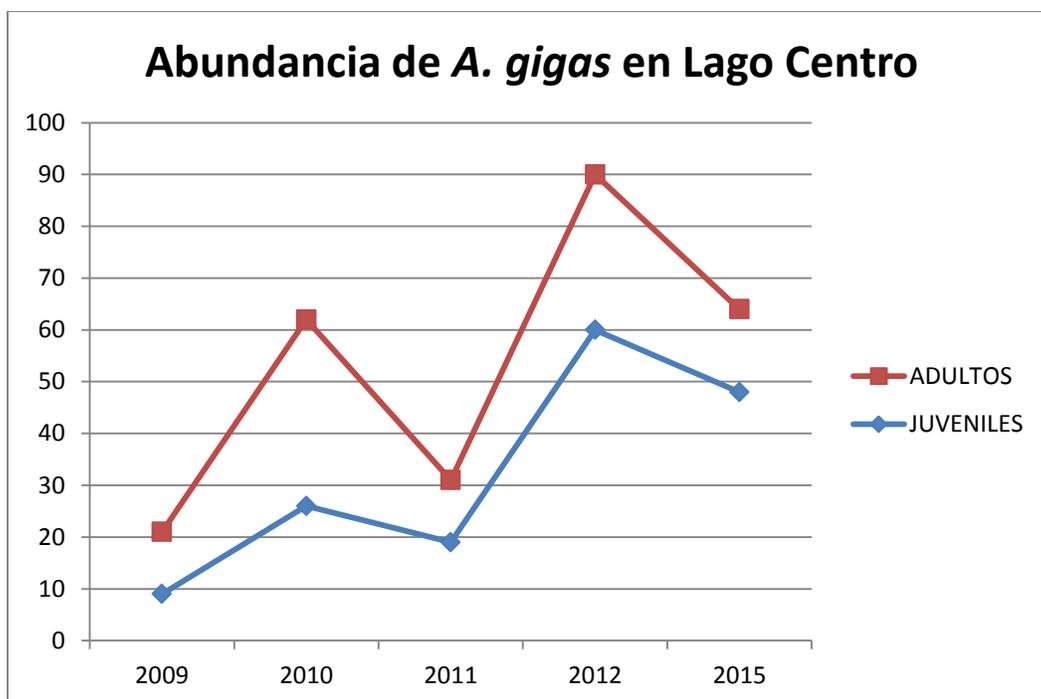


Figura 18. Abundancia de *A. gigas* en el Lago Centro durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

6.1.1.2 Densidad de *Arapaima gigas* en el bajo Caquetá y Apaporis.

Según los diferentes monitoreos realizados desde el año 2009 los porcentajes en densidad en los diferentes sectores ha presentado una variabilidad que se ha podido ver influenciada por las diferentes estrategias que se han planteado en ellas según los acuerdos establecidos dentro del programa de vigías de la conservación, de esta misma forma también influyen las

condiciones físicas y químicas de los lagos, pues estas están directamente involucradas con la adaptación y el desarrollo de las especies en la zona.

A continuación se relaciona en la Tabla 18 las densidades registradas para *A. gigas* en los Lagos de Caparú, Bacurí, Montes y Centro, en los diferentes monitoreos realizados desde el año 2009 tanto en la zona del Bajo Caquetá como de Apaporis.

Tabla 18. Densidad en *A. gigas* durante los monitoreos biológicos comunitarios realizados en el bajo Caquetá y Apaporis.

LAGO	AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
CAPARÚ	2009	0.19	0.20	0.39
	2010	0.14	0.14	0.28
	2011	0.20	0.18	0.38
	2012	0.26	0.22	0.48
	2014	0.38	0.41	0.79
	2015	0.55	0.54	1.09
BACURÍ	2009	0.31	0.26	0.57
	2010	0.21	1.25	1.46
	2011	1.67	0.42	2.09
	2012	6.21	1.20	7.41
	2014	3.76	1.98	5.74
	2015	8.38	1.97	10.36
MONTES	2009	1.79	2.22	4.01
	2010	2.03	2.89	4.92
	2011	3.63	1.54	5.17
	2012	6.21	1.20	7.41
	2014	5.94	2.09	8.03
	2015	13.98	2.71	16.69
CENTRO	2009	0.77	1.03	1.80
	2010	2.23	3.09	5.32
	2011	1.63	1.03	2.66
	2012	5.16	2.58	7.74
	2015	4.12	1.37	5.49

Lago Caparú

Para este sector a través de los años se había mantenido una constante y era que la densidad estaba por debajo de un ejemplar por hectárea de *A. gigas*. Sin embargo para el año 2015, se determina que de acuerdo al crecimiento poblacional favorable que sigue presentando la especie en el área; para este momento se encuentra 1.09 ejemplares por hectárea; a pesar de que el lago Caparú cuenta con unas condiciones poco favorables para la especie como es la baja profundidad y la presencia de especies que pueden tenerla incluida dentro de su dieta se evidencia que las actividades que están desarrollando el personal a cargo de las actividades de control para conservación de la especie están siendo efectivas dado que desde el año 2011 se mantienen una constante en el aumento de la densidad poblacional del sector.

Tabla 19. Densidad poblacional de *A. gigas* en el lago Caparú.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	0.19	0.20	0.39
2010	0.14	0.14	0.28
2011	0.20	0.18	0.38
2012	0.26	0.22	0.48
2014	0.38	0.41	0.79
2015	0.55	0.54	1.09

Como se evidencia en la Figura 19 la relación que se hace de los resultados obtenidos sobre la densidad poblacional en la zona desde el año 2011 demuestra la recuperación de la población de Pirarucú.

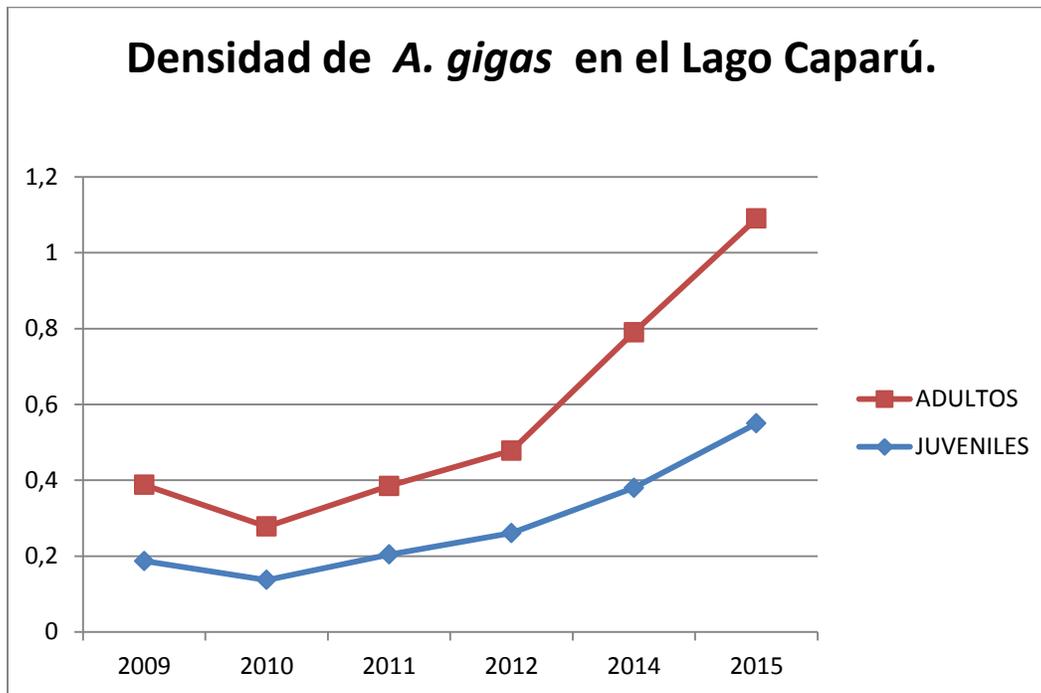


Figura 19. Relación densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago Caparú.

Lago Bacurí

Este lago reflejo una recuperación positiva frente a los resultados que se presentaron en el año 2014 (Tabla 20), sin embargo desde el inicio de los monitoreos se ha evidenciado un aumento en la densidad poblacional en el sector, es importante destacar que por la estructura del lago se presentan zonas profundas que son muy idóneas para que la especie pueda mantener temperaturas requeridas durante las épocas en que el río se encuentra bajo, a excepción de la baja densidad que se presentó en el año 2014 con respecto a la que se estimó para el 2012 y que se decía podía estar influenciada por la conexión con el lago Montes y la extracción que se podía estar realizando en este lugar. Para el año 2015 la curva determina la mayor densidad que se ha proyectado desde el inicio de los programas con 10.36 ejemplares por hectárea (Figura 20), siendo los individuos juveniles los que mayor aumento proyectan en densidad de individuos por área.

Tabla 20. Relación densidad poblacional de *A. gigas* en el lago Bacurí.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	0.31	0.26	0.57
2010	0.21	1.25	1.46
2011	1.67	0.42	2.09
2012	6.21	1.20	7.41
2014	3.76	1.98	5.74
2015	8.38	1.97	10.36

De esta forma como se ha expresado anteriormente es importante mantener las estrategias para la protección de la especie en la zona, implementado dinámicas al programa que fortalezcan los procesos de control en cuanto a la extracción de los recursos.

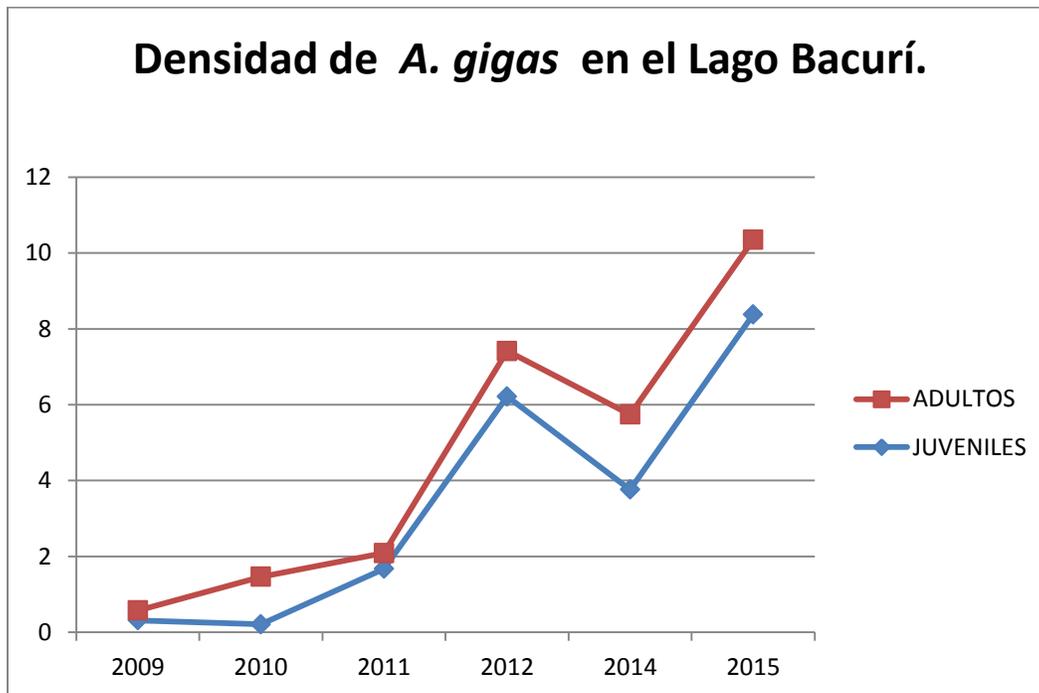


Figura 20. Densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago Bacurí.

Lago Montes

En el lago de Montes se presenta desde el inicio un aumento continuo de la densidad poblacional de la especie, como se puede confirmar con los resultados obtenidos en los diferentes monitoreos realizados según se observa en la Tabla 20, donde se evidencia que el mayor aumento se da en individuos inmaduros, lo que podría favorecer la recuperación del sector, siempre y cuando estos individuos puedan alcanzar el tamaño adulto y de esta forma poder contribuir a la repoblación de la especie (Figura 21), si bien, la zona no cuenta con el programa de vigías de la conservación por la ubicación que tiene y el fácil acceso de los habitantes de la vereda Villa Marcela se hace una regulación del uso del sector; por otro lado, un factor que puede estar beneficiando el área es la posible conexión que se tiene con el lago Bacurí y el cual también está reflejando una recuperación de la especie; Es por esta razón que este sector toma especial importancia debido a que de establecerse si dicha conexión se está presentando puede influenciar de manera positiva o negativa el proceso de recuperación del sector de Bacurí que si se encuentra dentro del programa.

Tabla 21. Relación densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago de Montes.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	1.79	2.22	4.01
2010	2.03	2.89	4.92
2011	3.63	1.54	5.17
2012	6.21	1.20	7.41
2014	5.94	2.09	8.04
2015	13.98	2.71	16.69

La permanencia de los monitoreos biológicos en los dos sectores puede permitir establecer la dinámica poblacional que se está manejando en el área y la afectación que se puede tener si en uno de los dos sectores se está presentando una extracción masiva de los recursos debido a que no se presentan barreras biofísicas que limiten la zona.

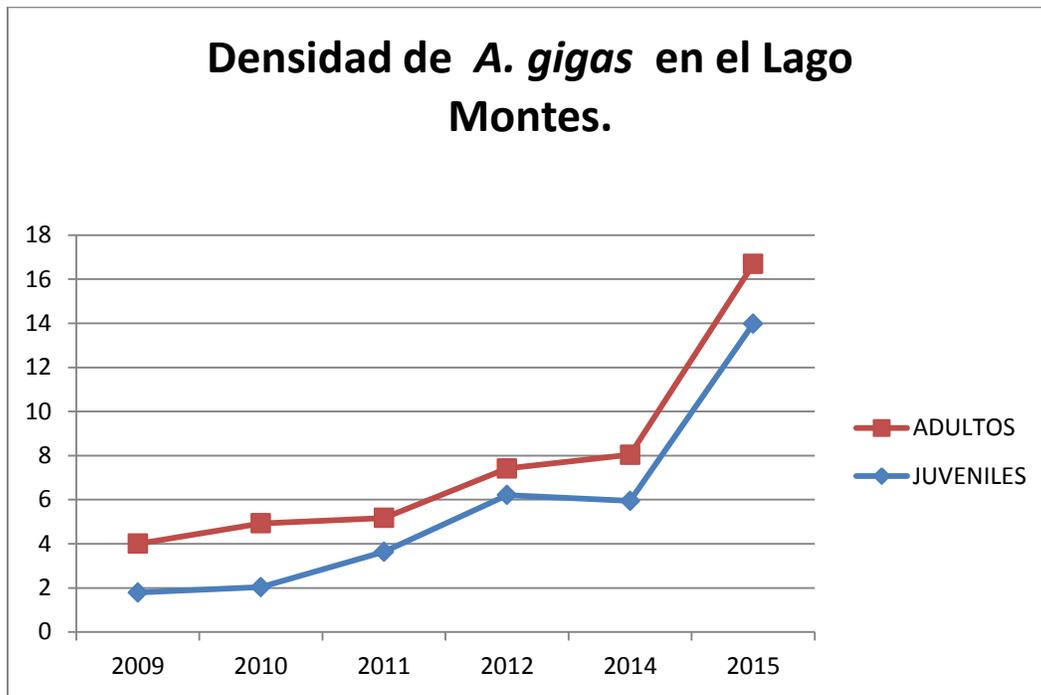


Figura 21. Densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago Montes.

Lago Centro

Este sector como se mencionó anteriormente se encuentra ubicado en un área de difícil acceso para los habitantes de la vereda Villa Marcela y por encontrarse cerca de la frontera con Brasil se ha visto afectado por la extracción de los recursos sin que pueda llevarse una regulación de esta actividad, durante los años en los que se ha realizado los monitoreos se ha mantenido una variable entre el crecimiento de la densidad de la población, esto se puede evidenciar en los resultados obtenidos en dichos monitoreos, en el año 2011 y 2015 se han encontrado las mayores disminuciones poblacionales, por lo que se determina que el no contar con estrategias o un programa de conservación lo convierte en una área vulnerable a la sobreexplotación de los recursos.

Tabla 22. Relación densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago de Centro.

AÑO	JUVENILES	ADULTOS	TOTAL
2009	0.77	1.03	1.80
2010	2.24	3.09	5.33
2011	1.63	1.03	2.66
2012	5.16	2.58	7.74
2015	4.12	1.37	5.49

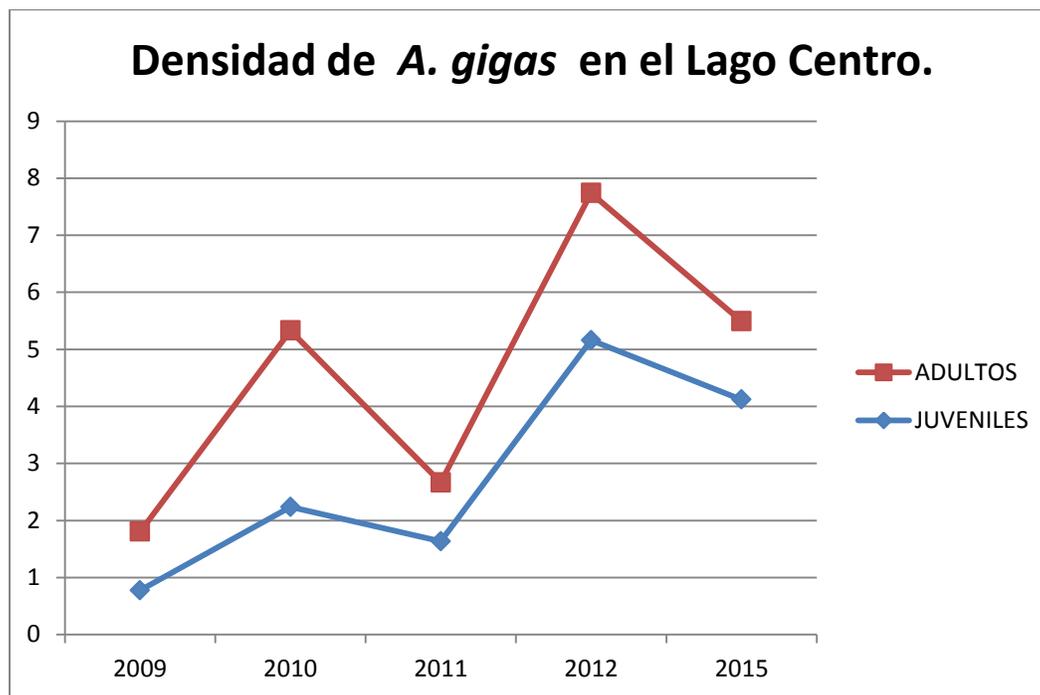


Figura 22. Relación densidad poblacional de *A. gigas* en el Lago Centro

6.1.2 *Osteoglossum bicirrhosum*

Según las dos metodologías que se han puesto en práctica para el monitoreo de Arawana en los diferentes sectores, se han evidenciado resultados que para la percepción local no corresponde con lo que pasa en la zona, aunque el monitoreo nocturno corresponde a la metodología que más se ha implementado en el área; en los años 2011, 2014 y 2015 se manejó el monitoreo diurno que se puede acoplar más a las estrategias de observación que tienen los expertos locales en las diferentes áreas, por lo que se evaluó el estado de las

poblaciones en el lago de Puerto Caimán durante los años en que se ha implementado esta metodología, para el caso de los lagos de Bacurí, Montes y Centro no se tendrán en cuenta, pues en estos sectores se ha trabajado la metodología de monitoreos nocturnos, por lo que los datos obtenidos en el monitoreo realizado este año no pueden compararse con otros.

6.1.2.1 Abundancia de *O. bicirrhosum* en el bajo Caquetá.

Las abundancias presentadas en este sector a lo largo de los diferentes monitoreos que se han realizado evidencian una variabilidad frente al comportamiento poblacional que se presenta en el sector; al comparar los resultados obtenidos en el 2009 donde sólo se observaban 8 individuos con los del año 2011 se evidencia un incremento de 125 individuos, aunque no se puede especificar la cantidad de individuos inmaduros y adulto si es determinante que se presenta una recuperación de la especie, para el 2014 donde se implementa de nuevo la metodología de monitoreo diurno la población se reduce en 52 individuos y para el 2015 el sector muestra de nuevo una recuperación con 99 individuos entre adultos e inmaduros.

Tabla 23. Relación abundancia poblacional de *O. bicirrhosum* en el Lago de Puerto Caimán.

LAGO		CANT INDIV
PUERTO CAIMÁN	2009	8
	2010	133
	2014	81
	2015	99

Sin embargo para realizar estos análisis de resultados a través de los diferentes años donde se han llevado a cabo los monitoreos es importante establecer una metodología clara y

constante en los diferentes sectores y esto llevara a que se puedan evaluar los estados de recuperación de las poblaciones a estudiar dentro del monitoreo comunitario.

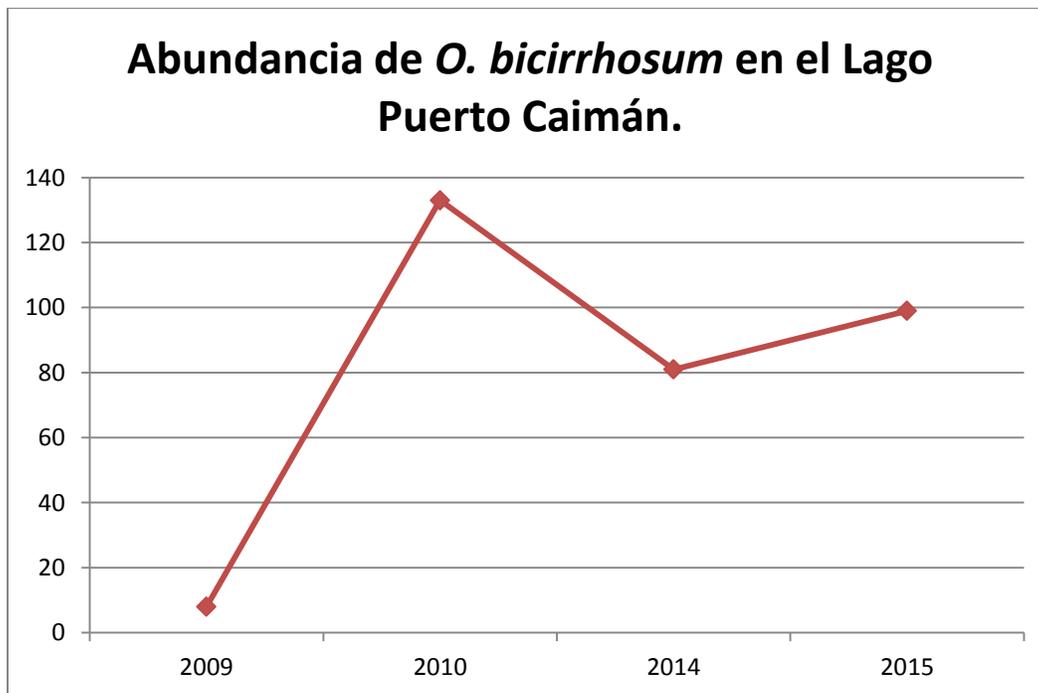


Figura 23. Abundancia de *O. bicirrhosum* en el Lago Puerto Caimán durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

Las abundancias en los otros lagos han sido medidas bajo otras metodologías o se han contemplado otros parámetros al momento de hacer los registros de la población observada por lo que no pueden ser tomadas en cuenta para hacer un análisis de las tendencias que han presentado a través de los años en que se han desarrollado los monitoreos.

6.1.2.2. Densidad de *O. bicirrhosum* en el bajo Caquetá.

Según lo planteado en el análisis de la abundancia que se presenta de *O. bicirrhosum* para los años 2009, 2010, 2014 y 2015, el Lago de Puerto Caimán es el único con el que se puede determinar la densidad, de acuerdo con esto se evidencia una variabilidad en la densidad

poblacional, pues en el año 2010 presenta un fuerte aumento, que después tiende a disminuir y para el año 2015 logra estar en 7.27 ejemplares por hectárea.

Tabla 24. Relación densidad de *O. bicirrhosum* de monitoreo comunitario.

LAGO	AÑO	DENSIDAD
PUERTO	2009	0.59
CAIMÁN	2010	9.78
	2014	5.96
	2015	7.27

Se puede establecer la importancia de poder estandarizar una metodología que se pueda aplicar por un periodo continuo para poder realizar análisis comparativos del estado de la población en cada uno de los lagos que se monitorean año a año.

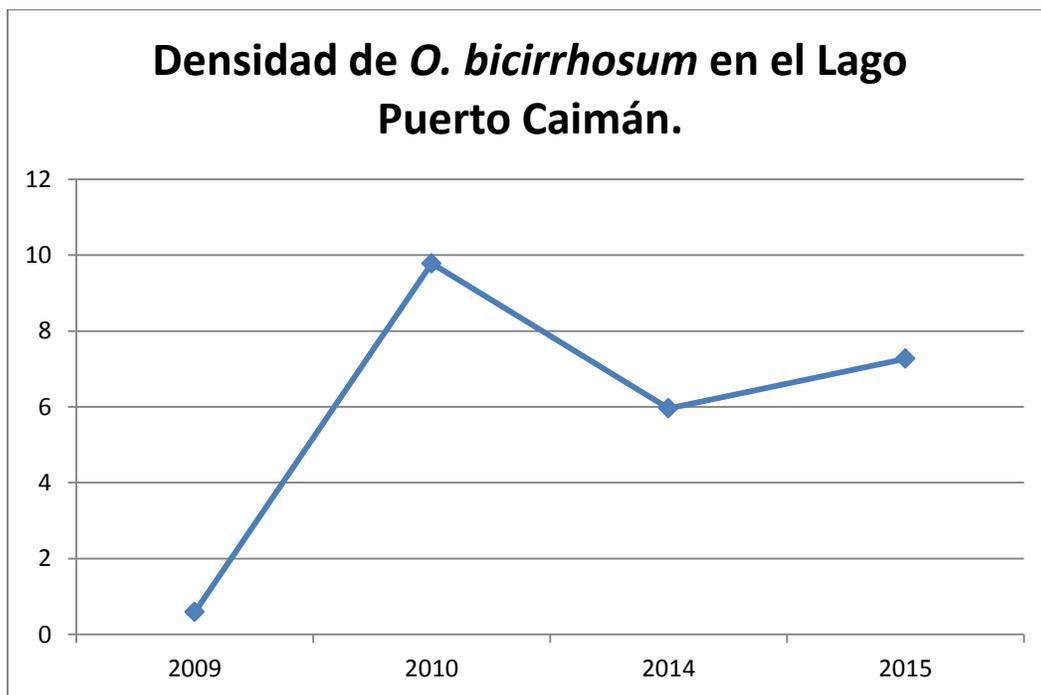


Figura 24. Densidad de *O. bicirrhosum* en el Lago Puerto Caimán durante la vigencia del programa de guardianes de la conservación.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron con *A. gigas* en los diferentes lagos que se monitorearon se determina que los lagos de Bacurí, Caparú y Montes están evidenciando una recuperación positiva frente a los monitoreos realizados con anterioridad, lo que demuestra que las actividades que se están implementando dentro de los acuerdos están siendo efectivas con respecto a los objetivos planteados dentro del programa de vigías de conservación, de acuerdo con los resultados obtenidos, el único sector que está presentando una disminución en la población es el lago de Centro que por ser un área donde no se mantiene ningún tipo de regulación en cuanto a la extracción de los recursos que en él se encuentran. En el caso del Lago de Montes que tampoco se encuentra dentro del programa de guardianes de la conservación se puede determinar que la recuperación que presenta es por la posible conexión que tiene con el Lago Bacurí.

Para el caso del monitoreo realizado de *O. bicirrhosum* los resultados que se evidenciaron para los sectores que se encuentran dentro del programa como son Puerto Caimán y Bacurí fueron positivos evidenciando la recuperación que se está presentando en las áreas, aunque es importante resaltar que la recuperación que está presentando el lago de Bacurí es mayor con respecto a la del lago de puerto Caimán pero esto puede estar determinado por las condiciones físicas de cada uno de los lagos, En los Lagos de Montes y Centro se evidenció que las poblaciones han disminuido drásticamente, esto atribuido a la importancia que tiene esta especie a nivel comercial y que en la zona tiene gran salida como especie ornamental, lo que lleva a que estos sitios que no cuentan con ningún tipo de control sean sobreexplotados.

El monitoreo biológico es una herramienta determinante para lograr un análisis técnico del estado de recuperación o degradación en la que se pueden encontrar los diferentes lagos en los que se están o se realizaron en algún momento actividades de conservación aplicadas a la recuperación de áreas específicas y especies que las habitan, este trabajo como se ha

mencionado ha sido realizado de forma mancomunada entre las comunidades y resguardos junto con el apoyo técnico de Conservación Internacional, mediante esta herramienta en la que se convierte en monitoreo el programa puede evaluarse y determinar estrategias que permitan el mejoramiento en el estado poblacional de las especies estudio; al evaluar si se está presentando una recuperación de las áreas de acuerdo a los objetivos propuestos dentro de los acuerdos de conservación.

La metodología que se ha implementado en el caso del monitoreo de *A. gigas* es ya bien conocida e implementada por los co-investigadores que son personas de la zona, por lo que al sentirse más apropiada de ella y ser constantes en los equipos que salen a campo, es menos factible que se comentan errores durante los conteos que se realizan; por otro lado la implementación de la metodología de monitoreo diurno que se está estableciendo para *O. bicirrhosum* aún no están bien establecidas, es decir aunque en la zona se cuentan con expertos locales que logran realizar observaciones de las especies, aspectos como las distancias que deben tenerse entre investigadores, las alturas a las que estar, la visibilidad de los observadores en campo, pueden volver subjetivos los resultados que se tomen, por lo que es importante estandarizar estos aspectos.

8. RECOMENDACIONES

- El monitoreo biológico de Pirarucú y Arawana se establece como una herramienta objetiva frente a la evaluación del estado de las poblaciones que están en los diferentes sectores que se tienen en el programa de vigías de la conservación, de esta forma el conocer porcentajes de crecimiento poblacional permite que tanto las comunidades que se encuentran trabajando en la recuperación de los sectores como como la institución que realiza apoyo técnico al programa puedan establecer diferentes modelos de trabajo que lleven a que los resultados estén en un proceso de mejoramiento y las estrategias que se puedan determinar contribuyan con un beneficio continuo para las poblaciones que están dentro del programa.
- Por los resultados evidenciados en los lagos que pertenecen a la Vereda de Villa Marcela es importante determinar si se puede volver a trabajar con la comunidad en el programa, debido a que se puede evidenciar que en estos sectores se está presentando sobreexplotación en los recursos que dentro de ellos se encuentran con el objeto de mitigar el impacto ecológico que sobre ellos se está provocando.
- Los procesos de Capacitación que se tienen con las comunidades que participan del programa de vigías de la conservación deben ser continuos con el objeto fortalecer en ellos temas del manejo de las metodologías de observación de las especies que se encuentran en el área, estrategias de conservación, registros de información sobre las especies que se observan en el área; esto llevara a que las poblaciones se encuentren más involucradas en el registro de la información y dinámicas que se puedan estar presentando en los sectores, durante los periodos en que ellos se encuentran realizando actividades del programa.
- La metodología de Pirarucú que se ha implementado a través de los años presenta buenos resultados porque ya es conocida dentro de los diferentes co-investigadores

que participan de los monitores biológicos comunitarios que se han realizado desde que está el programa; sin embargo, para sectores que presentan un gran tamaño como es el caso del Lago Caparú es necesario tener mayor personal que permita cubrir la mayor cantidad de área durante los monitoreos, debido a que cuando se hacen pausas durante la observación porque se acaba los periodos de luz o condiciones climáticas es posible realizar sobreconteos de los individuos que están en el área; en el caso de Los Lagos de Bacurí y Caparú donde se presentan divisiones del área, es importante tener en cuenta que al iniciar los conteos se cuente con el tiempo suficiente para realizar el conteo de todo el área o en caso de que por diferentes factores no se pueda terminar la actividad se debe retomar el conteo.

- La metodología de Arawana es una metodología que aún se está articulando con el personal local y se está acomodando de acuerdo a las condiciones de los diferentes sectores por lo que es importante establecer unos parámetros que permitan estandarizar esta metodología, como son los árboles que serán establecidos para utilizar durante los conteos, las distancias que se presentan dentro de ellos, la altura en la que se ubicaran los observadores y los rangos de visión que se tendrán y una forma de comunicación entre ellos con el fin de poder informar si los grupos que pueden contar se están dirigiendo hacia otro de los investigadores y evitar así sobre conteos de la especie.
- Es importante estandarizar una metodología para el monitoreo de Arawana que se pueda realizar a través de varios monitoreos y que posteriormente permita realizar comparaciones a través de los años entre los estados poblacionales en los diferentes sectores.
- Actualizar la información que se tiene de los lagos mediante estudios limnológicos con el objeto de permitir determinar los parámetros físicos químicos y biológicos actuales para establecer los niveles de productividad y calidad de las zonas.

- El monitoreo biológico debe realizarse en épocas de sequía del río y cuando este se encuentra alto para determinar la dinámica que presentan los sectores durante dos épocas diferentes del año.
- Los grupos de co-investigadores que se organizan para realizar la actividad en cada uno de los sectores deberían estar constituidos por personas de las diferentes comunidades con el objeto de evitar subjetividad durante el registro de la información colectada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo-Córdoba, E., Salinas-Coy, Y., Sánchez, C. L., Alonso, J. C. 2000. Bagres de la Amazonía colombiana: Un Recurso sin Fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Editorial Scipto Ltda. Bogotá. Colombia. 253 pp.

Bard, J. e Imbiriba, E. P. 1986. Piscicultura do Pirarucú (*Arapaima gigas*). Embrapa Cpatu. Circular Técnica, 52. 17p.

Berra, T. 2004. Freshwater fish distribution. Academic Press, Florida, USA.

Brauner, C.J., V. Matey, J.M. Wilson, N.J. Bernier & L. Val. 2004. Transition in organ function during the evolution of air-breathing; insights from *Arapaima gigas*, an obligate air-breathing teleost from the Amazon. The Journal of Experimental Biology, 207: 1433-1438.

Calvacante, D. P. 2008. Crecimento e maturacao sexual de arwanas brancos (*Osteoglossum bicirrhosum*) em Mamiraua. En H. &. Lima de Queiroz, Biologia, Conservacao e manejo dos Araunas na Amazonia Brasileira pags. 105-115. Tefe: Instituto de Desenvolvimento Sustentavel Mamiraua.

Camargo, T. 1995. Seguimiento y evaluación socio-económica y biológico esquera de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en algunos centros de acopio. Bogotá, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura,

Castello, L. A Method to Count Pirarucú: fisheries, assessment and management. 2004. North American Journal of Fisheries Management 24: pp. 379–389.

Castello, L. Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. 2008. *Journal of Fish Biology*, 72: 1520-1528.

Crossa, M. 2003. Contribuição ao conhecimento da Pesca do Pirarucu e Sugestões para o Manejo da espécie no Baixo Amazonas. Instituto de Pesquisa da Amazônia – IPAM. P. 7.

Duque, R. S., J. E. Ruíz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Capítulo 2. Limnología. Págs. 69 – 134 en IGAC (Eds.) Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasileño (eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Linotipia Bolívar. Bogotá, D. C.

Fernandes, D. “More eyes watching”. 2005. Lessons from the community-based management of a giant fish, *Arapaima gigas*, in Central Guyana. Unpublished Master dissertation. University of Manitoba. Winnipeg, Canada. P. 180.

Ferraris Jr., J. Family Arapaimatidae. 2003. Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America. In: Reis, R.E., S.O. Kullander & C.F. Ferraris Jr. (Eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 2003. p. 31-32.

Franco Rojas, H. H. 2005. Contribución al conocimiento de la reproducción de Pirarucú *Arapaima gigas* (CUVIER, 1817) (PISCES: ARAPAMIDAE) en cautiverio, Trabajo de grado, Programa de Biología. Universidad de la Amazonia Florencia-Caquetá.

Fondo Acción y Conservación Internacional Colombia. 2014. Monitoreo Biológico Comunitario de Pirarucú (*Arapaima gigas*) y Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el Bajo Caquetá y Apaporis. Informe Técnico, Monitoreo Biológico.

Fontenele, O. 1948. Contribução o conhecimento da Biología do Pirarucu "*Arapaima gigas*" (Cuvier) em Cativerio (Actinopterygii, Osteoglossidae). Ministério da Viação e Obras Públicas. Publicação No.165, serie 1-C. Brasil, P. 35.

Fundación Proterra y Conservación Internacional. 2012. Evaluación participativa de los acuerdos de conservación sobre las poblaciones de Pirarucú y Arawana en lagos de la cuenca baja del río Caquetá y Apaporis. Fase V (Amazonia Colombiana) Informe Técnico Monitoreo Biológico.

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. & M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas-Región de Leticia. Conservación Internacional. Bogotá. P. 546.

Goulding, M., R. Barthem & E.J.G. Ferreira. 2003. The Smithsonian Atlas of the Amazon. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Hrbek, T., I. Farias, M. Crossa, I. Sampaio, J. Porto & A. Meyer. 2005. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8: 297-308.

IIAP. 2002. Manual de Producción y Manejo de Alevinos de paiche. Loreto – Perú.

Mojica, J. I., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez (eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Mojica, J., Usma, J., Álvarez-León R. y Lasso, C. 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,

Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia. P. 319.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc., 4th edition, New York.

Posada, S. 1998. Contribución al conocimiento de la ecología de la Arawana *Osteoglossum bicirrhosum*. Informe de pasantía en acuicultura continental. Instituto SINCHI - Tecnológico de Antioquia. Puerto Leguizamo. P. 40.

Rebaza, M., F. Alcántara & M. Valdivieso. 1999. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas*). Manatí Gráfico S.A. Caracas, Venezuela.

Rodríguez, C. A. 1992. Bagres, malleros y cuerderos en el bajo río Caquetá (Amazonia colombiana). Pesca comercial en el bajo río Caquetá. Estudios de la Amazonia colombiana. Fundación Tropenbos Colombia. Volumen 2. P. 152.

Rodríguez Sierra, 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. Tesis Maestría.: Universidad nacional de Colombia sede Amazonia. Leticia. P. 192.

Romero I. 2006. De sombrillas y banderas: conservando ecosistemas. La Jornada. México. Pág. 2.

Saavedra, E.A., L.G. Quintero & M.A. Landines. 2005a. Descripción morfológica y anatómica. En: Sanabria, A.I., I.C. Beltrán & P. Victoria (Eds.). Biología y cultivo del Pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae). Bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá. Pp. 19-29.

Sánchez, C. L., E. Agudelo y G. A. Gómez. 2011. *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimidae), Capítulo 7. Pp. 140- 144. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catalogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Sánchez, C. L. 2004. Nuestra amiga la Arawana: Un recurso para usar y conservar. Bogotá. Instituto de Investigaciones Científicas - SINCHI. Editorial Bocachica. Bogotá. P. 33.

Sánchez, C. L. & J. C. Alonso. 2003. Proyecto “Evaluación ecológica y biología reproductiva de la Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en el Parque Nacional Natural la Paya, Puerto Leguizamo”. Instituto Amazónico de investigaciones científicas, SINCHI. Puerto Leguizamo. P. 55.

IUCN. World Conservation Union. 2002. IUCN red list of threatened species.

Val, L.A. & V.M.F. De Almeida-Val. 1995. Fishes of the Amazon and their environment: physiological and biochemical aspects. Springer-Verlag Berlin, Germany.

Waty, A. 2010. Etude des traits d’histoire de vie de cinq populations d’Arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) subissant des pressions de peches contrastees en Amazonie peruvienne. Montpellier: Universidad de Montpellier. P. 20.