

**EL PIRARUCÚ, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) (PISCES:
OSTEOGLOSSIDAE) EN LOS LAGOS DEL SISTEMA DE TARAPOTO:
ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y CULTURALES**

Por:

Silvia López-Casas

Tesis presentada para optar por el grado de:

MAGISTER EN ESTUDIOS AMAZÓNICOS

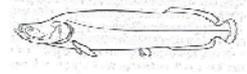
Línea de investigación Ecosistemas, Biodiversidad y Conservación

Maestría en Estudios Amazónicos
Universidad Nacional de Colombia
Sede Amazonia
Instituto Amazónico de Investigaciones - Imani

Escrita bajo la dirección de:

Santiago R. Duque M.Sc.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia
Javier Lobón-Cerviá Ph.D.
Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid, España)

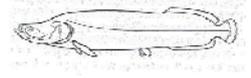
Leticia, Amazonas, Colombia
Diciembre 2007



“... Me encontré en un mundo nuevo, separado de toda relación humana, en un mar de agua dulce, rodeado por un laberinto de lagos, ríos y canales y penetrado en todas direcciones por la oscuridad de un bosque inmenso... A mi vista se ofrecían plantas nuevas, nuevos animales y nuevas razas de hombre. Acostumbrado durante siete años a las montañas perdidas entre nubes, caí en un raptó de admiración al contemplar el ancho círculo abarcado por la vista, sin más restricción ni límite que el horizonte...”

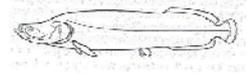
Charles-Marie de la Condamine (1743)

¿Cómo transmitir, a quien no lo ha visto, la inmensidad del Amazonas?



DEDICACIÓN

A los que me quieren y han creído en mí.



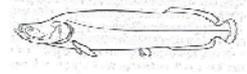
AGRADECIMIENTOS

No es fácil plasmar aquí en letras lo que siento diariamente por todas las personas que de alguna u otra manera hicieron posible la realización de lo que culmina con este documento... Papi, Mami y Juanchito, les agradezco INMENSAMENTE por su apoyo y amor incondicional en la distancia y en la cercanía del hogar. Por creer y estar siempre para mí: MIL GRACIAS!!!

A Diego por su apoyo, compañía y amor durante los años leticianos y los meses medellinenses que le siguieron. Gracias por ayudarme y hacerme creer todas las veces que pensé que no iba a llegar hasta aquí.

Isi, sin ti indiscutiblemente los días amazónicos hubieran tenido otro color. Gracias por tu amistad, por todas las risas, por tu sabiduría y por quererme tanto como te quiero a ti.

A Santi ¡¡mil gracias!! por creer en mí, apoyarme, enseñarme y dirigirme a lo largo de este proceso de formación. Gracias también por darme los espacios que necesité en cada una de las etapas de desarrollo de la tesis, y por tus palabras alentadoras, que nunca cayeron mal.

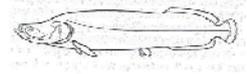


A Sarita K. por impulsarme y por promover en mi el entusiasmo necesario para escribir el tercer capítulo, por, como ella dice, difuminar en mi los límites del conocimiento científico, y por todo lo que hizo para que este trabajo se desarrollara: recibirme, darme apoyo logístico, económico y personal, alentarme y hacer MUY gratos los días en Puerto Cariño.

A Javier, Gracias por su oportuna reorientación, clarificación e ideas para el análisis y presentación de toda la información que aquí presento. Gracias!!!

A Juani por su amor y alegría durante los meses finales de escritura y por su compañía durante las largas noches de trabajo en la Universidad,

A los pescadores de pirarucú Francisco y Demetrio Silva, Luis Hernando y Uriel Peña, Pedro Ahue Peña, Adonay Yumbato, Geriel Ahue Gómez, Juan Gabriel Gómez, Misael y Quinturibe Ahue Valerio (Casimiro), Ciro Laulate Gómez, Jesús Peña Careca, Polinario Chamorro, José Castillo Coello, Pedro Ramos, Norberto Becerra Mercado, Román Peña Alban, Faustino Fernandez Angelino y Emilio Macedo Pereira por su indispensable ayuda para la realización de este trabajo. GRACIAS!!! Muchas gracias por dejarme entrar al mundo de los lagos de su mano y en sus canoas. Fue inmensamente divertido, alegre y reconfortante tenerlos como investigadores y amigos.



A toda la comunidad de Santa Clara de Tarapoto por acogerme con tanto cariño y hacer que llegar a su puerto fuera un motivo de regocijo.

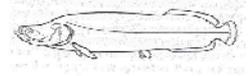
A todos los amigos de la Fundación Natütama que me enseñaron, ayudaron, transportaron y divertieron para que esto fuera posible.

A Pili, Fer, Jorge, Juancho, Juangui, Juli, Caro V., Ariel y a todos los amigos que hicieron más gratos los días de análisis y escritura de este documento, y que además, en algún momento, opinaron, aclararon y/o aconsejaron para que quedara lo mejor posible: Gracias!

A todos aquellos que participaron en las agotadoras pero divertidas jornadas de campo y de laboratorio: Pablo, Anita, Nestor, Lili, Aleja y Diana J. e igualmente a Castor y su equipo de técnicos, que procesaron las muestras de nutrientes.

A todas las personas compañeras y amigas de quienes aprendí mucho durante todo el proceso de la maestría: Sandrita, Angelita, Giova, Cata, Valen, Dianita R., Eli, Cesar, Edgar, José, Aleja, Manuel, John, Ernesto, Sandra K., Gladys, Nelson, Fernando, Luís, Calixto... gracias!

A la Fundación Omacha por su apoyo logístico.



Y finalmente, agradezco a Corpoamazonia por el financiamiento del proyecto, sin el cual no me encontraría escribiendo nada de esto.

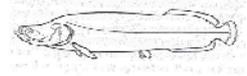
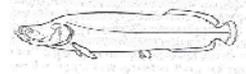
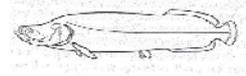


TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| PORTADA..... | i |
| DEDICACIÓN | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| TABLA DE CONTENIDO | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | x |
| LISTA DE TABLAS | xii |
| LISTA DE FOTOGRAFÍAS..... | xiv |
| LISTA DE ILUSTRACIONES | xv |
| LISTA DE APENDICES..... | xvi |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| HIPÓTESIS | 15 |
| OBJETIVOS | 16 |
| GENERAL:..... | 16 |
| ESPECÍFICOS:..... | 16 |
| JUSTIFICACIÓN | 16 |
| LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 18 |
| CAPITULO 1. EL SISTEMA DE LAGOS DE TARAPOTO: ASPECTOS LIMNOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS | 24 |
| INTRODUCCIÓN..... | 24 |
| MÉTODOS | 26 |
| LEVANTAMIENTO DE DATOS | 26 |
| ANÁLISIS DE DATOS | 28 |
| RESULTADOS..... | 30 |
| DISCUSIÓN..... | 51 |

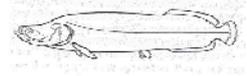


| | | |
|---|-------|-----------|
| CAPÍTULO 2. DENSIDAD DEL PIRARUCÚ EN LOS LAGOS DEL SISTEMA DE TARAPOTO | | 59 |
| INTRODUCCIÓN | ..... | 59 |
| MÉTODOS | ..... | 60 |
| DISEÑO DEL MUESTREO | ..... | 60 |
| LEVANTAMIENTO DE DATOS | ..... | 61 |
| ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | ..... | 64 |
| RESULTADOS | ..... | 65 |
| DISCUSIÓN | ..... | 69 |
| CAPÍTULO 3. ETNO-ICTIOLOGÍA LOCAL SOBRE EL PIRARUCÚ (<i>Arapaima gigas</i>; Cuvier, 1817) EN LA RIBERA COLOMBIANA DEL RÍO AMAZONAS | | 75 |
| INTRODUCCIÓN | ..... | 76 |
| METODOLOGÍA | ..... | 77 |
| LEVANTAMIENTO DE DATOS | ..... | 77 |
| ANÁLISIS DE DATOS | ..... | 78 |
| RESULTADOS | ..... | 79 |
| LOS PESCADORES DE PIRARUCÚ | ..... | 79 |
| PESCA | ..... | 80 |
| EL PIRARUCÚ | ..... | 85 |
| ALIMENTACIÓN | ..... | 88 |
| REPRODUCCIÓN | ..... | 91 |
| DISTRIBUCIÓN | ..... | 98 |
| ESTADO DE LAS POBLACIONES Y CONSERVACIÓN | ..... | 103 |
| DISCUSIÓN | ..... | 106 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | ..... | 115 |
| Anexo 1. Entrevistas entabladas con los pescadores arponeros de pirarucú | ..... | 130 |
| EL PEZ | ..... | 130 |
| PESCA | ..... | 130 |
| REPRODUCCIÓN | ..... | 131 |
| DISTRIBUCIÓN | ..... | 131 |
| PERCEPCIÓN DE CONSERVACIÓN | ..... | 131 |



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación del sistema Lacustre de Tarapoto, ribera colombiana del río Amazonas (Escala 1:150.000; Tomado de Aldana & Daza 2005). 20
- Figura 2.** Fluctuaciones del nivel del río Amazonas entre los años 2000 y 2004: Las líneas a nivel cero ocurren en momentos en los que la mira quedó en tierra (IDEAM 1973 – 2004, Leticia). 21
- Figura 3.** Promedio histórico mensual de precipitaciones (mm) en la zona de Leticia (\pm Desviación estándar; IDEAM 1973 – 2004, Leticia). 22
- Figura 4.** Sistema de Lagos de Tarapoto, Municipio de Puerto Nariño, Amazonas (Escala 1:2000; Modificado de Kendall 2004). 23
- Figura 5.** Diagrama de la hipótesis de productividad e influencia de las aguas blancas del río Amazonas en los lagos del sistema de Tarapoto. Los números corresponden a las categorías asignadas a los lagos de acuerdo a su conductividad y posición dentro del sistema. Modificado de Kendall (2004). 32
- Figura 6.** Perfiles de temperatura de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo. 36
- Figura 7.** Perfiles de conductividad de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo. 37
- Figura 8.** Perfiles de porcentaje de saturación del oxígeno de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo. 38
- Figura 9.** Perfiles de pH de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo. 39
- Figura 10.** Concentraciones de los nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos, amonio, silicatos y carbono orgánico disuelto de los lagos del sistema de Tarapoto. 43
- Figura 11.** Ordenación de los lagos del sistema de Tarapoto en los dos primeros ejes del análisis de componentes principales. 47
- Figura 12.** Ordenación de los lagos del sistema de Tarapoto en los dos primeros ejes del análisis de correspondencia destendenciado. 49
- Figura 13.** Ordenación de los lagos en los dos primeros ejes del análisis de correspondencia canónica (CCA). En azul los lagos de la categoría uno, en rosado de la categoría dos, en amarillo de la categoría tres, y en verde de la categoría cuatro. Los puntos azules corresponden a las variables biológicas. 51
- Figura 14.** Modelo esquemático del método en los diferentes lagos usado por los pescadores para contar pirarucú. Note que en el caso tres las áreas de los pescadores 1 y 2 son menores

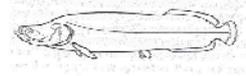


que la del pescador 3 debido a que el área es menos vegetada, por lo que permite mayor visibilidad. Tomado de Castello (2004)..... 62

Figura 15. Correlación del número de individuos de *A. gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de componentes principales..... 68

Figura 16. Correlación del número de individuos de *A. gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de correspondencia destendenciado (DCA). 69

Figura 17. Meses en los que los pescadores reportan observar hembras de *A. gigas* con ovocitos en sus gónadas y el desove. Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información..... 93



LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Valores de los parámetros físicos y químicos medidos en los lagos del sistema de Tarapoto..... | 31 |
| Tabla 2. Valores de las variables morfométricas medidas y calculadas para los lagos del sistema de Tarapoto. * Cobertura del espejo de agua por macrófitos inferior al 1%..... | 41 |
| Tabla 3. Concentraciones de los nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos, amonio, silicatos y carbono orgánico disuelto de los lagos del sistema de Tarapoto. *La muestra de los lagos Airuwe..... | 42 |
| Tabla 4. Densidad de fitoplancton, densidad y diversidad de macroinvertebrados, biomasa de macrófitos y taxa más abundante en cada uno de los puntos de muestreo de los lagos del sistema de Tarapoto. La densidad de fitoplancton no se determinó en todos los lagos..... | 44 |
| Tabla 5. Puntajes (coordenadas) del análisis de componentes principales (PCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto..... | 46 |
| Tabla 6. Puntajes (coordenadas) del análisis de correspondencia destendenciado (DCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto..... | 48 |
| Tabla 7. Eigenvalues y varianza en los datos de las características biológicas en los tres primeros ejes canónicos..... | 50 |
| Tabla 8. Puntajes de la ordenación de correspondencia canónica para los tres primeros ejes... | 50 |
| Tabla 9. Abundancias y densidades de pirarucú en los lagos; lagos y bosque inundado; y lagos, bosque inundado y caños del sistema de Tarapoto. Todas las densidades fueron calculadas con el área del espejo de agua de los lagos..... | 66 |
| Tabla 10. Puntajes del primer y segundo eje para las variables físicas, químicas y morfológicas (PCA) y biológicas (DCA) analizadas..... | 68 |
| Tabla 11. Ítems alimenticios referidos por los pescadores para diferentes estados del ciclo de vida de <i>A. gigas</i> (Post-larvas: individuos $\pm 0,05$ m; Juveniles: individuos alrededor de los 0,80 m; subadultos: individuos hasta 1,6 m; Adultos: individuos de 1,7 m en adelante). Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información..... | 90 |
| Tabla 12. Principales grupos taxonómicos identificados por los pescadores como dieta de <i>A. gigas</i> juveniles, sub-adultos y adultos. Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información..... | 91 |
| Tabla 13. Tiempo reportado por los pescadores para la eclosión de las larvas, duración del cuidado parental de las crías de <i>A. gigas</i> y talla de las crías al finalizar el cuidado parental. Los porcentajes corresponden al total de informantes que mencionaron la información..... | 96 |

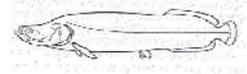
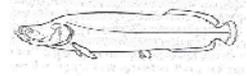


Tabla 14. Características de los lagos preferidas por los individuos de *A. gigas* en el sistema de lagos de Tarapoto. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información..... 102

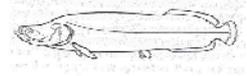
Tabla 15. Características de la vegetación macrófito y riparia preferida por los individuos de *A. gigas* en el sistema de lagos de Tarapoto. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información..... 103

Tabla 16. Soluciones planteadas por los pescadores de pirarucú para evitar que la especie desaparezca de los lagos y para aumentar el tamaño de las poblaciones locales de la especie. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información.
..... 105



LISTA DE FOTOGRAFÍAS

- Foto 1.** Lago Matamatá cubierto en su totalidad por diferentes tipos de macrófitos helófitos y pleustónicos. 30
- Foto 2.** *Victoria amazonica* encontrada en A: la cabecera del lago Chepetén; y B: lago Umarí. . 33
- Foto 3.** Gradiente de productividad evidenciado en el tamaño de los individuos de *Pistia stratiotes* en los lagos A: Chepetén; B: Cochalargo; C: Cabecera de Largo 2..... 45
- Foto 4.** Lago cerrado: lago de la Cabecera de Redondo, del sistema de lagos de Tarapoto en el período de aguas subiendo de 2007. 101



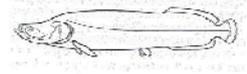
LISTA DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1.** Mapa de la distribución de los individuos de *A. gigas* dentro del sistema de Tarapoto durante el periodo de aguas altas y aguas subiendo. Autor: Juan Gabriel Gómez, Comunidad Santa Clara de Tarapoto. 66
- Ilustración 2.** Pareja de pirarucús haciendo su nido en el bosque inundado. Nótese el detalle de las glándulas de la cabeza con las cuales los parentales alimentan a sus crías durante los primeros estadíos de vida (Autor: Pedro Ahue Peña). 89
- Ilustración 3.** Pareja de pirarucús haciendo su nido en el bosque inundado. Al igual que en la anterior ilustración, se observa el agua barrosa alrededor del individuo que está cavando el hoyo en el piso arcilloso, y el marcado dimorfismo sexual con un individuo más grande que el otro (Autor: Ciro Laulate Gómez). 95
- Ilustración 4.** De izquierda a derecha: individuo de *A. gigas* boyando y pareja de pirarucús cuidando sus larvas, que forman un cardumen sobre la cabeza de uno de los parentales. (Autor: Luís Hernando Peña) 98



LISTA DE APENDICES

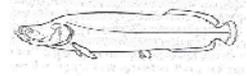
| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Entrevistas entabladas con los pescadores arponeros de pirarucú..... | 130 |
|--|-----|



INTRODUCCIÓN

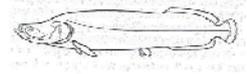
El Pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), es un teleósteo, pertenece a la familia Osteoglossidae (Nelson 1994) y es el pez amazónico de escamas de mayor tamaño. Habita en los lagos de várzea del medio y bajo Amazonas (Alcântara et al. 1997), en los tributarios bajos, casi planos y de corrientes lentas (Cueva 1980), tanto como en los ríos de la Guyana hasta Bahía en Brasil (Bard & Imbiriba 1986). Aunque utiliza casi todos los ambientes acuáticos dentro de su rango de distribución, las poblaciones de mayor tamaño se presentan en los ríos de aguas blancas y en las intrincadas redes de canales y lagos presentes a lo largo de las várzeas (Queiroz 2000).

Por su gran tamaño y por el elevado valor como pez de consumo su pesca es persistente en toda su área de distribución. Como consecuencia los datos reportados en la literatura indican una tendencia a la sobrepesca (Alcântara et al. 1997, Martinelli & Petrere 1999). Algunos de los reportes más relevantes son la reducción de la variabilidad genética (Ferraris 2003, Pires 2003), disminución del tamaño poblacional y la baja ocurrencia de grandes individuos (Martinelli & Petrere 1999, Ferraris 2003), especialmente alrededor de los centros urbanos de la Amazonia: Belén, Manaus, Leticia-Tabatinga e Iquitos (Martinelli & Petrere 1999, Ferraris 2003, Pires 2003). La información disponible



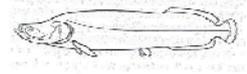
a nivel regional es inadecuada para realizar una estimación aproximada, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basada en su distribución y/o estado poblacional (UICN 2003). Por estas razones fue incluida a nivel Internacional en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre CITES, en el apéndice II del Libro Rojo de la UICN de especies amenazadas (UICN 2003) y en Colombia *A. gigas* fue incluido en el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas dentro de la categoría Vulnerable (Mojica et al. 2002).

Sumado a lo anterior, no existe información en la literatura sobre densidad, abundancia y producción de los pirarucús (crecimiento: incremento en biomasa de los individuos y las poblaciones) en ambientes naturales, y hasta muy recientemente (Queiroz 2000) toda la información disponible había sido producida bajo condiciones artificiales de cautiverio. El autor mencionado, realizó un primer intento para la descripción y el mejor entendimiento de los ambientes acuáticos seleccionados por el pirarucú en el sector de Jarauá-Brasil, para lo cual recopiló información sobre las características físicas y químicas del agua en lagos, la diversidad y abundancia de los macrófitos flotantes e invertebrados asociados al sistema radicular, encontrando que las características limnológicas no son rasgos diagnósticos en la tipificación de los lagos, y que los datos morfológicos/estructurales (forma del lago, tipos de bosque en los alrededores y tipo de bancos: diques o playas) pueden ser características importantes para la caracterización del hábitat del pirarucú.



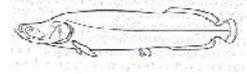
Queiroz (2000) encontró que la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la densidad de pirarucús varían de acuerdo a las interacciones entre la presión humana en los lagos, las características limnológicas y el tamaño. Sus resultados muestran que las madrevejas (i.e., oxbow lakes) con poca vegetación flotante concentrada en los extremos, con mayores concentraciones de oxígeno disuelto, poca transparencia y fauna invertebrada dominada por insectos y crustáceos poseen dos veces más pirarucús que lagos tipo pantanoso (*swampy*), con altas concentraciones de vegetación flotante, aguas más transparentes, menores concentraciones de oxígeno disuelto y fauna invertebrada dominada por insectos y moluscos. Adicionalmente sugiere que las madrevejas son más resilientes y resistentes, y que los lagos pequeños de este tipo presentan mayor CPUE que lagos con las mismas características pero mayores a cinco hectáreas.

Aún no se entiende por completo los efectos de la morfología y la estructura de lagos en el tamaño y estructura de las poblaciones de pirarucú, pero teniendo en cuenta que, en términos de uso de hábitat, el pirarucú parece ser muy selectivo, la disponibilidad diferencial de los ítems alimenticios particulares, hábitat para anidación y refugio, entre otros factores, deberían ser considerados en futuras investigaciones (Queiroz 2000), al igual que las variaciones en el nivel del agua causadas por el pulso de inundación, que junto con las precipitaciones definen la estacionalidad en la Amazonia (Junk 1984).



En general los pulsos de inundación periódicos a los que están sujetos los ambientes acuáticos amazónicos traen consigo una serie de cambios en sus características bióticas y abióticas. Y dichos cambios tienen influencia directa en la flora y fauna acuática y terrestre de los ríos, lagos y planos de inundación asociados, por ejemplo a través de cambios en la composición de la comunidad y densidad de las poblaciones de peces (Junk & Wantzen 2003, Granado-Lorencio et al. 2005, Junk 2005).

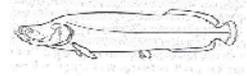
A. gigas habita lagos de planicie de inundación, que pueden considerarse los ambientes amazónicos acuáticos más heterogéneos, con fluctuaciones en tiempo y espacio que ofrecen un complejo espectro de hábitats y microhábitats con diferentes calidades de oferta para la vida de las especies de peces (Junk 1984, Queiroz 2000). Existen evidencias de que estas características pueden ser determinantes en la distribución espacial de los individuos de una misma población de pirarucús que habitan lagos de diferentes tamaños y formas (Queiroz 2000). Ahora bien ¿cuál es el efecto de la estructura de los ambientes acuáticos en los patrones de selección de hábitat de los individuos de *A. gigas*?, ¿cómo estos patrones de selección de hábitat afectan la densidad poblacional de *A. gigas*? Y además ¿cuáles son las características de los lagos asociadas a un mayor número de individuos de *A. gigas*?



Estas son las preguntas fundamentales sobre las que planteé la realización del presente trabajo de investigación. Sin embargo, el haber participado en el proyecto “Formulación del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Localizados en el Sistema de Várzea en el Interfluvio de los Ríos Loretoyacu y Amazonas” desarrollado en convenio por la Universidad Nacional de Colombia - Sede Amazonia y Corpoamazonia, permitió recopilar una gran cantidad de información sobre los pescadores y el sistema de lagos de Tarapoto. Por esta razón, decidí dividir los resultados en tres temas básicos, definidos por capítulos que fueron construidos siguiendo el esquema de artículos temáticos extensos.

Los temas incluidos son: la caracterización del sistema de lagos de Tarapoto, las estimaciones de densidad de *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) en el sistema de lagos de Tarapoto, y el conocimiento tradicional sobre el pirarucú de los pescadores en el sistema de lagos de Tarapoto, cada uno de ellos es objeto de un capítulo específico.

En la primera parte del documento los lectores encontrarán la hipótesis, los objetivos y la justificación del proyecto que se había planeado inicialmente para responder a las preguntas de investigación planteadas anteriormente.



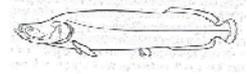
En el primer capítulo abordé aspectos limnológicos y morfológicos del sistema de lagos de Tarapoto, con el fin de realizar una caracterización del sistema, que hasta este trabajo, había sido estudiado parcialmente, de forma compartimentalizada, asumiendo como un todo los lagos El correo y Tarapoto Largo y Tarapoto Redondo, que como se verá más adelante, son solo dos subsistemas de un sistema complejo.

En el segundo, recopilé las estimas de densidades de *A. gigas*, realizadas en el sistema de Tarapoto, por pescadores especializados, a través de conteos de números de boyadas de pirarucú en intervalos de tiempo definidos. En este capítulo además, abordo las cuestiones de investigación planteadas anteriormente.

El tercer capítulo describe y analiza el conocimiento local, recopilado por medio de entrevistas, que poseen los pescadores indígenas y mestizos del sistema de lagos de Tarapoto sobre la pesca, la ecología (hábitos alimenticios y reproductivos, hábitat y movimientos) y su percepción de la conservación y el estado de las poblaciones de *A. gigas*.

HIPÓTESIS

La densidad poblacional de *A. gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto está determinada por las características del hábitat y por la dinámica



de los ambientes acuáticos, definidas por la heterogeneidad del sistema y por los cambios en la ecología de los lagos causados por el pulso de inundación.

OBJETIVOS

GENERAL:

Determinar la influencia de las características del hábitat y la dinámica de los sistemas acuáticos en la densidad poblacional de *Arapaima gigas* en lagos del sistema de Tarapoto.

ESPECÍFICOS:

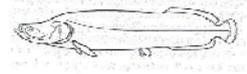
Caracterizar el hábitat y la dinámica de los lagos del sistema de Tarapoto durante el período de aguas ascendentes definido por el pulso de inundación.

Estimar la densidad de *A. gigas* en lagos del sistema de Tarapoto, valorando la distribución espacial de los individuos.

Evaluar la influencia de las características del hábitat y su dinámica en la densidad de *A. gigas* en lagos del sistema de Tarapoto.

JUSTIFICACIÓN

La ecología se ha preocupado por la influencia de los procesos ecológicos sobre los patrones espaciales. Asumiendo que el espacio en el que

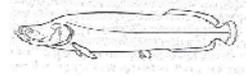


se distribuye una especie es homogéneo, por lo que suele trabajarse a una escala que da uniformidad a los procesos bajo estudio. Sin embargo, desde el punto de vista de la ecología del paisaje, se reconoce que el paisaje es heterogéneo y que los patrones espaciales de éste tienen una gran influencia en los procesos ecológicos de las poblaciones que habitan en dichos sistemas (Turner et al. 2001).

La clave para proteger y manejar una especie es tener un conocimiento sólido de la ecología, de sus características distintivas (su historia natural), del estado de la población y de los procesos dinámicos que afectan su tamaño y distribución (su dinámica poblacional; Primack 2001).

Como consecuencia, para que las pesquerías puedan contribuir mejor al desarrollo económico regional, es necesario documentar las peculiaridades de la pesca y de las condiciones que la propia naturaleza de los recursos impone para su total aprovechamiento (Trodec 1984). Así, determinar las características de las áreas de relevancia ecológica y la utilización que hacen las especies de los recursos disponibles, permite establecer criterios que nos ayudan a establecer prioridades de conservación o mitigación, no sólo a nivel de especies sino a nivel ecosistémico (Welch & MacMahon 2005).

Las técnicas de conteo y monitoreo de las poblaciones de *A. gigas* implementadas en Brasil y Perú comenzaron con la capacitación y organización

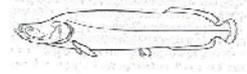


de los pobladores locales (Bendezú 2003). En el caso de Brasil, tras más de cuatro años de actividades y la implementación de los conteos como una herramienta para el manejo de las poblaciones, los resultados han mostrado ser bastante positivos, pues han registrado un aumento del 368% en el número de individuos de la especie en el sector de Jarauá, representado un aumento en la renta promedio por pescador de más del 200%, demostrando que el manejo de esta especie con comercialización de cuotas establecidas trae beneficios económicos y ambientales (Bendezú, 2003).

Los resultados de este estudio serán un aporte fundamental en la medida que buscan brindar las herramientas conceptuales necesarias para incentivar a las comunidades y a las entidades gubernamentales competentes en la Amazonia colombiana (Corpoamazonia, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural: INCODER), a continuar y extender a otros sistemas de lagos, el método de conteo y monitoreo del pirarucú, y así promover normas adecuadas para su manejo, por medio de la vinculación de los usuarios directos del recurso y el uso del conocimiento que tienen éstos de la especie y los ambientes acuáticos en los que habita.

LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en 13 de los 17 cuerpos de agua que posee el sistema lacustre de Tarapoto (Figura 1), que se encuentra en el



Municipio de Puerto Nariño, al sur del departamento del Amazonas, dentro del territorio del resguardo indígena Ticoya (etnias Ticuna, Cocama y Yagua). Adicionalmente se realizaron muestreos en dos lagos externos al sistema: Socó y Garzacochoa, que fueron considerados como control para la caracterización del hábitat.

El sistema que hace parte de la llanura de inundación del río Amazonas (N1 según las unidades de paisaje definidas por Otero & Botero, 1997). Dicho paisaje se caracteriza por presentar un relieve plano que permanece inundado durante buena parte del año, posee un nivel freático alto y fluctuante, presenta hidromorfismo temporal y superficies con una elevada acumulación de sedimentos. Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, se encuentran pobre a imperfectamente drenados y poseen texturas franco - arcillosas y franco - limosas (Otero & Botero 1997). El sistema está localizado entre los 3°50' y 3°47' de latitud sur y entre los 70°24' y 70°29' longitud oeste (www.Google Earth, 2005).

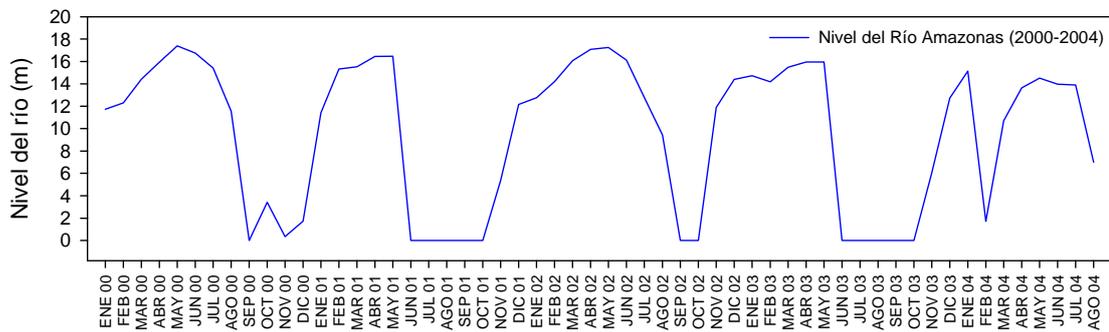
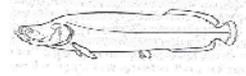


Figura 2. Fluctuaciones del nivel del río Amazonas entre los años 2000 y 2004: Las líneas a nivel cero ocurren en momentos en los que la mira quedó en tierra (IDEAM 1973 – 2004, Leticia). Los mínimos rectos corresponden a ausencia de lecturas por miras en tierra.

La precipitación promedio anual es de 3325,2 mm con un promedio mensual de 277,4 mm (IDEAM 1973 – 2004). El régimen pluviométrico registra un comportamiento multianual de tipo monomodal presentándose un período de bajas precipitaciones en julio y agosto (cuando la Zona de Confluencia Intertropical se ubica hacia el norte), una época de mayores precipitaciones que ocurre usualmente entre diciembre y abril, y dos períodos de transición, uno entre septiembre y noviembre en el que se aumenta paulatinamente la intensidad de las lluvias y otro entre mayo y junio, en el que comienza la transición hacia bajas precipitaciones (Duque 1993, Duque et al. 1997; Figura 3).

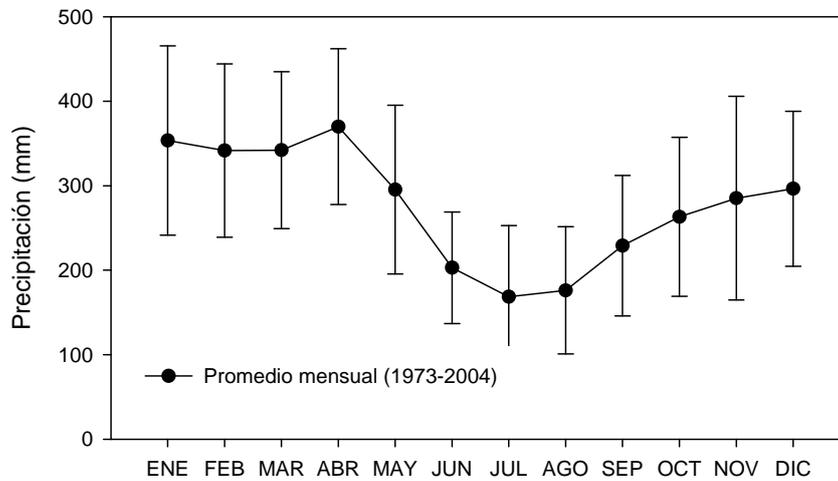
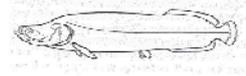


Figura 3. Promedio histórico mensual de precipitaciones (mm) en la zona de Leticia (\pm Desviación estándar; IDEAM 1973 – 2004, Leticia).

El sistema de lagos de Tarapoto está caracterizado como una zona de várzea. La diferencia en el nivel de sus aguas entre la época de verano y la época de inundación varía entre 6 y 12 metros en años de mínima y máxima inundación respectivamente. Los lagos de Tarapoto son un sistema intensivo de caños y pozos, que cuenta con 17 cuerpos de agua lénticos de diferente tamaño y grado de conectividad, algunos de los cuales se encuentran “cerrados” o cubiertos con alfombras de vegetación macrófito (Figura 4). El lago principal del sistema, Tarapoto, tiene 7 km de largo y un espejo de agua limpio libre de macrófitos (Kendall et al. 2006).

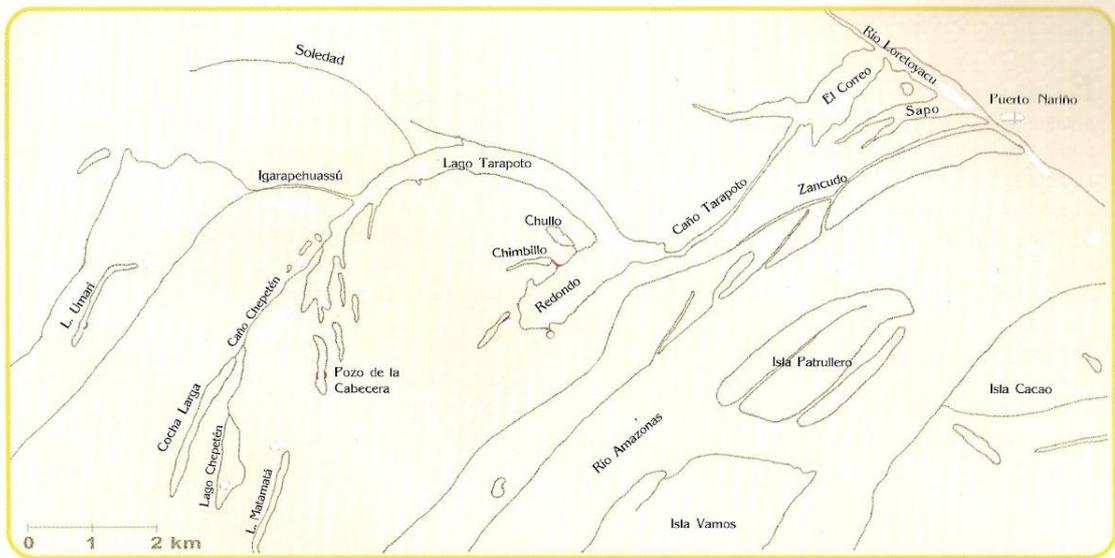
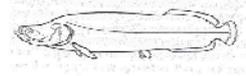
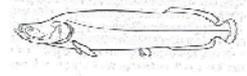


Figura 4. Sistema de Lagos de Tarapoto, Municipio de Puerto Nariño, Amazonas (Escala 1:2000; Modificado de Kendall 2004).

Los lagos del sistema presentan diferentes grados de conexión léntica-lótica y lótica-lótica (lago-lago, lago-río y lago-lago-río) y están fuertemente influenciados por los incrementos del nivel de aguas de los ríos Loretoyacu y Amazonas que los afectan durante algunos meses del año cuando hay aguas en ascenso y aguas altas (Duque, 1993; Díaz, 1995).

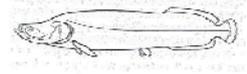


CAPITULO 1. EL SISTEMA DE LAGOS DE TARAPOTO: ASPECTOS LIMNOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS

INTRODUCCIÓN

Las aguas de los ríos tropicales tienen varias características en común, sin embargo, factores como la lluvia, la roca, el suelo y la vegetación determinan particularidades distintivas que varían en escalas espaciales, y pueden, en consecuencia, causar diferencias significativas incluso dentro de ríos del mismo sistema (Payne 1986). Así, el Amazonas y sus tributarios han sido clasificados, teniendo en cuenta provincias geoquímicas y diferencias en las características físicas y químicas de sus aguas, en ríos de aguas claras, negras y blancas (Sioli 1984).

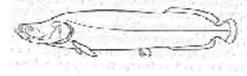
Estudios más detallados sobre la tipificación de los ambientes acuáticos en el eje Apaporis-Tabatinga (PAT o frontera Colombo - Brasileira), definen para la Amazonia colombiana a los ríos Putumayo y Caquetá como ríos de aguas blancas tipo II y al Amazonas como tipo I (Duque et al. 1997, Nuñez-Avellaneda & Duque 2001). De igual forma, los autores definen dos tipos de aguas negras, siendo tipo II las de los ríos de aguas amazónicas, sus lagos y



planos de inundación en el sector del río Putumayo y Caquetá, que tienen condiciones de aguas negras pero con una menor mineralización, productividad y pH respecto a los del sector del río Amazonas, aguas negras tipo I (Duque et al. 1997, Nuñez-Avellaneda & Duque 2001).

Las várzeas no se distribuyen uniformemente por las llanuras de inundación (Aldana & Daza 2005) debido a que los patrones de deposición de sedimentos pueden diferir considerablemente, creando complicados patrones morfológicos (Junk 1984). Por esta razón, los ríos tropicales tienen gran heterogeneidad espacial a lo largo de un continuo de escalas espaciales que van desde pequeños microhábitats hasta paisajes.

En una escala espacial más amplia, los planos de inundación contienen una gran variedad de hábitats acuáticos, incluyendo charcas efímeras, lagos permanentes y canales secundarios. Incluso dentro de un área restringida, estos hábitat pueden estar asociados con patrones hidrográficos, suelos, calidades de aguas y vegetación muy diferentes (Wissmar et al. 1981 y Day & Davies 1986, Winemiller & Jepsen 1998). Por lo que el gradiente lateral de los ríos con planos de inundación presenta peces con una tremenda diversidad de opciones para la selección de hábitat (Winemiller & Jepsen 1998). A una escala aún más grande, los ejes longitudinales de los ríos presentan un gradiente de hábitat que abarcan diferentes topografías paisajísticas, suelos, productividades y regímenes de disturbancia (Junk et al. 1989).



MÉTODOS

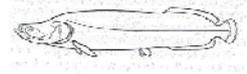
LEVANTAMIENTO DE DATOS

Calidad de las aguas

En la zona limnética de cada uno de los puntos registré información física y química del agua, para esto determiné la transparencia por medio del disco Secchi, y dependiendo de la profundidad registré perfiles cada 0,10 a 0,20 m de la temperatura, conductividad, O₂ disuelto, % de saturación y pH desde la superficie, hasta la profundidad de Secchi (DS) y cada 0,40 a 2 m desde DS hasta tres veces la profundidad de Secchi (3DS), con el fin de tener perfiles de la zona fótica de cada punto. Adicionalmente, tomé muestras de agua para realizar análisis de nutrientes (fósforo y nitrógeno) en superficie, DS y 3DS.

En los lagos cerrados, independientemente de su tamaño, sólo se determinaron las variables físicas y químicas en la zona del lago en la que el espejo de agua estuviera libre. En los lagos con su espejo de agua libre, dependiendo del tamaño del lago se tomaron datos en una o dos estaciones, con el fin de cubrir las posibles variaciones de las características del lago a lo largo de toda su superficie. Así, en el lago Tarapoto y Socó se hicieron tres estaciones, en los lagos Umarí, Chepetén y Cochalarco se realizaron dos y en el resto de lagos se tomó una estación en el área libre de macrófitos.

Morfología y conectividad de los lagos



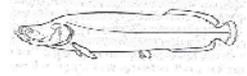
Con el fin de obtener profundidad máxima (z_m) y la profundidad relativa (z_r) (Wetzel & Likens 2000) en cada uno de los lagos en los que se observaron boyadas de pirarucú, realicé una batimetría en la zona libre de macrófitos de cada uno de los lagos. Paralelo a lo anterior, con ayuda de un GPS tomé puntos con los que, por medio de técnicas SIG, se determinaron algunas características físicas de cada uno de los lagos tales como el área del lago, el porcentaje de cobertura del espejo de agua por vegetación macrófita helófito y pleustófito. También se anotó la presencia de barreras y flujo de agua en el período de aguas ascendentes y aguas descendentes.

Productividad de los lagos

La productividad de los lagos fue estimada de forma indirecta evaluando la producción primaria a través de la biomasa de macrófitos helófitos en las zonas litorales, y a través de la densidad de fitoplancton en la zona limnética. Adicionalmente estimé la producción de macroinvertebrados asociados a macrófitos a través de la evaluación de su abundancia y diversidad.

Para obtener las muestras de fitoplancton, con una botella de Van Dorn tomé 100 ml de agua de la superficie de la zona limnética de los lagos libres de macrófitos. Cada muestra se fijó con lugol para su análisis en el laboratorio.

Para la obtención de las muestras de macrófitos, en cada uno de los lagos de muestreo se ubicó un lugar en la zona litoral en el que se colocó un



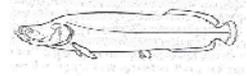
cuadrante de 0,25 m² dentro del cual se extrajo la parte aérea y sumergida (raíces y rizomas) de la totalidad de las plantas ubicadas dentro del cuadrante (Wetzel & Likens 2000). El material colectado fue fijado con alcohol al 70% y guardado en bolsas de cierre hermético debidamente rotuladas.

Cada muestra de macrófitos fue lavada para separar el material vegetal y el animal, eliminar sedimentos y material muerto. Para la determinación abundancia y diversidad de macroinvertebrados los individuos fueron separados por clases taxonómicas y contados. Para la determinación de la biomasa de la parte aérea y del tejido radicular de las macrófitos por medio del peso seco, las muestras serán secadas durante 24 horas a 105°C y posteriormente fueron pesadas (Wetzel & Likens 2000).

Con el fin de determinar el efecto de la presión por pesca de *A. gigas* se hizo un seguimiento del número de pirarucús pescados durante todo el período de estudio en cada uno de los lagos. Para esto, en cada comunidad se dejó un formato que fue llenado por una persona de la comunidad para llevar un registro de la talla y en lo posible el peso de cada individuo pescado, al igual que el lago de su procedencia.

ANÁLISIS DE DATOS

Los valores de las variables morfológicas y de producción (biomasa de macrófitos, abundancia y diversidad y macroinvertebrados) calculados para cada

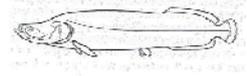


lago y el área de su espejo de agua, al igual que los parámetros de calidad de aguas se tomaron como variables en una matriz binomial en la que cada lago es considerado como un caso.

Los lagos para los que se tenía más de un punto de muestreo fueron promediados. Adicionalmente, todos los datos de las variables físicas (calidad de aguas y morfología) fueron estandarizados dividiendo cada variable en múltiplos de 10 tal modo que quedaran entre 0 y 1 para aplicar un arcoseno ($b=2/\arccos(x_{ij})$) y los datos de las variables biológicas (productividad de macrófitos, densidad de fitoplancton, abundancia y densidad de macroinvertebrados) fueron estandarizados con logaritmo en base 10 ($b=\log x_{ij}$), para esto se sumó una constante a todas las variables (+1).

Con la matriz de las variables físicas corrí un análisis de componentes principales (PCA) y con las variables biológicas utilicé un análisis de correspondencias destendenciado (DCA) de tal modo que los datos se ordenaran de acuerdo a sus semejanzas a través de ejes que me permitieran observar la presencia de gradientes (Palmer 2007). Adicionalmente para comprobar la correlación de las variables biológicas con las físicas corrí un análisis de correspondencia canónica (CCA).

Para los análisis se tuvieron en cuenta sólo los lagos en los que se realizaron conteos de pirarucú, es decir, en los lagos del sistema de Tarapoto, y



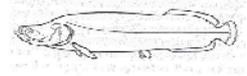
se excluyeron los lagos externos al sistema de Tarapoto (i.e. Socó y Garzacochoa).

RESULTADOS

En total visité 16 cuerpos de agua lénticos, de los cuales 14 correspondieron al sistema de Tarapoto y los otros dos a los lagos control (Socó y Garzacochoa). Los muestreos de calidad de aguas se realizaron según lo propuesto en la metodología en todos lagos, excepto en el lago Matamatá, en donde no pudieron tomarse los datos ni las muestras requeridas debido a la cobertura de la totalidad de su espejo de agua por macrófitos (Foto 1).



Foto 1. Lago Matamatá cubierto en su totalidad por diferentes tipos de macrófitos helófitos y pleustónicos.



A pesar de que los lagos del sistema de Tarapoto se ubican todos sobre la misma unidad fisiográfica, y de que son lagos muy próximos entre sí, los datos muestran ligeras diferencias en las características limnológicas, principalmente en la conductividad (Tabla 1). Creemos que estas diferencias se fundamentan en la existencia de un gradiente de conductividad de los lagos producto de las diferencias de elevación de los lagos con respecto al Amazonas y su cercanía a este río, que provoca la entrada diferencial de la pluma de agua blanca a los lagos (Figura 6). Por esta razón, y teniendo en cuenta la posición de cada uno de los lagos en el sistema se asignaron cinco categorías dentro de las que se agruparon los diferentes lagos (Tabla 1, Figuras 7 – 10).

Tabla 1. Valores de los parámetros físicos y químicos medidos en los lagos del sistema de Tarapoto.

| Nombre del lago | Categoría | Sechi (m) | Temperatura (°C) | Conductividad (µS/cm) | Saturación O ₂ (%) | pH |
|------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------|
| Umarí | 1 | 0,48-0,5 | 28,13-32,74 | 142-157,1 | 4-30 | 6,52-6,8 |
| Chepetén | 1 | 0,9-1 | 25,80-25,90 | 93,1-122,7 | 3,9 | 5,59-6,44 |
| Cochalargo | 1 | 0,9 | 26,40 | 72,9 | 4,6 | 6,23 |
| Airuwe 1 | 2 | 0,98 | 31,78 | 105,7 | 14 | 6,32 |
| Airuwe 2 | 2 | 0,75 | 28,95 | 100,3 | 5,4 | 6,2 |
| Cabecera largo primero | 2 | 0,82 | 30,20 | 83,2 | 13,5 | 6,71 |
| Cabecera largo segundo | 2 | 0,98 | 27,72 | 75,6 | 2,6 | 6,17 |
| Cabecera largo tercero | 2 | 1 | 28,01 | 82,2 | 6,3 | 6,31 |
| Tarapoto largo | 3 | 1 | 26,38 | 71,4 | 2,7 | 6,1 |
| Tarapoto Redondo | 3 | 0,9 | 30,62 | 62,1 | 31,2 | 6,31 |
| Pozo entrada | 4 | 0,42 | 30,48 | 122,1 | 10,3 | 6,41 |
| Cabecera Redondo | 4 | 1 | 27,68 | 62,9 | 4,1 | 6,09 |
| Chimbillo | 4 | 1 | 30,60 | 64,3 | 29,5 | 6,36 |
| Chullo | 4 | 1,5 | 26,94 | 56,6 | 53,4 | 6,11 |
| Socó | 5 | 0,8-1,2 | 25,64-29,17 | 14,5-22,3 | 2,6-20 | 5,15-5,19 |
| Garzacochoa | 5 | 1,1 | 28,86 | 19,9 | 4,6 | 4,92 |

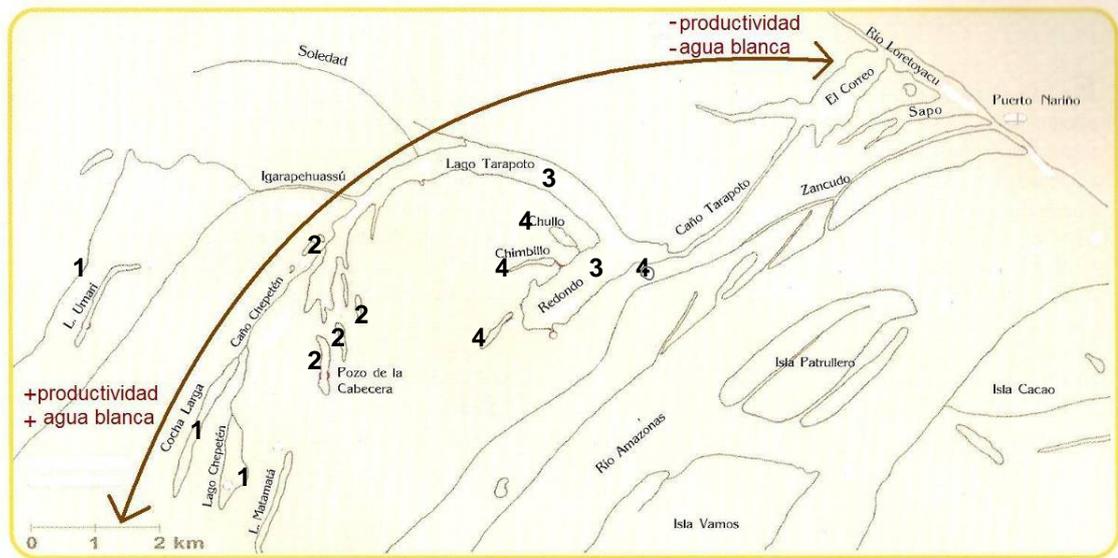
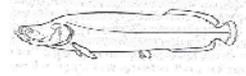
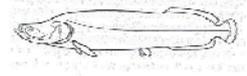


Figura 5. Diagrama de la hipótesis de productividad e influencia de las aguas blancas del río Amazonas en los lagos del sistema de Tarapoto. Los números corresponden a las categorías asignadas a los lagos de acuerdo a su conductividad y posición dentro del sistema. Modificado de Kendall (2004).

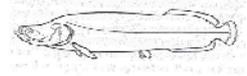
Los lagos de la categoría uno (1) corresponden a los lagos más alejados del sistema, comunicados a través del caño Chepetén y el caño Igarapehuassú. Son los lagos que más influencia tienen de las aguas del río Amazonas, ya que se encuentran en una cota más baja que el resto de los lagos del sistema, por lo que reciben aguas blancas desde el brazo del río que pasa por la comunidad de Naranjales, esta conexión con el río es evidenciada por la presencia de individuos de *Victoria amazónica* (Fotos 2A y 2B) y *Pistia stratiotes* (Foto 3). Presentan conductividades altas, aguas ligeramente ácidas y una proporción de su espejo de agua cubierto por macrófitos, sin embargo su espejo de agua libre todavía tiene un área considerable.



Los lagos de la categoría dos (2) son lagos satélites ubicados en el brazo de Tarapoto largo. Están comunicados al lago principal por pequeños caños temporales que se desaparecen en la época de aguas bajas. Presentan la mayor parte de su espejo de agua cubierto por macrófitos, por lo que son denominados por los pescadores como pozos o lagos cerrados. Presentan pH ligeramente ácidos y conductividades intermedias, a excepción de los lagos Airuwe 1 y 2, que deben recibir aguas del Amazonas a través del caño Chepetén.



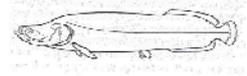
Foto 2. *Victoria amazonica* encontrada en A: la cabecera del lago Chepetén; y B: lago Umarí.



El lago Tarapoto, el lago central del sistema, corresponde a la categoría tres (3), con aguas con pH menores que los anteriores, conductividades intermedias y un espejo de agua casi completamente libre de macrófitos. Los lagos de la categoría cuatro (4) corresponden a los pozos o lagos satélites, cerrados que se encuentran sobre Tarapoto Redondo. Presentan pH ligeramente ácidos y las menores conductividades del sistema. Al igual que los lagos de la categoría tres se comunican con el cuerpo de agua principal por medio de conexiones temporales que desaparecen en aguas bajas.

Por último los lagos de la categoría cinco (5) corresponden a los lagos externos al sistema. Presentan ausencia total de macrófitos, los mayores valores de Secchi, los pH más bajos y las menores conductividades, cumpliendo así con las características típicas de lagos de aguas negras amazónicas.

Los perfiles de los distintos parámetros muestran características de lagos someros tropicales con una termoclina muy cercana a la superficie que indican estratificación térmica. Esta termoclina es más acentuada en los lagos libres de macrófitos, y está menos acentuada en los lagos cerrados (Cabecera de redondo, Airuwe 1 y 2, los lagos de la cabecera de largo y redondo, Chibillo y Chullo). Como se mencionó anteriormente, encontramos un gradiente de conductividad en los lagos muestreados, adicionalmente observamos tres tipos perfiles de conductividad: 1) con una tendencia general a aumentar, siendo mayor en el fondo que en la superficie; 2) con tendencia general a disminuir,



presentando mayores valores en la superficie que en el fondo de los lagos; y 3) con poca variación a lo largo de la columna de agua, presentando valores similares tanto en el fondo como en la superficie. Estos tres patrones generales presentan algunas variaciones, con quimoclinas positivas o negativas con quiebres cercanos al hipolimnio. Todos los lagos presentaron perfiles clinógrafos de oxígeno, al igual que un pH relativamente homogéneo a lo largo de la columna de agua, excepto en los lagos Socó y Garzacochoa en los que se presentó un aumento en el pH hacia el fondo del lago (Figuras 6 – 9).

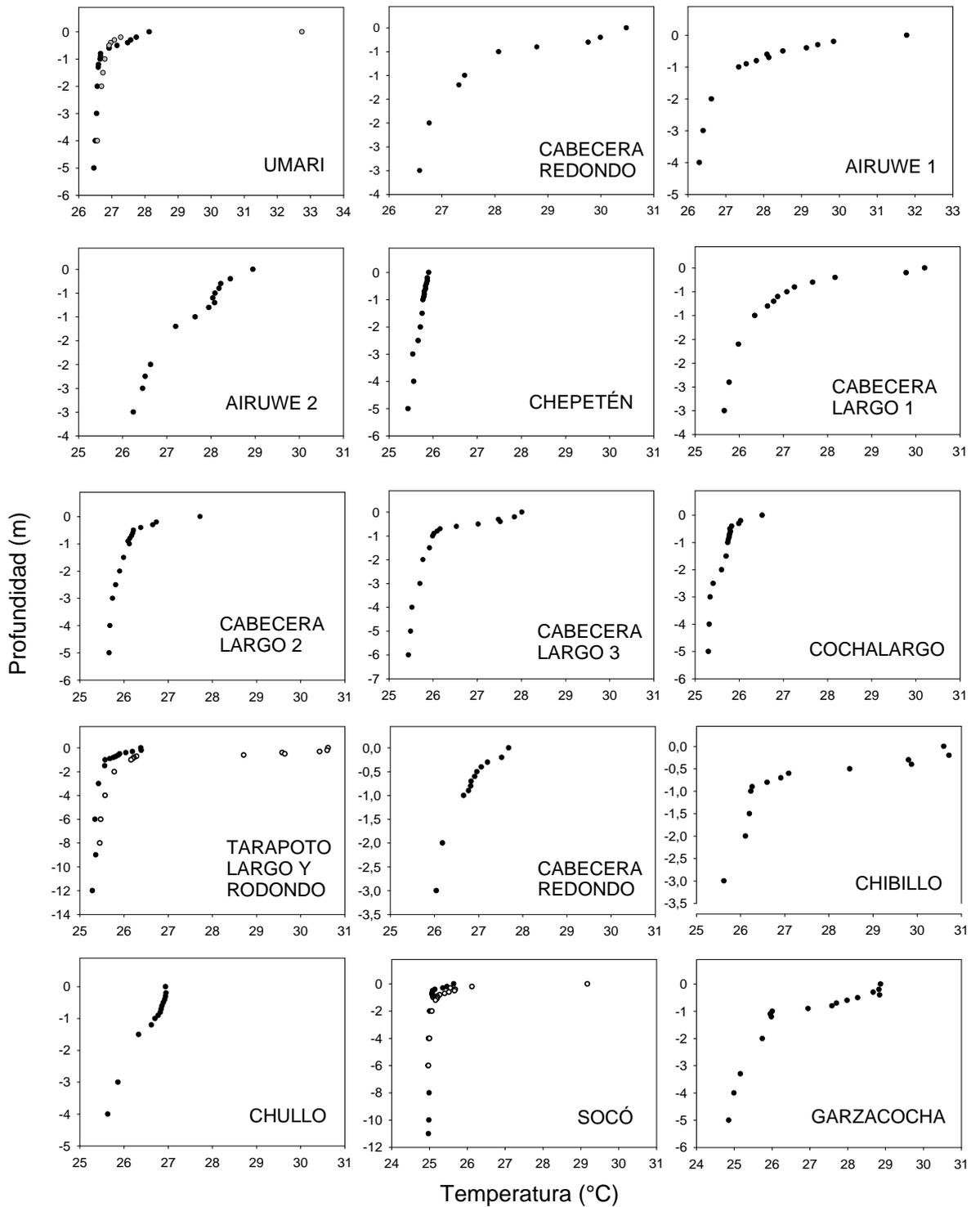
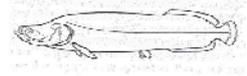


Figura 6. Perfiles de temperatura de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo.

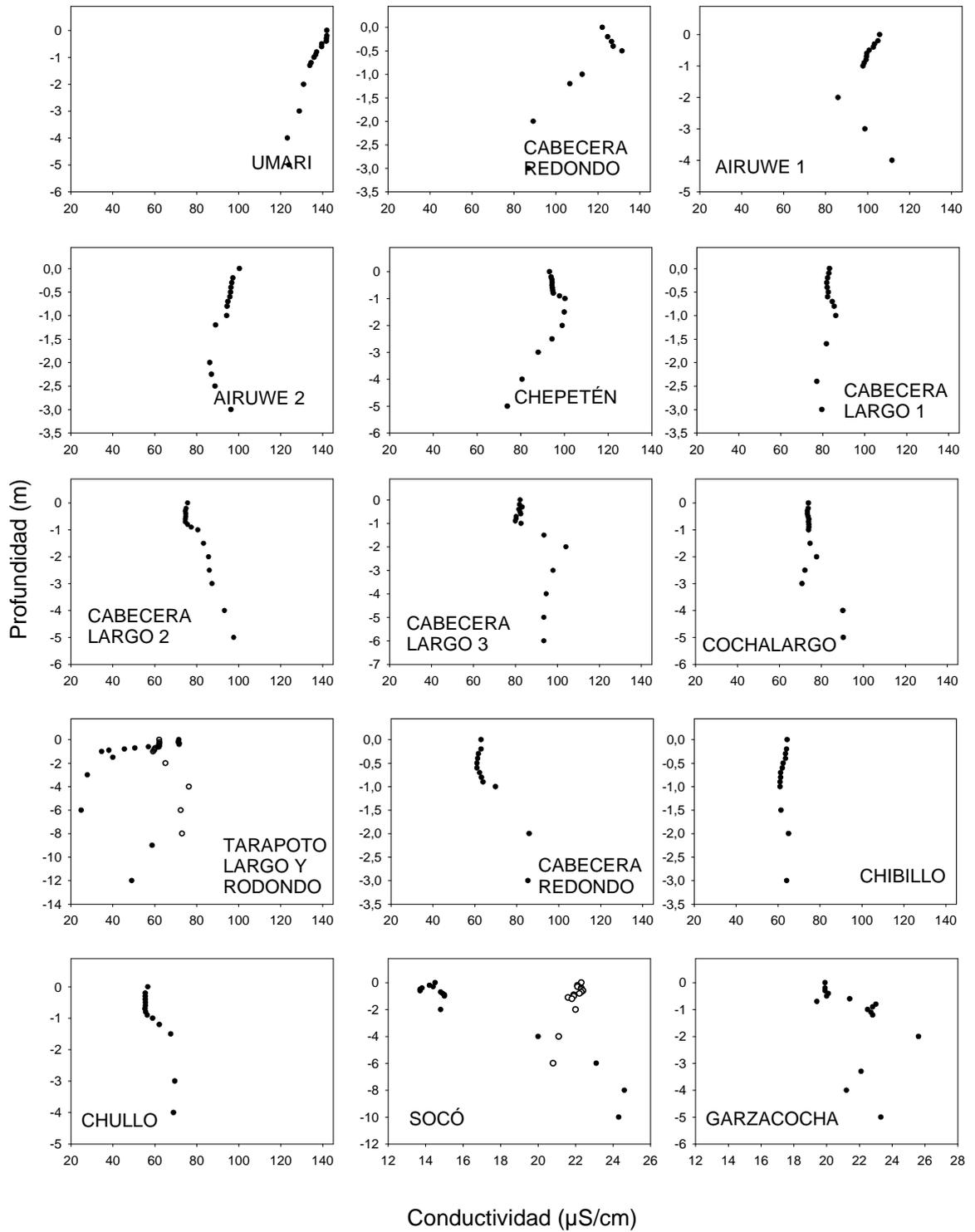


Figura 7. Perfiles de conductividad de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo.

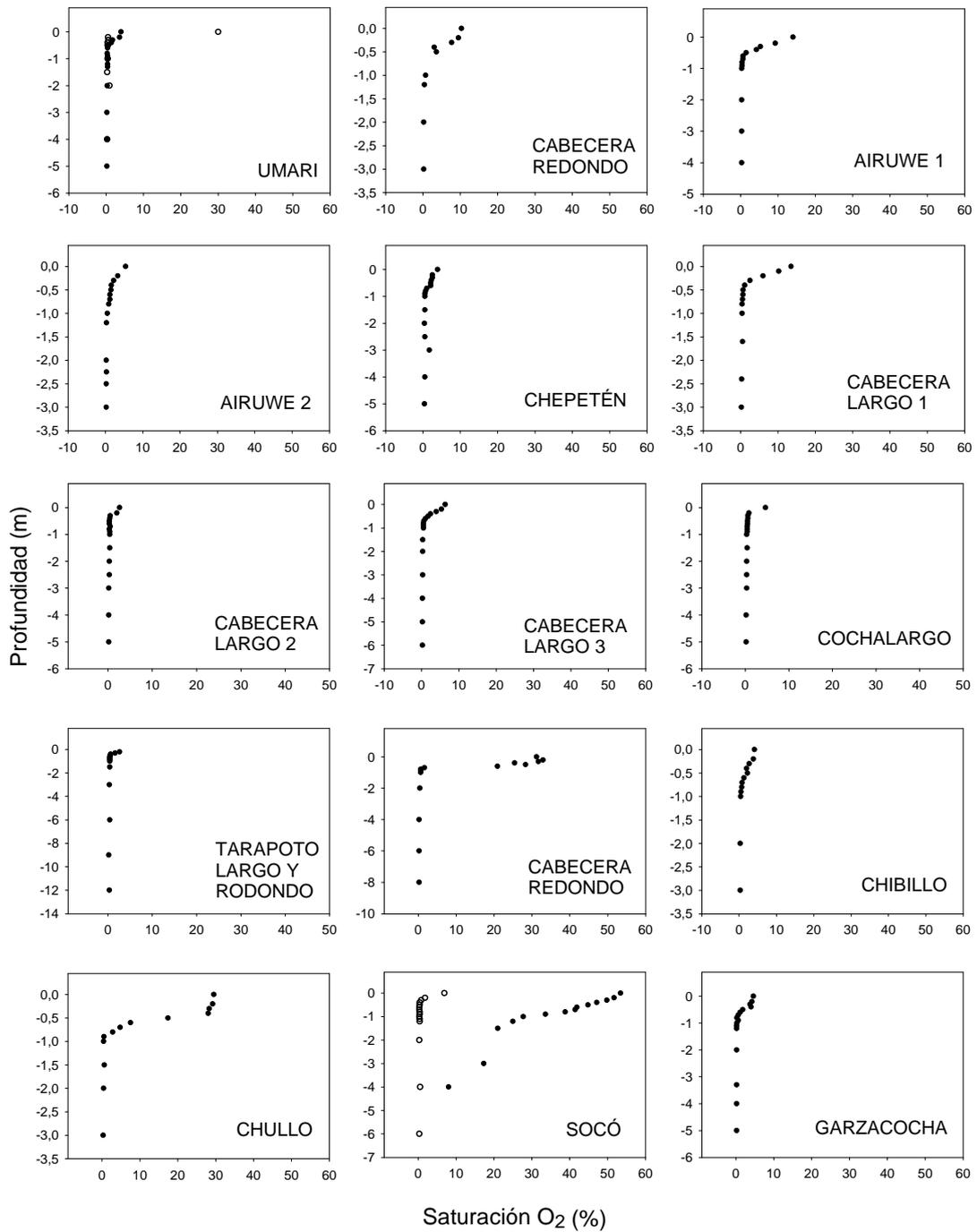
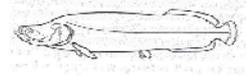


Figura 8. Perfiles de porcentaje de saturación del oxígeno de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo.

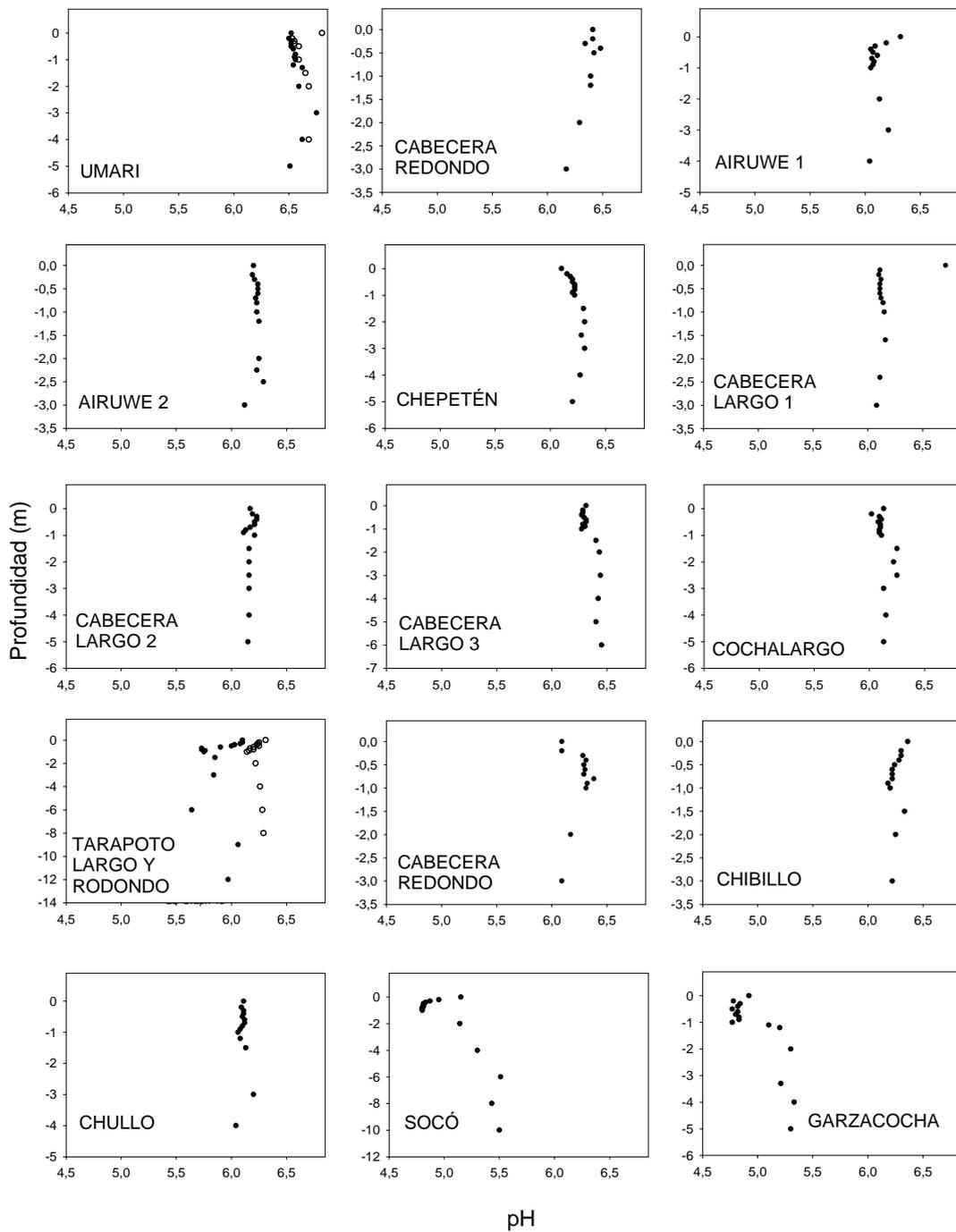
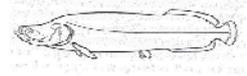
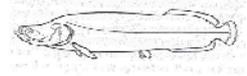
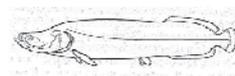


Figura 9. Perfiles de pH de los lagos del sistema de Tarapoto en cada uno de sus puntos de muestreo.



El área del espejo de agua del lago Tarapoto (Largo y Redondo) es de 3.227.454 m² mientras que en los lagos satélites oscila entre los 11.424 m² y los 97.305 m², siendo los lagos de la categoría uno (1) los más grandes. Los lagos de las categorías dos (2) y cuatro (4) en general son lagos pequeños no mayores a tres hectáreas, con solo dos excepciones, Cabecera Largo primero y Chullo, de 76.102 m² y 72.815 m² respectivamente. Por su parte Sacó y Garzacochoa (categoría 5) presentan áreas similares a los lagos de la categoría 1 (Tabla 2).

La profundidad máxima (Zm) presentó el mismo patrón del área de los lagos, con los mayores valores para el lago central del sistema (categoría 3) y los lagos externos a éste (categoría 5), seguidos de los lagos de la categoría uno y la dos y cuatro, siendo esta última la que presentó menor dispersión en los datos. La profundidad relativa (Zr) de la mayoría de los lagos es menor al 2%, indicando grandes superficies con respecto a la profundidad máxima de cada lago, tal como ocurre en la mayoría de lagos someros tropicales (Wetzel & Likens 2000). Los lagos Chimbillo, Airuwe 1, Cabecera Largo segundo y Cabecera Largo tercero son los que presentan mayores valores de profundidad relativa (tabla 2), indicando áreas pequeñas de superficie con respecto a su profundidad, por lo que presentan mayor resistencia a la mezcla (Wetzel & Likens 2000).

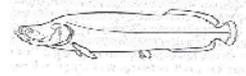


La cobertura del espejo de agua por diferentes especies de macrófitos presentó los mayores valores en los lagos satélites de las categorías dos y cuatro, es decir, de aquellos más cercanos al lago central. Sin embargo, dentro de estas dos categorías, la categoría cuatro presentó mayor homogeneidad en cuanto al porcentaje de área cubierta. Los lagos Chepetén, Umarí y Cochalarco (categoría 1) presentaron valores intermedios, y los lagos de las categorías 3 y 5 presentaron los menores valores, con ausencia total de macrófitos helófitos en los lagos de la categoría 5 (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de las variables morfométricas medidas y calculadas para los lagos del sistema de Tarapoto. * Cobertura del espejo de agua por macrófitos inferior al 1%.

| Nombre del lago | Categoría | Área (m ²) | Cobertura (%) | Zm (m) | Zr (%) |
|------------------------|-----------|------------------------|---------------|--------|--------|
| Umarí | 1 | 97.305,12 | 30 | 5,3 | 1,5058 |
| Chepetén | 1 | 355.704,89 | 63 | 7,2 | 1,0699 |
| Cochalarco | 1 | 304.298,32 | 37,5 | 6,1 | 0,98 |
| Airuwe 1 | 2 | 14.766,16 | 60 | 5,1 | 3,7195 |
| Airuwe 2 | 2 | 27.375,40 | 80 | 3,8 | 2,0354 |
| Cabecera Largo primero | 2 | 76.102,12 | 95 | 4,6 | 1,4778 |
| Cabecera Largo segundo | 2 | 16.031,54 | 70 | 5,5 | 3,8496 |
| Cabecera Largo tercero | 2 | 11.424,09 | 92 | 7,8 | 6,4674 |
| Tarapoto Largo | 3 | 3.227.454,59 | 0* | 13,5 | 0,666 |
| Tarapoto Redondo | 3 | 3.227.454,59 | 0* | 10,5 | 0,518 |
| Pozo entrada | 4 | 34.874,71 | 85 | 3,6 | 1,7084 |
| Cabecera Redondo | 4 | 16.031,54 | 95 | 3,7 | 2,5898 |
| Chimbillo | 4 | 11.424,09 | 95 | 3,9 | 3,2337 |
| Chullo | 4 | 72.815,12 | 90 | 4,8 | 1,5764 |
| Socó | 5 | 209.238,82 | 0 | 12,3 | 2,383 |
| Garzacocha | 5 | 529.380,35 | 0 | 5,1 | 0,6212 |

Los nitritos y nitratos presentaron concentraciones entre los 0,030 $\mu\text{moles/L}$ y los 0,224 $\mu\text{moles/L}$, siendo el lago Umarí el lago con menores concentraciones, y el lago Socó el de los mayores tenores. Las concentraciones de nitratos fueron en su mayoría tan bajas que no fueron detectadas por el



método de análisis. Así, el nitrógeno inorgánico presentó valores más bajos que el fosfato, presentando en la mayoría de los casos tenores que doblan los de nitrógeno (Figura 17, Tabla 3). Por su parte, el silicato presentó valores entre 137,4 y 0,0 $\mu\text{moles/L}$, presentando mayores valores en los lagos que presentan mayor influencia del Amazonas (categorías uno y dos), y valores intermedios en los lagos a los que sólo en años de máximas inundaciones entra la pluma de aguas blancas (categorías tres y cuatro), y los valores más bajos en los lagos de aguas negras amazónicas (categoría cinco; Figura 17, Tabla 3).

Tabla 3. Concentraciones de los nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos, amonio, silicatos y carbono orgánico disuelto de los lagos del sistema de Tarapoto. *La muestra de los lagos Airuwe

| lago | NO ₂ ($\mu\text{mol/L}$) | NO ₃ ($\mu\text{mol/L}$) | PO ₄ ($\mu\text{mol/L}$) | NH ₄ ($\mu\text{mol/L}$) | SiO ₂ ($\mu\text{mol/L}$) | DOC (ppm) |
|-------------------|--|--|--|--|---|---------------|
| Umari | 0,030-0,095 | 0,000 | 0,451-0,581 | 2,204-6,249 | 134,739-137,363 | 4,663-14,52 |
| Chepeten | 0,172-0,208 | 0-1,206 | 2,591-3,618 | 6,303-9,203 | 117,825-136,92 | 12,096-13,056 |
| Cochalargo | 0,181 | 0,000 | 2,273 | 5,733 | 166,015 | 18,167 |
| Airuwe 1* | | | | | | |
| Airuwe 2* | | | | | | |
| Cabecera Largo 1° | 0,135 | 0,000 | 1,222 | 5,324 | 111,223 | 16,049 |
| Cabecera Largo 2° | 0,154 | 0,000 | 2,363 | 6,039 | 136,000 | 19,420 |
| Cabecera Largo 3° | 0,152 | 0,000 | 1,036 | 3,915 | 106,248 | 15,596 |
| Tarapoto Largo | 0,239 | 0,000 | 1,049 | 5,923 | 90,711 | 27,170 |
| Tarapoto rdo | 0,177 | 0,000 | 1,086 | 6,238 | 87,305 | 21,481 |
| Cabecera rdo | 0,179 | 0,000 | 0,312 | 5,721 | 66,954 | 14,712 |
| Pozo entrada | 0,143 | 0,030 | 0,457 | 3,800 | 106,014 | 14,151 |
| Chimbillo | 0,198 | 0,000 | 0,913 | 4,559 | 91,532 | 19,275 |
| Chullo | 0,176 | 0,000 | 0,028 | 6,243 | 87,740 | 9,393 |
| Socó | 0,187-0,224 | 0-0,326 | 0,169-3,113 | 2,390-7,496 | 0-8,064 | 20,403-22,309 |
| Garzacochoa | 0,198 | 0,000 | 0,339 | 5,866 | 1,720 | 10,120 |

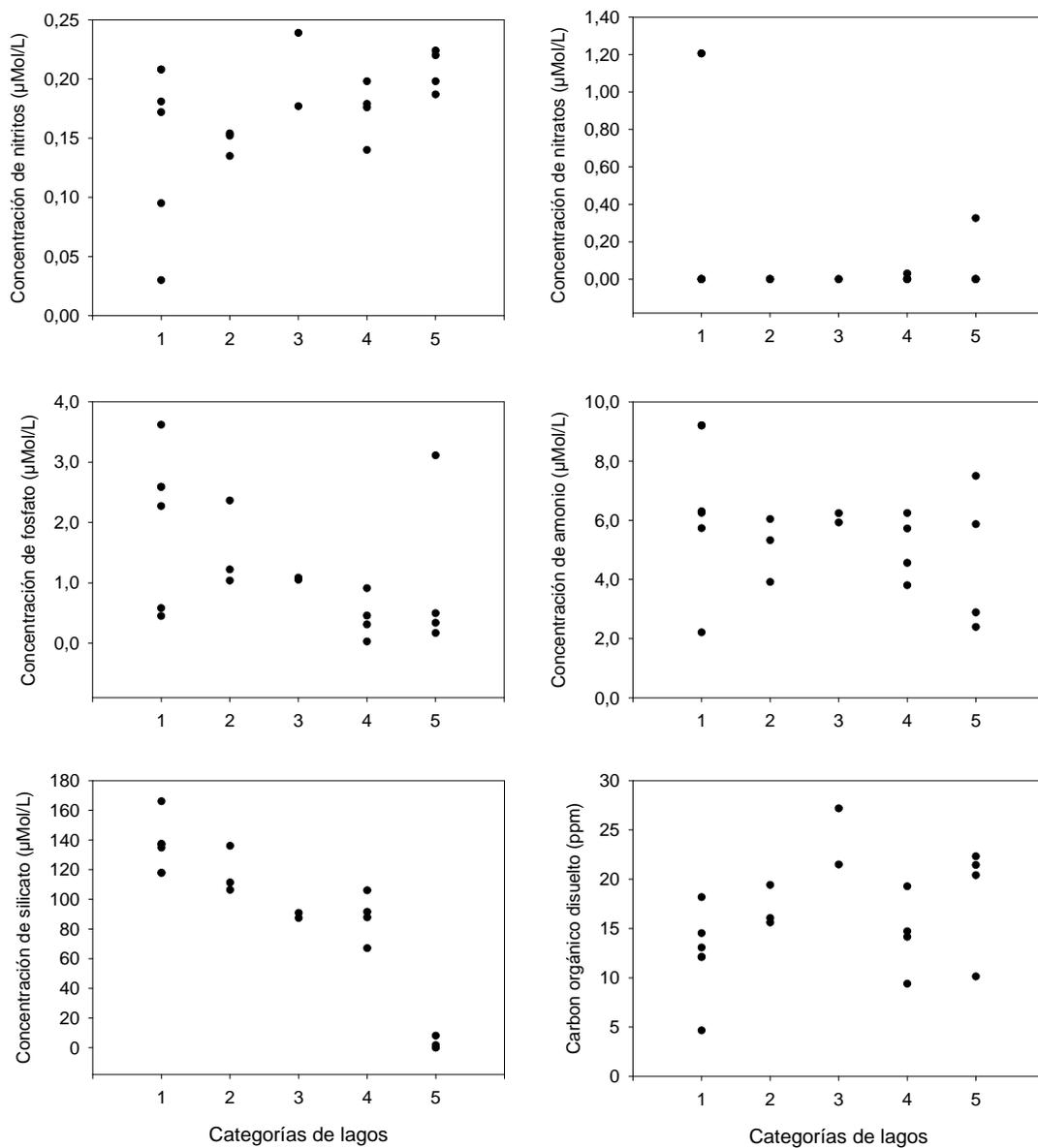
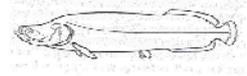
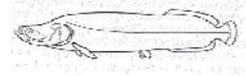


Figura 10. Concentraciones de los nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos, amonio, silicatos y carbono orgánico disuelto de los lagos del sistema de Tarapoto.

Las variables de producción de macrófitos y macroinvertebrados asociados a macrófitos presentaron un comportamiento similar en los lagos satélites del sistema, con valores entre los 58 y 346 ind/m², con excepción de los lagos Chimbillo y el Pozo de la entrada, que presentaron valores de densidad

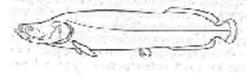


similares al lago central del sistema (categoría tres), que presenta valores bajos. Los lagos externos al sistema presentaron ausencia total de macrófitos helófitos, y por tanto de macroinvertebrados (Tabla 4).

Tabla 4. Densidad de fitoplancton, densidad y diversidad de macroinvertebrados, biomasa de macrófitos y taxa más abundante en cada uno de los puntos de muestreo de los lagos del sistema de Tarapoto. La densidad de fitoplancton no se determinó en todos los lagos.

| Lago | Categoría | Densidad Org/mL | Densidad ind/m ² | Diversidad (Shannon) | Macrófito (g/m ²) | Macrófito |
|------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| Umari | 1 | | 146 | 0,875 | 4,7 | <i>Salvinia</i> |
| Umari | 1 | | 386 | 0,771 | 19,5 | Cyperaceae- <i>Salvinia</i> - Ponteriaceae |
| Chepeten | 1 | | 58 | 0,814 | 19,4 | <i>Pistia stratiotes</i> -Araceae |
| Chepeten | 1 | 442 | 228 | 0,622 | 21,8 | <i>Pistia stratiotes</i> |
| Chepeten | 1 | 186,3 | 244 | 0,82 | 30,3 | <i>Pistia stratiotes</i> |
| Cochalargo | 1 | 371,1 | 336 | 0,723 | 22,75 | Poaceae |
| Cochalargo | 1 | | 346 | 0,756 | 5,2 | <i>Pistia stratiotes</i> |
| Airuwe 1 | 2 | | 244 | 0,449 | 14,5 | <i>Ludwinia</i> |
| Airuwe 2 | 2 | | 186 | 0,444 | 11 | <i>Ludwinia</i> - <i>Salvinia</i> |
| Cabecera Largo 1 | 2 | 627,7 | 370 | 0,916 | 13,9 | Poaceae |
| Cabecera Largo 2 | 2 | 801,6 | 232 | 0,64 | 11,3 | <i>Pistia stratiotes</i> |
| Cabecera Largo 3 | 2 | 265,2 | 216 | 0,626 | 18,1 | <i>Ludwinia</i> |
| Tarapoto Largo | 3 | | 184 | 0,654 | 5,7 | Euphorbiaceae- <i>Phyllanthus fluitans</i> |
| Tarapoto rdo | 3 | 414,0 | 20 | 0,447 | 26,5 | <i>P. stratiotes</i> - <i>Phyllanthus fluitans</i> |
| Pozo entrada | 4 | | 2 | 0,693 | 4,5 | No identificada |
| Cabecera rdo | 4 | | 280 | 0,452 | 13,73 | Poaceae |
| Chimbillo | 4 | 524,0 | 8 | 0 | 6,4 | Poaceae |
| Chullo | 4 | | 144 | 0,579 | 8,7 | <i>Ludwinia</i> |
| Socó | 5 | 108,33 | 0 | 0 | 0 | |
| Garzacocha | 5 | | 0 | 0 | 0 | |

Adicional a los datos de biomasa de macrófitos, abundancia y diversidad de macroinvertebrados, las observaciones en campo refuerzan la hipótesis de productividad, ya que el lago Chepetén tiene productividades de fitoplancton mucho mayores, evidenciadas en el color de los filtros de las muestras para clorofila-a, y en el mayor tamaño de los individuos de *Pistia stratiotes*. Estas

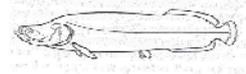


observaciones se realizaron en todos los lagos, evidenciando un gradiente de productividad similar al gradiente de conductividad hallado (Fotos 2A, 2B y 2C).



Foto 3. Gradiente de productividad evidenciado en el tamaño de los individuos de *Pistia stratiotes* en los lagos A: Chepetén; B: Cochalargo; C: Cabecera de Largo 2.

Los primeros dos ejes del análisis de componentes principales explican el 88,72% de la variación de los datos, con 76,21% en el primer eje y 12,51% en el segundo. Siendo la concentración de silicatos, la transparencia de Secchi, la conductividad, la concentración de nitratos y el área de los lagos en el primero



eje, y el perímetro y la profundidad máxima en el segundo eje, las variables que más explican la heterogeneidad del sistema (Tabla 5, Figura 11).

Tabla 5. Puntajes (coordenadas) del análisis de componentes principales (PCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto.

| Variable | Ejes | | | | | |
|-----------------------------|----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| SiO ₂ | -7.0485 | 0.2725 | -0.9266 | 0.4186 | 0.9288 | -0.771 |
| Secchi | -5.2682 | -0.1987 | 2.5544 | 0.2562 | -0.3276 | 0.1259 |
| Conductividad | -4.9601 | 0.8453 | -1.872 | -0.5737 | -0.8848 | 0.4681 |
| pH | -2.4747 | 0.3497 | 0.09 | -0.3983 | -0.2459 | -0.0274 |
| NH ₄ | -1.4854 | 0.0655 | 0.3612 | 0.6675 | -0.3642 | -0.0568 |
| Zmax | -1.4405 | -1.4963 | 0.0629 | 0.1527 | 0.5118 | 0.7134 |
| Temperatura | 0.9957 | 0.5859 | -0.0497 | -0.3486 | -0.1002 | -0.1108 |
| Perímetro | 1.3743 | -4.6143 | -0.4449 | -0.1654 | -0.146 | -0.2363 |
| Zrel | 1.4121 | 1.2037 | 0.493 | -0.7127 | 0.7334 | 0.7475 |
| DL | 1.9062 | 0.2005 | 0.1328 | -0.3329 | 0.1625 | -0.0195 |
| NO ₂ | 2.2751 | 0.517 | 0.1121 | -0.0751 | 0.0127 | -0.0937 |
| COD | 2.3323 | 0.437 | -0.048 | -0.2442 | 0.1983 | -0.1318 |
| % Saturación O ₂ | 2.5487 | 0.5027 | 0.5989 | -0.4773 | -0.6008 | -0.7888 |
| PO ₄ | 2.7884 | 0.6341 | -0.302 | 0.4152 | 0.4445 | -0.1871 |
| NO ₃ | 3.3517 | 0.7679 | -0.5525 | 1.5903 | -0.3965 | 0.3688 |
| Área | 3.6929 | -0.0725 | -0.2096 | -0.1719 | 0.0466 | -0.1465 |

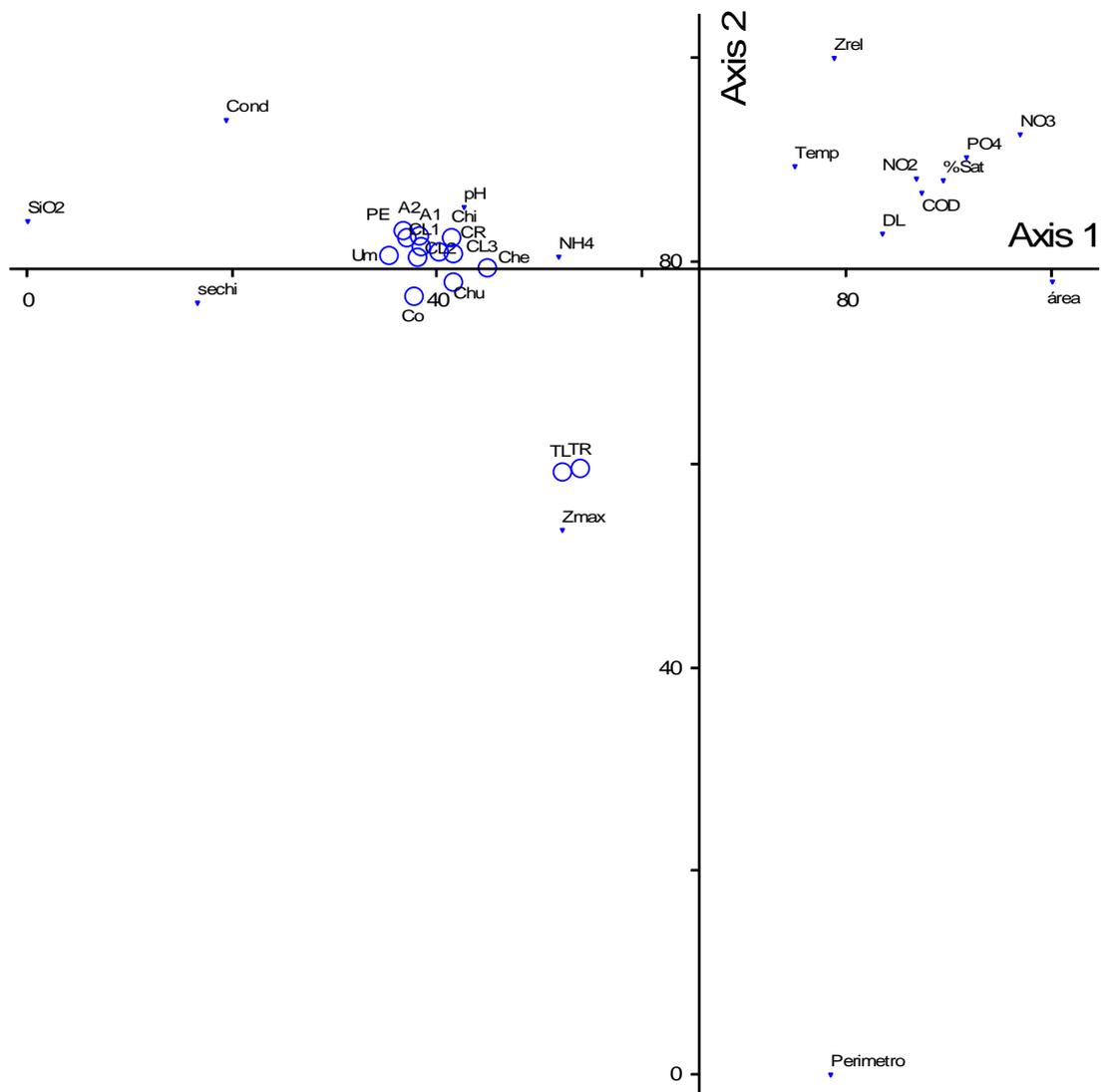
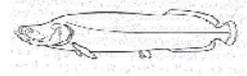
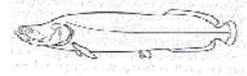


Figura 11. Ordenación de los lagos del sistema de Tarapoto en los dos primeros ejes del análisis de componentes principales.

Según esto, tanto Tarapoto Largo como Redondo se separan del resto de lagos por la conductividad y el perímetro en el eje vertical, y por la concentración de silicatos, la transparencia, el área y la concentración de nitratos en el eje horizontal. El resto de lagos se agrupan todos sin una separación evidente para ninguna de las tres categorías, indicando que las características físicas y



químicas de los lagos no son buenos discriminantes y por ello no son útiles para determinar la heterogeneidad ambiental de los lagos.

Con respecto a las variables biológicas, las variables que más aportaron en el primer eje fueron la densidad de fitoplancton, el peso y porcentaje de cobertura de macrófitos y la densidad de los macroinvertebrados, y en el segundo eje la abundancia de colémbolos, amphípodos y tricópteros. Observamos un gradiente en el primer eje asociado a la productividad, y en el eje dos a la dominancia de algunos grupos de macroinvertebrados sobre otros (Tabla 6, Figura 12).

Tabla 6. Puntajes (coordenadas) del análisis de correspondencia destendenciado (DCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto.

| Variable | Ejes | | |
|----------------------|------------|------------|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| d fitoplancton | 132 | 37 | 51 |
| Peso macrófitos | 127 | 42 | 49 |
| Cobertura | 109 | 42 | 18 |
| d macroinvertebrados | 102 | 40 | 38 |
| Diptera | 99 | 36 | 66 |
| Gastrópoda | 93 | 40 | 20 |
| Coleóptera | 91 | 43 | 29 |
| Odonata | 88 | 9 | 0 |
| Hemíptera | 83 | 25 | 51 |
| Ephemeroptera | 74 | 50 | 29 |
| Ostrácoda | 73 | 50 | 7 |
| Plecóptera | 58 | 21 | 48 |
| Amphipoda | 45 | 60 | 56 |
| Arácnida | 39 | 51 | 36 |
| Trichóptera | 8 | 0 | 84 |
| Collembola | 0 | 229 | 33 |

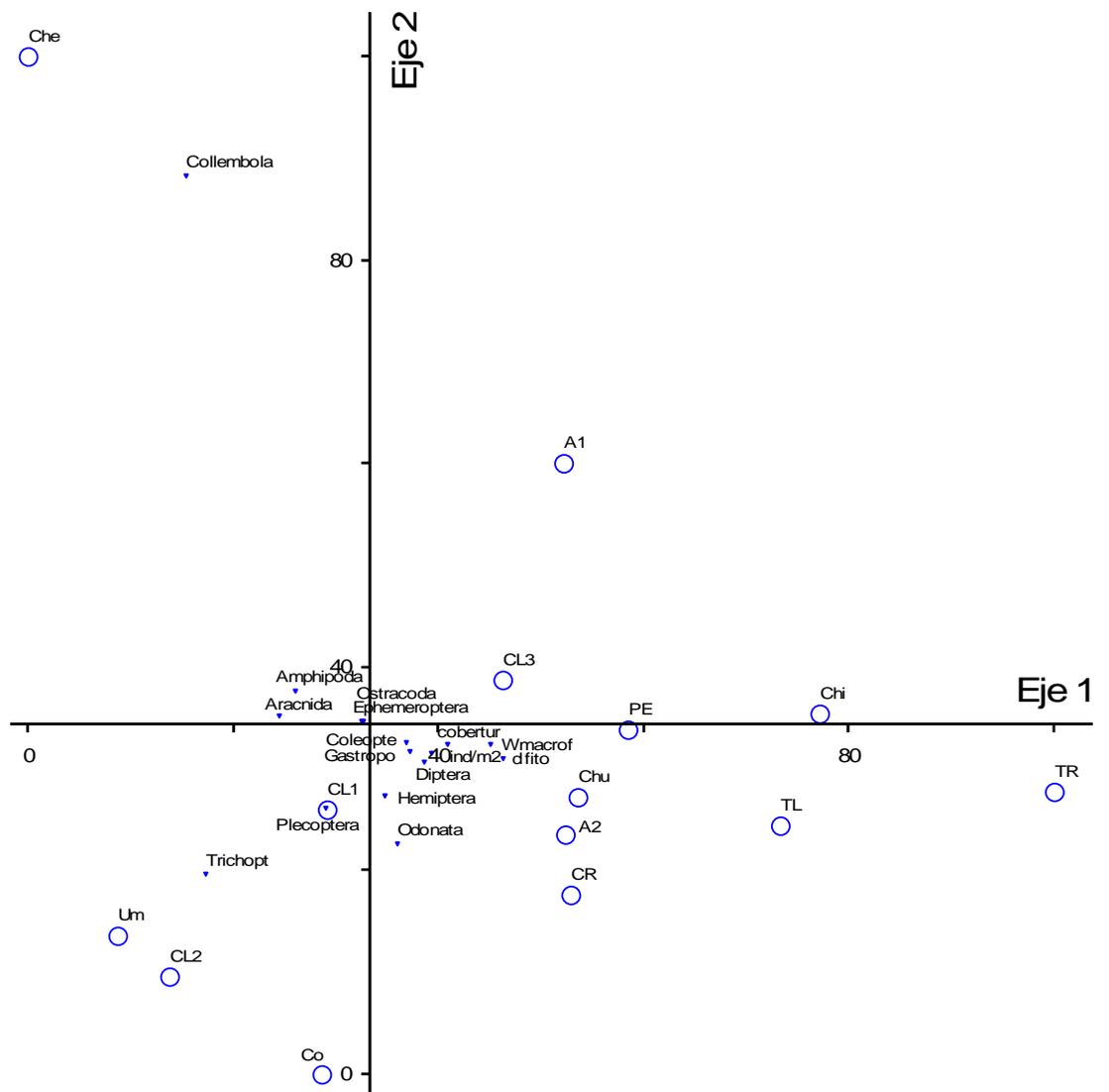
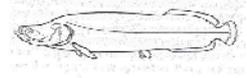
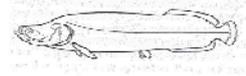


Figura 12. Ordenación de los lagos del sistema de Tarapoto en los dos primeros ejes del análisis de correspondencia destendenciado.

El análisis de correspondencia canónica indica que la productividad de macrófitos y fitoplancton, la abundancia y densidad de macroinvertebrados dependen de las características físicas y químicas asociadas a la calidad de las aguas de los diferentes lagos del sistema. El primer eje canónico explica el 85%



de la variación de los datos (Tabla 7) y está asociado al área del espejo de agua, la profundidad relativa, el porcentaje de saturación del oxígeno, las concentraciones de silicatos y nitratos (Tabla 8, Figura 13).

Tabla 7. Eigenvalues y varianza en los datos de las características biológicas en los tres primeros ejes canónicos.

| | Ejes | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Eigenvalue | 0,478 | 0,065 | 0,007 |
| % de varianza explicada | 85,0 | 11,5 | 1,3 |
| % acumulado | 85,0 | 96,5 | 97,8 |

Tabla 8. Puntajes de la ordenación de correspondencia canónica para los tres primeros ejes.

| variable | Ejes | | |
|-----------------------------|----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Secchi | 244,815 | -0,0033 | 185,315 |
| Zmax | 182,628 | 111,646 | 328,959 |
| PO4 | 185,299 | 137,386 | -303,581 |
| DL | 203,002 | 0,0409 | 575,521 |
| NO2 | 221,645 | -0,43362 | -210,618 |
| NH4 | 222,945 | 0,84059 | -211,496 |
| COD | 224,995 | 142,311 | -0,13773 |
| SiO2 | 235,029 | 137,805 | -120,397 |
| pH | 243,997 | 0,90946 | -102,474 |
| Temperatura | 247,316 | 0,84627 | -11,913 |
| % Saturación O ₂ | 247,484 | -604,192 | 0,31686 |
| Conductividad | 251,649 | 202,198 | -193,251 |
| Zrel | 340,725 | 257,938 | 1,335,226 |
| Perímetro | 0,2069 | -0,20183 | -0,2279 |
| Área | -0,42259 | -0,00467 | 0,01232 |
| NO3 | 0,93886 | 98,796 | 254,188 |

| lago | Ejes | | |
|------------------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Umari | 0,93143 | -0,12701 | -0,12304 |
| Chepeten | 0,10305 | 0,15348 | -0,06082 |
| Cochalargo | 0,21111 | 0,16383 | -0,0745 |
| Airuwe 1* | 2,01343 | 0,06109 | 0,05419 |
| Airuwe 2* | 1,66017 | 0,45932 | -0,18415 |
| Cabecera Largo 1 | 1,11003 | 0,02559 | -0,14587 |
| Cabecera Largo 2 | 1,93172 | 0,78968 | 0,03546 |
| Cabecera Largo 3 | 2,0601 | 0,57478 | 0,63803 |
| Tarapoto Largo | -0,33964 | 0,02034 | 0,01201 |
| Tarapoto Rdo | -0,31881 | -0,03338 | 0,00969 |
| Cabecera Rdo | 1,87088 | 0,56808 | -0,15551 |
| Pozo entrada | 1,55752 | 0,15591 | -0,18693 |
| Chimbillo | 2,13247 | -0,71345 | 0,04153 |
| Chullo | 1,33726 | -1,28326 | 0,04017 |

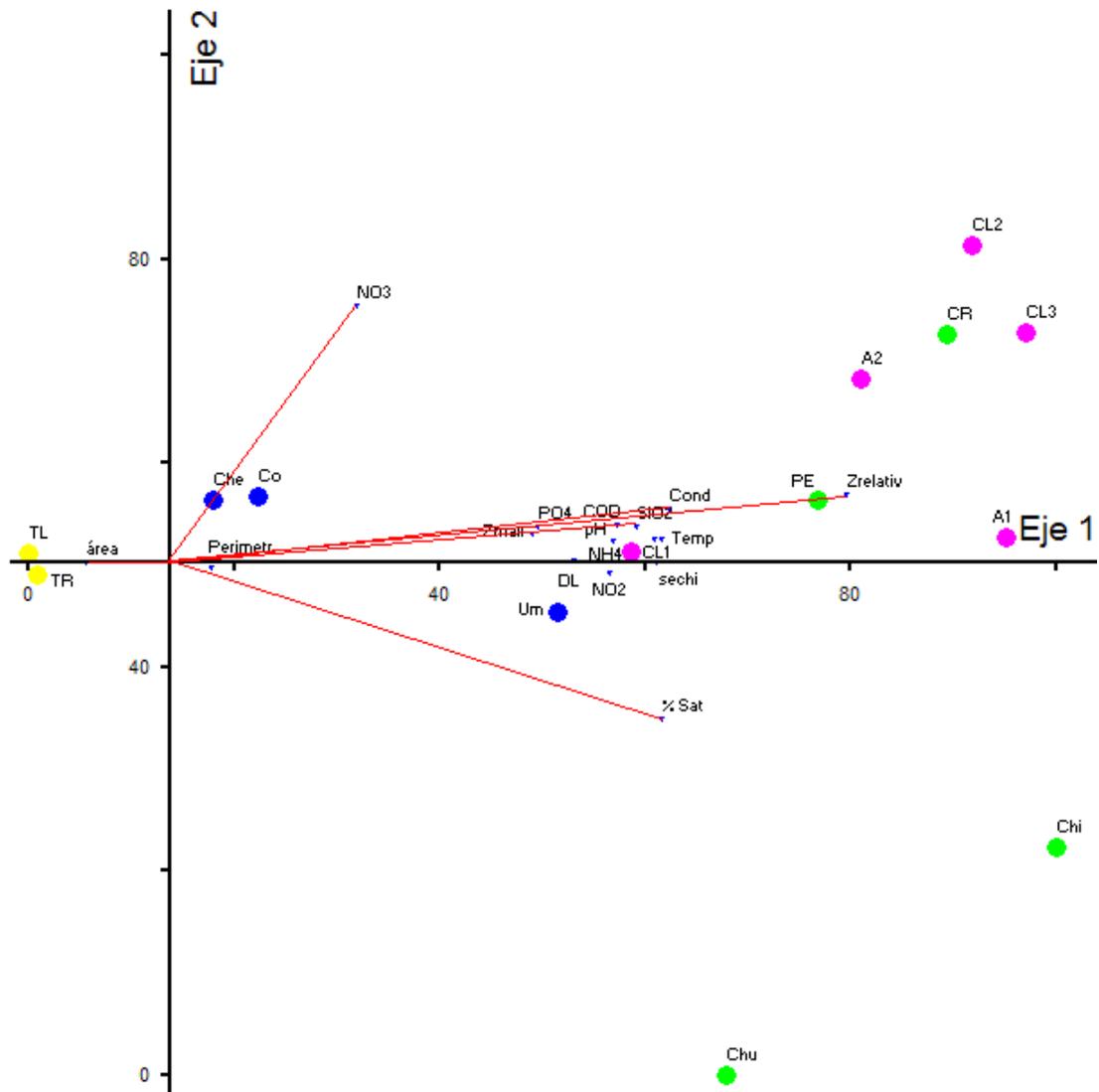
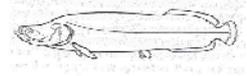
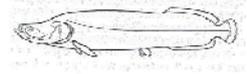


Figura 13. Ordenación de los lagos en los dos primeros ejes del análisis de correspondencia canónica (CCA). En azul los lagos de la categoría uno, en rosado de la categoría dos, en amarillo de la categoría tres, y en verde de la categoría cuatro. Los puntos azules corresponden a las variables biológicas.

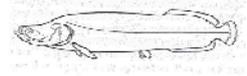
DISCUSIÓN

Según información dada por los pobladores y teniendo en cuenta los valores de los datos físicos y químicos de los lagos, al igual que con el hallazgo de especies de macrófitos que sólo crecen en lagos a los que anualmente entran



aguas del río Amazonas, como son *Victoria amazonica* y *Pistia stratiotes*, creemos que los lagos Umarí, Matamata y Chepetén son inundados anualmente por aguas blancas, por lo cual presentan altas productividades, mientras que el lago Cochalargo, aunque también recibe aguas del Amazonas, tiene menos influencia de éste, por lo que presenta individuos de *P. stratiotes* de menor tamaño que Chepetén, al igual que valores más bajos de conductividad y densidad fitoplanctónica. A su vez el “Pozo de la Entrada” del lago Tarapoto, situado entre la barra de tierra que separa el lago Tarapoto Redondo del río Amazonas recibe directamente las aguas del Amazonas, sin embargo no alcanzan a entrar a Tarapoto, por lo que dicho pozo presenta altas conductividades. Por último, el lago Tarapoto recibe por conexión indirecta las aguas negras del río Loretoyacu, que entran a través del caño Tarapoto y el lago El Correo, y sólo en años de inundaciones extremas recibe plumas de aguas blancas.

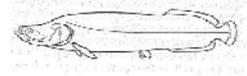
Los datos generales de la calidad de las aguas del sistema de lagos se encuentran dentro de lo reportado para los lagos de aguas blancas tipo I (Duque 1997) y para otros lagos de várzea situados sobre el Amazonas colombiano (Andramunio 2006, Duque 1998, Marciales 2006), lo que ratifica la categoría de várzea para el sistema, y desmiente la hipótesis de transición hacia igapó por la progresiva pérdida de la influencia del río Amazonas sobre los lagos (Díaz 1995).



En regiones tropicales los valores de conductividad en los ambientes acuáticos están más relacionados con las características geoquímicas de la región en la que se localizan y con las condiciones climáticas (estiaje o lluvias) (Esteves 1988, Lampert & Sommer 1997, Payne 1986). Es así como en general los valores de la conductividad durante el periodo de muestreo (aguas subiendo - lluvias) se observan reducidos con respecto a los valores registrados en el premuestreo para los lagos Chepetén, Cochalaro y Tarapoto, por el efecto de dilución de los lagos a causa de las lluvias locales (Duque 1998).

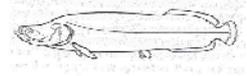
La distribución vertical de la conductividad en los diferentes lagos del sistema de Tarapoto está relacionada con el patrón de estratificación térmica de la columna de agua y la presencia de macrófitos. Se ha demostrado que la conductividad exhibe poca variación vertical en los periodos de desestratificación comparativamente a los periodos de estratificación térmica (Esteves 1988), tal como ocurría durante el periodo de muestreo. Adicionalmente, la presencia de grandes comunidades de macrófitos flotantes afecta la conductividad de las capas superficiales de la columna de agua, ya que reduce la concentración de nutrientes en el epilimnio (Esteves 1988).

Los valores de transparencia encontrados para los lagos durante el periodo de estudio corresponden al patrón general que han descrito para los lagos de plano de inundación de la Amazonia, en el que tras la entrada de las aguas del Amazonas a la várzea, cuando los sólidos suspendidos se precipitan,



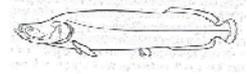
la transparencia se incrementa (Putz & Junk 1997) y se mantienen dentro del rango de datos reportados para el lago central del sistema (Amaya 1999, Andramunio 2006) y otros lagos de várzea de la Amazonia colombiana (Duque 1998, Gantiva 2000) en estudios realizados a lo largo del ciclo hidrológico. Asociado a este cambio en la entrada de luz al sistema, la productividad de fitoplancton aumenta, alcanzando sus máximos valores cuando el nivel del agua comienza a descender (Engle & Melack 1993). Adicionalmente, la entrada diferencial de la pluma de agua blanca a los lagos del sistema (en mayor medida a los lagos de la categoría 1 y Pozo de la Entrada) explica el gradiente de transparencia de Secchi, los gradientes de conductividad y productividad del sistema.

Todos los planos de inundación tropicales tienen una tendencia a presentar hipoxia permanente o temporal en el agua. El nivel de hipoxia (<2 ppm) depende de la frecuencia y extensión de la turbulencia afectando el cuerpo de agua, la profundidad de los cuerpos de agua, y la presencia de materia orgánica (Junk et al. 1997). En general el porcentaje de saturación de oxígeno fue bajo, alcanzando niveles de fuerte hipoxia en algunos lagos, y anoxia muy cerca de la superficie. A su vez esta variable mostró variaciones importantes en los lagos del sistema, principalmente en la superficie de los diferentes cuerpos de agua, por lo que se convierte en una variable importante a la hora de separar los lagos. Esto se debe principalmente al efecto que tienen las grandes comunidades de macrófitos en el contenido de oxígeno de las aguas de un lago.



En los centímetros superficiales de lago con una densa masa de plantas, las concentraciones de oxígeno durante el día son altas debido a la actividad fotosintética del perifiton adherido a las raíces de los macrófitos (Furch & Junk 1997, Junk et al. 1997). Es así como los lagos con mayores concentraciones de oxígeno en su superficie son los llamados lagos “cerrados”, que presentan comunidades de macrófitos que cubren casi la totalidad del espejo de agua, y en los que el muestreo se realizó en una pequeña área libre de plantas. Adicionalmente, los procesos de descomposición de la materia orgánica producida por los macrófitos (Furch & Junk 1997) y por el constante aporte de las lluvias y la escorrentía de la zona aledaña (Ordoñez 2002) durante el periodo de aguas altas pueden ser suficientes para que los lagos se tornen fuertemente hipóxicos (Furch & Junk 1997).

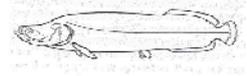
Las concentraciones de nitrato, fosfato, silicato y carbono orgánico disuelto registrados en los lagos del sistema se encuentran por debajo (cerca de la mitad) de los reportados para el lago principal del sistema durante un periodo de aguas bajas (Andramunio 2006). Esto puede ser el resultado de la dilución de los lagos por las lluvias locales. Por su parte el amonio mostró concentraciones similares a las reportadas por dicha autora, lo que puede ser el resultado de las altas tasas de descomposición de la materia orgánica, que estarían compensando el efecto de las lluvias, ya que el material vegetal sobrelleva procesos continuos de descomposición, que conducen a un enriquecimiento de



NH_4^+ en el agua intersticial de los sedimentos y en la columna de agua durante la fase de aguas altas (Kern & Darwich 1997).

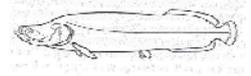
Caso contrario ocurrió con el nitrito, que presenta valores más altos (cerca del doble) de los registrados para el lago en aguas bajas (Andramunio 2006), este aumento en la concentración de nitrito con respecto a los periodos de aguas bajas es consecuencia principalmente de la desnitrificación que ocurre durante el periodo de anoxia en el hipolimnio (Esteves 1988).

El área y la profundidad relativa mostraron ser variables importantes en la asociación de las variables ambientales a las variables biológicas. El tamaño y el “fetch” (eje mayor de efecto del viento) de los lagos pueden influenciar fuertemente la hidroquímica y el comportamiento biológico de los mismos ya que afectan la turbulencia producida por el viento (Furch & Junk 1997, Melack 1984, Wetzel & Linkens 2000). Los fenómenos de estratificación térmica, circulación de nutrientes, productividad y eutrofización están ligados indirectamente a la profundidad del lago, al tamaño y al periodo de retención del agua (Wetzel & Linkens 2000). Adicionalmente la geomorfología del sistema afecta los patrones de conectividad, y con esto a un complejo número de factores que estructuran las comunidades de plantas acuáticas y que afectan así la riqueza y diversidad de especies en los sistemas riverinos de planos de inundación (Ward et al. 2002).

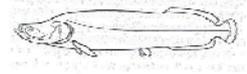


Los gradientes ambientales de pequeña escala juegan un papel muy importante en la segregación de taxa estrechamente relacionados (Ward et al. 2002). Se ha identificado que los gradientes espaciales, bien sean químicos, de cantidad de materia orgánica, de concentraciones de nutrientes, de cantidad de sedimentos, del flujo de la corriente o el área de inundación, así como los gradientes temporales (regímenes de perturbación y reemplazo de especies), son los principales patrones y procesos que contribuyen a la diversidad y el mantenimiento del pool de especies de los sistemas riverinos de plano de inundación (Ward et al. 2002).

En este estudio el principal proceso que parece estructurar la hidroquímica y los procesos biológicos en las comunidades vegetales y animales asociadas a los diferentes lagos del sistema es la inundación diferencial de los lagos con aguas blancas del Amazonas. Como se ve en el DCA y en el CCA este fenómeno afecta las conductividades, el tenor de nutrientes y con ello la productividad en los diferentes componentes estudiados. Estudios en la Amazonia central demuestran que el perizoo es fuertemente influenciado por la cantidad de materia inorgánica suspendida, la concentración de oxígeno en la zona de raíces y la disponibilidad de alimento (Engle 1993 en Junk & Robertson 1997). Sumado a lo anterior los cortos ciclos de vida y las altas tasas reproductivas les permiten una rápida reacción a las cambiantes condiciones ambientales, por lo que la composición y las densidades poblacionales pueden



variar fuertemente en diferentes partes de un lago y entre lagos (Junk & Robertson 1997).

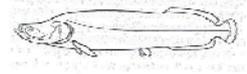


CAPÍTULO 2. DENSIDAD DEL PIRARUCÚ EN LOS LAGOS DEL SISTEMA DE TARAPOTO

INTRODUCCIÓN

La distribución de una especie está determinada por los procesos de su historia evolutiva relacionados con la interacción de la oferta ambiental y la capacidad adaptativa del taxón (Granado-Lorencio 1996). Sin embargo, si realizamos mayor aproximación al concepto de ocupación del espacio, observaremos que la ocurrencia de los organismos cambia en la escala local o regional de la distribución de una población (Brown & Lomolino 1998). Dichos cambios están regidos por las interacciones entre los organismos y su ambiente físico y biótico (Brown & Lomolino 1998).

Los disturbios en el hábitat físico y los cambios estacionales en la calidad del hábitat influyen las dinámicas poblacionales y las interacciones entre especies (Winemiller & Jepsen 1998). Por lo cual, el tamaño del rango de distribución de una población, la localización de sus límites y los cambios en los patrones de abundancia dentro de esos límites, reflejan la influencia de las condiciones ambientales en la supervivencia, reproducción y dispersión de los individuos y la dinámica de sus poblaciones (Brown & Lomolino 1998). En el



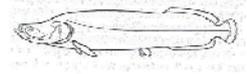
caso de los peces, la presencia y supervivencia en un ambiente determinado está en íntima relación con la abundancia del recurso alimentario, la competencia intraespecífica e interespecífica, las condiciones del hábitat, la capacidad de captura por parte de los individuos, la energía necesaria para lograrlo y el crecimiento poblacional de la especie (Winemiller & Jepsen 1998, Aun et al. 1999).

En una escala local, muchos peces se mueven frecuentemente entre parches de hábitat, estos movimientos pueden ser una respuesta a gradientes cambiantes de disponibilidad de recursos como refugios, alimentos o condiciones abióticas, tales como conectividad, velocidad de la corriente u oxígeno disuelto. Los movimientos locales asociados con cambios ontogénicos son una característica importante en las historias de vida de muchos peces alrededor del mundo (Winemiller & Jepsen 1998).

MÉTODOS

DISEÑO DEL MUESTREO

El estudio inició su fase de campo a finales del período de aguas bajas de 2006 (octubre). Durante el mes de noviembre se realizó un pre-muestreo en los lagos Chepetén, Matamatá y Cochalarco, con el objetivo de probar la metodología y realizar los ajustes necesarios. El levantamiento de los datos fue realizado durante el periodo de aguas ascendentes de 2007, en el periodo

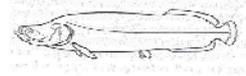


comprendido entre la segunda semana de Enero hasta la tercera semana de marzo.

LEVANTAMIENTO DE DATOS

En cada una de las salidas utilizamos una modificación de la metodología propuesta por Castello (2001, 2004), que consiste en contar el número de individuos que salen a respirar (boyada) durante dos horas (Pescadores de pirarucú com. pers.), en áreas de aproximadamente 1 a 2 ha. Para tal efecto se contó con un equipo de 8 pescadores expertos de pirarucú, quienes dividen los lagos en secciones de diferente dependiendo del tamaño y la complejidad de cada uno, en cada una de estas secciones se localizó un pescador que anotó el número de boyadas al igual que algunos datos referentes a la boyada (hora exacta de la boyada y ubicación en la zona limnética o litoral). Simultáneamente se realizó un estimativo de clases de tamaño (juveniles: < 1 m, subadultos: 1-2 m y adultos: >2 m) según el tamaño observado y el ruido de la boyada (S. Kendall y pescadores de pirarucú com. pers.).

Posteriormente, partiendo de que en condiciones normales el pirarucú sale a boyar cada 15 a 20 minutos, con el total de observaciones para cada lago se cuentan el número de observaciones de todos los pescadores en intervalos de 20 minutos. Cada uno de estos intervalos fue tomado como una repetición del conteo. Posteriormente realicé una corrección al número de boyadas válidas que permitan evaluar el número de observaciones con relación al esfuerzo de



muestreo y así convertir los datos en un estimativo de la densidad (individuos/hora/observador).

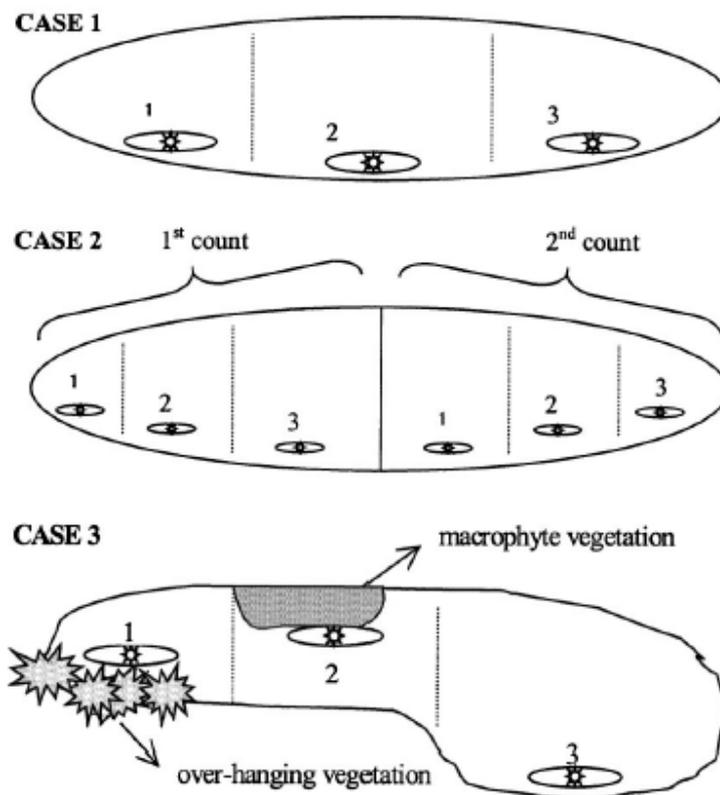
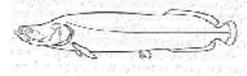


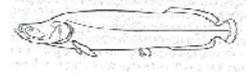
Figura 14. Modelo esquemático del método en los diferentes lagos usado por los pescadores para contar pirarucú. Note que en el caso tres las áreas de los pescadores 1 y 2 son menores que la del pescador 3 debido a que el área es menos vegetada, por lo que permite mayor visibilidad. Tomado de Castello (2004).

Con el fin de solventar las diferencias en tamaño y complejidad de los lagos en los que se realizan los conteos, Castello (2004) plantea tres esquemas de muestreo (Figura 13). En el primer caso ilustra la situación en la que el área del lago es igual o más pequeña que el área que pueden contar todos los pescadores juntos. En ese escenario cada pescador determina un área de modo



que el lago pueda ser contado simultáneamente en su totalidad. En el caso dos el área del lago es mayor que el área que puede ser simultáneamente muestreada por todos los pescadores en un solo tiempo. En este caso, se realizan conteos sucesivos hasta completar la totalidad del área del lago. El tercer caso ilustra un lago con visibilidad reducida debido a las macrófitos y/o vegetación colgante desde la margen del lago. En este caso el método de conteo se complementa por el hecho de “escuchar pirarucú” (Figura 13).

Así, a pesar de las diferencias de tamaño entre Tarapoto y Chepetén, Cochalargo y Umarí, para efectos de los conteos todos los lagos son divididos en ocho secciones, ya que estos últimos, pesar de ser pequeños, son lagos con muy baja visibilidad del espejo de agua debido a las macrófitos (Figura 13, caso 3). En este caso los pescadores se situaron en ocho puntos a lo largo de la margen de cada uno de los lagos y desde allí, se tomó registro del número de bolladas. Por el contrario, Tarapoto es un lago con un área mucho mayor y con mucha visibilidad, libre de vegetación flotante en la zona limnética, y con una zona litoral de poco desarrollo horizontal (Figura 13, caso 2), por lo que las secciones eran de mayor tamaño y las observaciones de las boyadas se realizaron desde canoas en las que los pescadores se desplazaron hasta que cubrieron el área que correspondía a cada uno (aproximadamente 3 horas de observación en cada sección por pescador).

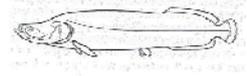


Adicional a esto, algunos de los pescadores realizaron mapas de la distribución de los individuos en el sistema de lagos según su conocimiento de la especie y el uso que éstos le dan a los lagos del sistema.

ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Debido a que en el año 2007 el río Amazonas se desbordó desde el mes de Febrero, el nivel del agua de los lagos subió, reestableciendo en un principio las conexiones de los caños y posteriormente inundando el bosque de várzea. Por esta razón los conteos de pirarucú se realizaron en los lagos, caños y bosque de várzea aledaños a los lagos del sistema, a pesar de que sólo se pudo calcular el área de los lagos. En el lago Socó no se realizó ningún conteo debido a que los pescadores de la zona no se pusieron de acuerdo.

Todos los datos de observaciones fueron pasados a una matriz en la que cada registro se contó como un caso, y las variables fueron el pescador que realizaba el registro, la zona de la observación, la hora y el tamaño del individuo registrado. Posteriormente conté el número de boyadas validas para cada lago por cada uno de los pescadores, obteniendo un dato de abundancia para el espejo de agua; el espejo de agua y el bosque inundable; y el espejo de agua, el bosque inundable y los caños de cada lago. Estos datos fueron usados para el calculo de las densidades y para realizar correlaciones con los puntajes de los dos primeros ejes del PCA y DCA (variables físicas, químicas y biológicas), con

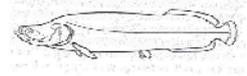


el fin de determinar si la distribución de los individuos de *A. gigas* responde a los gradientes observados con dichos análisis.

RESULTADOS

En total se registraron 161 observaciones de pirarucú, de las cuales 124 fueron a casos válidos, ya que 37 de los registros correspondían al re-cuento de un mismo individuo por el mismo pescador o por varios pescadores. Estas observaciones indican una tasa de encuentros de 0,87 ind/horas totales de observación (141 horas en total); 13,7 ind/pescador durante la totalidad de los días de muestreo; y 2,29 ind/día/pescador. Sumando el área de todos los lagos se obtiene un área de 426,6 ha de superficie de cuerpos de agua lénticos para el que se tendría una densidad de 0,29 ind/ha.

Los lagos con las mayores abundancias fueron Tarapoto, Umarí, Chepetén, Cabecera de Largo Primero y Tercero, esta tendencia se mantiene para las observaciones realizadas en los alrededores de dichos lagos. Esto indica que las características del lago están afectando también el número de individuos que se mueven en los alrededores de los lagos. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta el área de los lagos, las mayores densidades las tienen los lagos Cabecera de Largo Tercero, Chimbillo y Umarí, no obstante cuando se incluyen las observaciones realizadas en los caños y el bosque inundado, las mayores densidades fueron encontradas en Chimbillo, Cabecera de Largo Tercero, Cabecera de Redondo, Airuwe 1 y Umarí (Tabla 9, Ilustración 1).



Con respecto a la estructura de la población de pirarucú de los lagos de Tarapoto, los pescadores registraron 72 observaciones de individuos adultos (mayores de dos metros de longitud total), 14 observaciones de individuos sub-adultos (entre 1 y 2 metros), 34 observaciones de individuos juveniles (menores a un metro), y cuatro observaciones en las que no fue posible reconocer el tamaño del individuo, que corresponden al 58,06%, 11,29%, 27,42% y 3,22% respectivamente.

Encontré una correlación positiva significativa entre las abundancias de *A. gigas* y los puntajes del primer eje del análisis de componentes principales, indicando que el número de individuos en cada lago y sus alrededores responde al gradiente de características físicas, químicas y morfológicas de los lagos (Tabla 10, figura 15). No encontré relaciones significativas entre la densidad y el primer o segundo eje del PCA, indicando que las densidades de los individuos no responden a dicho gradiente.

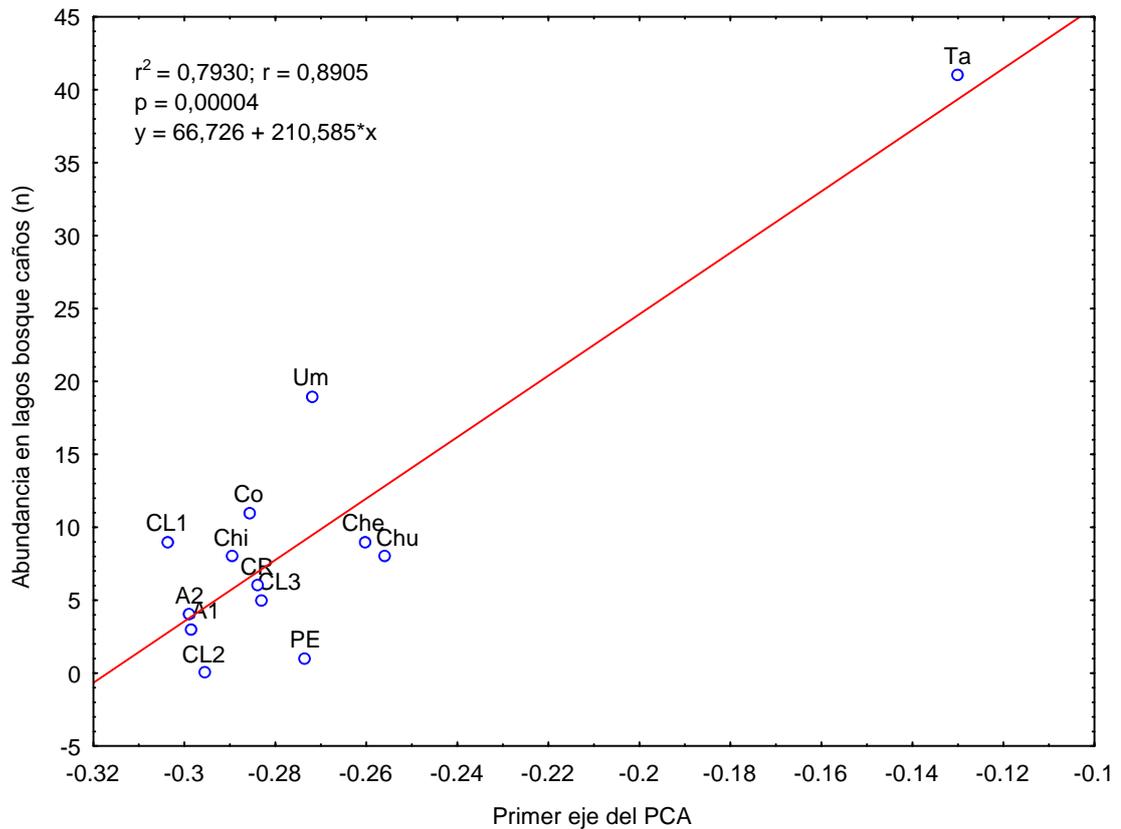
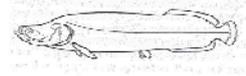
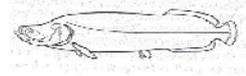


Figura 15. Correlación del número de individuos de *A. gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de componentes principales.

Tabla 10. Puntajes del primer y segundo eje para las variables físicas, químicas y morfológicas (PCA) y biológicas (DCA) analizadas.

| lago | PCA1 | PCA 2 | DCA1 | DCA2 |
|------|----------|----------|-----------|-----------|
| Um | -0.2719 | 0.0402 | -65.36606 | -22.09211 |
| PE | -0.2734 | 0.1193 | 168.52728 | -9.00859 |
| A1 | -0.2986 | 0.115 | 143.82266 | 297.21854 |
| A2 | -0.299 | 0.1052 | 157.23166 | -1.79386 |
| Che | -0.2604 | 0.0019 | -59.55287 | 178.07507 |
| CL1 | -0.3035 | 0.0417 | 71.3672 | -3.37561 |
| CL2 | -0.2955 | 0.0779 | -2.62027 | -25.01564 |
| CL3 | -0.2829 | 0.0555 | 118.57861 | 33.29122 |
| Co | -0.2857 | -0.0895 | 56.62644 | -39.33211 |
| Ta | -0.13005 | -0.67855 | 284.73783 | -14.98087 |
| CR | -0.2838 | 0.062 | 150.18887 | -11.07476 |
| Chi | -0.2895 | 0.1191 | 248.49477 | 19.75757 |
| Chu | -0.2561 | -0.0443 | 150.92136 | -4.1977 |



Por su parte, la correlación entre la abundancia y la densidad de *A. gigas* de cada uno de los lagos con los puntajes del primer o segundo eje del DCA fue muy baja y no fue significativa, indicando que las variables biológicas, aunque se correlacionan con el gradiente físico y químico de las aguas de los lagos, no explican la distribución de la especie a lo largo del sistema (Tabla 10, figura 16).

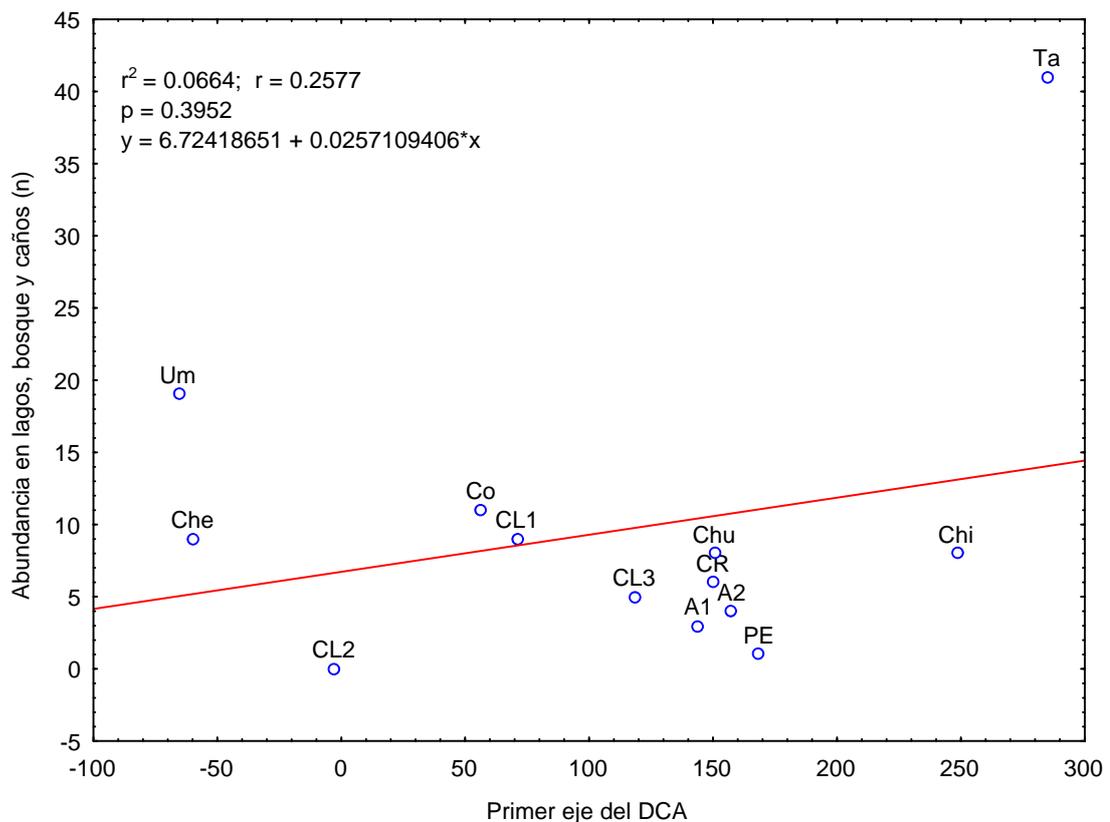
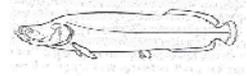


Figura 16. Correlación del número de individuos de *A. gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de correspondencia destendenciado (DCA).

DISCUSIÓN

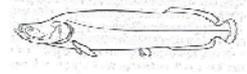
Las observaciones individuales de los lagos se encuentran dentro de lo reportado para otros sistemas de lagos en la Amazonia peruana (Piana et al. 2000) y en el Rupununi en la Guyana (Castello 2001) previo al manejo de la



pesca de la especie, y están en el mismo orden de los lagos con más bajas abundancias y densidades en una pequeña área de la reserva de Mamirauá en Brasil, en donde se reportan densidades entre los 0,67 y 57,8 ind/ha (Queiroz 2000), sin embargo, la densidad para el sistema es mucho más baja que la reportada para dicha reserva (45,49- 48,49 ind/ha; Queiroz 2000). El tamaño de la población de *A. gigas* en el sistema puede estar indicando el decaimiento de la población a causa de la sobre-pesca, tal como se ha reportado para los lagos de la Guyana (Castello 2001).

Dentro del sistema de Tarapoto nuestros resultados pueden estar reflejando, además de las preferencias de hábitat de la especie, la presión de pesca en cada uno de los lagos durante el periodo de aguas bajas inmediatamente anterior. Ya que en aguas bajas los pescadores van a pescar a los lagos en los que “quedan muchos pirarucús”, pues aumenta la probabilidad de captura, realizando un mayor esfuerzo total en dichos lagos. De ser así, al final de la temporada, habría menos individuos en dichos lagos, en función de su accesibilidad, viéndose más diezmadas las poblaciones de los lagos de más fácil acceso (Chepetén y Cochalarco), y manteniéndose en mejores condiciones en los lagos lejanos (Umarí).

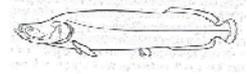
De los 17 lagos presentes en el sistema de Tarapoto, los lagos Tarapoto, Umarí, Chepetén y Cochalarco son reconocidos por los lugareños por mantener constantemente poblaciones de pirarucú de buen tamaño en las que se lleva a



cabo la mayor actividad pesquera de esta especie (Kendall et al. 2006). De igual modo ellos reconocen que una vez sube el nivel del agua los pirarucús salen de Cochalargo y Chepetén, por lo que durante los conteos se encontraban en la várzea y caños del lago Tarapoto, dentro de las que se destaca la várzea de la cabecera de Tarapoto Largo, la várzea entre la comunidad de Santa Clara de Tarapoto y el caño Soledad, el caño Soledad y su bosque inundable, tal como lo demuestran los mapas realizados por los pescadores sobre la distribución de la especie en el sistema. Estos resultados corroboran lo encontrado por Castello (2007) en el sistema de várzea de Mamirauá.

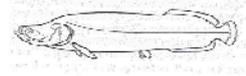
A pesar de que en la literatura no se reportan tasas de encuentro para otros sistemas, según las entrevistas realizadas, el número de individuos ha disminuido mucho ya que en general los pescadores de todo el interfluvio reportan que cuando salían en su canoa por los lagos, era común ver tres o cuatro individuos “así no se estuviera buscando”.

La abundancia relativa de las clases de tamaño mostró una alta abundancia de adultos para la totalidad del área estudiada, existiendo al menos un adulto (1,5) por cada juvenil (incluyendo los individuos sub-adultos). Los estimativos a gran escala en Brasil muestran una abundancia relativa de un adulto por cada tres juveniles (Castello 2001). La baja abundancia de juveniles en el sistema de Tarapoto puede ser el resultado de la pesca selectiva de adultos y de la pesca de juveniles con redes estacionarias. Tradicionalmente la



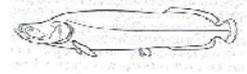
mayor actividad pesquera dirigida a esta especie se realiza durante el periodo de aguas bajas, momento en el que los individuos se encuentran confinados a los cuerpos de agua lénticos y en el cual los individuos de *A. gigas* establecen parejas para su reproducción, facilitando así la pesca (Castello 2001, 2004, Kendall et al. 2006, Neves 1995, Vela et al. 2003). La baja abundancia de juveniles puede ser explicada como el resultado de la intensa pesquería dirigida a los individuos involucrados en alguna actividad reproductiva (formación de parejas, anidamiento o protección de la prole). Adicionalmente, durante el periodo de estudio, los pescadores de pirarucú manifestaron que desde que se introdujeron las redes estacionarias, el número de pirarucús ha descendido, debido a que los juveniles de la especie son capturados con estas artes poco selectivas.

La relación positiva de las abundancias de *A. gigas* con el gradiente observado para las variables abióticas estaría indicando la importancia de la productividad de cada lago para la selección del mismo. Como se mencionó en el capítulo anterior, las variables que más explicaron la variación de los datos para la ordenación de los lagos están relacionadas con la productividad, asociadas a la entrada de las aguas ricas del río Amazonas y los procesos bióticos asociados a este fenómeno. Este gradiente se correlacionó en el CCA con el gradiente encontrado para las variables bióticas medidas (DCA), explicando un 85% de la variación en el primer eje (ver capítulo 1). Según esto sería de esperar que las abundancias de *A. gigas* en los lagos del sistema se



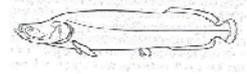
relacionara positivamente también con las variables bióticas. Por esta razón, creo que el bajo valor del coeficiente de correlación indica que si bien el pirarucú responde a las variables abióticas medidas, las variables bióticas seleccionadas no son las adecuadas. Según Castello (2007) algunas de las variables más importantes son la concentración de oxígeno disuelto y la densidad de peces-presa del pirarucú en los diferentes ambientes.

Según lo reportado por los pescadores locales (ver capítulo 3), el pirarucú se mueve dentro del plano de inundación siguiendo su alimento, compuesto principalmente de peces para los adultos, de macroinvertebrados y peces de pequeño porte para los juveniles (Queiroz 2000). Estos reportes corroboran lo encontrado en Brasil con respecto a las migraciones laterales de *A. gigas* (Castello 2007). En los sistemas río-planos de inundación una amplia variedad de recursos alimenticios están disponibles para los peces y la disponibilidad está determinada por el acceso de los peces al plano de inundación, que a su vez, depende del nivel del agua (Junk et al. 1997). Así, a medida que aumenta el nivel del agua los peces, presas del pirarucú, se mueven hacia el bosque inundado en busca de nuevos recursos disponibles (Goulding 1980) o de ambientes con mejores condiciones de oxígeno (Castello 2007). Aunque muchas especies de peces amazónicas soportan, por al menos algunas horas, concentraciones de oxígeno menores a 0,5 mg/L (Soares et al. 2006). Las diferencias en los requerimientos de oxígeno y comportamiento de las especies ocasionan una distribución diferencial de las especies de peces en los planos



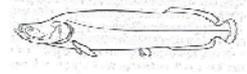
inundables del Amazonas de acuerdo con las concentraciones de oxígeno en los diferentes hábitats (Junk et al. 1997). Siendo ésta una de las razones que conllevan a migraciones horizontales de pequeña escala y dislocaciones verticales de peces, debido al ciclo diario de las concentraciones de oxígeno en los lagos del plano de inundación del Amazonas, moviéndose durante la noche entre la zona limnética de los lagos y durante el día en las comunidades de macrófitos, donde las concentraciones de oxígeno mejoran debido a la producción de oxígeno del fitoplancton y el perifiton (Saint-Paul & Soares 1987).

En hábitats con fuerte hipoxia, la mayoría de las especies piscívoras están ausentes (Junk et al. 1997), sin embargo, adicional a la respiración aérea del pirarucú, se ha reportado que la especie es capaz de incrementar la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en condiciones de hipoxia (Val 2000), estas estrategias implican independencia por las fluctuaciones de oxígeno disuelto (Val et al. 2006). Por lo que *A. gigas* es capaz de ejercer una fuerte presión en dichos hábitats (Goulding com. pers. en Junk et al. 1997). Teniendo en cuenta lo anterior, si bien la distribución del pirarucú no depende directamente de las concentraciones de este gas, esta variable es una variable importante en función de la distribución de las presas de este gran predador.



CAPÍTULO 3. ETNO-ICTIOLOGÍA LOCAL SOBRE EL PIRARUCÚ (*Arapaima gigas*; Cuvier, 1817) EN LA RIBERA COLOMBIANA DEL RÍO AMAZONAS

Resumen: Este estudio describe y analiza el conocimiento local que poseen los pescadores indígenas y mestizos del sistema de lagos de Tarapoto (Ribera colombiana del río Amazonas) sobre la pesca, la ecología (hábitos alimenticios y reproductivos, hábitat, movimientos), su percepción de la conservación y el estado de las poblaciones de *Arapaima gigas* (Osteoglossidae). Los datos fueron obtenidos entrevistando a los pescadores usando cuestionarios estandarizados. Entrevisté 15 pescadores, en su mayoría indígenas Ticunas del resguardo indígena Ticoya de Puerto Nariño. La información recogida muestra que el conocimiento sobre la distribución, los hábitos alimenticios y los movimientos espaciales a lo largo del ciclo hidrológico son detallados ya que están asociados a la apropiación del recurso, mientras que el conocimiento sobre el crecimiento, principalmente de los primeros estadios de desarrollo, y los aspectos reproductivos no es tan refinado. Algunos aspectos del conocimiento local de los pescadores de pirarucú coinciden con la literatura disponible sobre la especie, proveyendo hipótesis para ser investigadas a través de investigación biológica. El presente estudio resalta algunas contribuciones del conocimiento local para tener en cuenta en el momento de promover la conservación y el

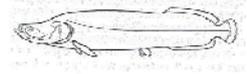


manejo de la especie, al igual que para mejorar conocimiento científico sobre la especie.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento tradicional de las comunidades ribereñas de pescadores tradicionales – indígenas, colonos o mestizos - ha sido recientemente reconocido como un recurso valioso que debe ser rescatado y tenido en cuenta en estudios de impacto ambiental y de manejo y monitoreo de los recursos pesqueros de importancia económica (Agrawal 2002, Batistella et al. 2005, Costa-Neto & Marques 2000, Sillitoe 2006) ya que nos permite tener una visión más holística y real de las poblaciones de peces que están siendo explotadas y de la complejidad ecosistémica de la región amazónica (Duque & Prieto-Piraquive 2006).

A lo largo de la cuenca amazónica el principal método de pesca tradicional de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1917) es el arpón (Campos 2001, Gudger 1943, Neves 1995), en el que generalmente un pescador se sitúa en la proa de su canoa, con el arpón en la mano, listo para lanzarlo en el momento en el que un pirarucú salga a boyar o cuando aparezcan en la superficie del agua las burbujas que éste libera cuando ha consumido todo el oxígeno del aire que ha tomado minutos antes, señal inequívoca de una boyada en camino. A menudo los arponeros de pirarucú pasan horas sentados en sus canoas observando sus presas antes de arponear alguna (Neves 1995).



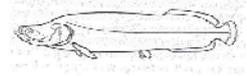
Al realizar la pesca de forma artesanal, los pescadores exploran el ambiente acuático de forma particular y adquieren conocimientos sobre la naturaleza, además de establecer una gran diversidad de interacciones con el ambiente. Para mantener su medio de subsistencia adquieren conocimientos profundos sobre la naturaleza y sus ciclos (Souza 2004). El detalle y profundidad de este conocimiento tradicional asegura el acceso rápido a información fundamental para investigaciones científicas (Batistella et al. 2005), además de permitir captar sutilezas de la naturaleza que no siempre se observan con investigaciones disciplinares de corta y mediana duración (Duque & Prieto-Piraquive 2006).

Para apropiarse de los recursos, los pescadores tradicionales de pirarucú poseen un conocimiento especial de aspectos concretos de la ecología de la especie. Por esta razón, y con el fin de complementar la información que pudiera explicar patrones de distribución y aspectos particulares de su comportamiento recopilé información sobre la especie a partir del conocimiento tradicional de los pescadores de pirarucú en el sistema de lagos de Tarapoto.

METODOLOGÍA

LEVANTAMIENTO DE DATOS

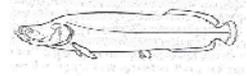
Durante el período de noviembre de 2006 a marzo de 2007 realicé entrevistas a pescadores de las comunidades de Santa Clara de Tarapoto, San Juan del



Socó, San Francisco, Boiawasuu, Naranjales y de la cabecera municipal de Puerto Nariño. En el área del Municipio se reconocen al menos a 22 personas como pescadores arponeros de pirarucú. Consulté 15 informantes a través de entrevistas estructuradas a respondientes, las cuáles se apoyan en un cuestionario fijo que me permitió recopilar información sobre el pez, su alimentación, reproducción, patrones de distribución y percepción de la conservación de la especie con cada informante (Anexo 1). Este tipo de entrevista proporciona un contenido altamente comparable entre los diferentes entrevistados (Lozano 2001). Agregué y exploré temas adicionales y acepté que el informante abordara otros aspectos de su conocimiento e interacción con el pirarucú no contemplados en el cuestionario (lo que permitió enriquecer el trabajo de campo), pero no omitieron ninguna de las preguntas incluidas en el mismo.

ANÁLISIS DE DATOS

Cuantifiqué la información recopilada de los pescadores como porcentajes de citación o el porcentaje de informantes que mencionaron una respuesta determinada a una pregunta específica. Considerando que los pescadores fueron entrevistados individualmente, los porcentajes reportados para sus respuestas no implican que los pescadores estén en desacuerdo con otros, simplemente estaban diciendo algo más. Consideré la mayoría de las respuestas (aquellas más mencionadas) como reflejo de los principales aspectos del conocimiento ecológico local.

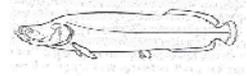


Esta aproximación se basa en dos supuestos principales: primero, la información compartida por muchos pescadores debe corresponder a aquella información más difundida entre ellos y por ende probablemente es la más relevante en la cultura local; segundo, la información citada independientemente por muchos pescadores debería ser más confiable (Silvano & Begossi 2005). De hecho, hacerle la misma pregunta a muchas personas es un modo útil de acceder a datos etno-biológicos (Johannes 1981). Algunos aspectos cualitativos del conocimiento local también fueron considerados. Comparé la información obtenida de los pescadores con los datos publicados de *A. gigas*, siguiendo procedimientos adoptados en otros estudios (Marques 1991, 1995, Paz & Begossi 1996 y Silvano & Begossi 2002).

Sólo mencionaré las respuestas de más del 10% de los pescadores, o aquellas que tengan mayor representatividad en las respuestas de los 15 pescadores entrevistados. La suma de los porcentajes mostrados en algunas tablas puede ser mayor al 100% porque los pescadores entrevistados usualmente dan más de una respuesta a la misma pregunta. En algunos casos observé la variabilidad de las respuestas de los pescadores, que posiblemente reflejan la variación individual en el conocimiento local.

RESULTADOS

LOS PESCADORES DE PIRARUCÚ

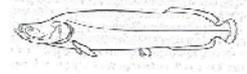


Los pescadores entrevistados (n=15) fueron en su mayoría indígenas Ticunas (86,67%) que han vivido en la región toda su vida. El 73,33% de los pescadores son mayores de 40 años y sólo el 13,33% son menores de 30 años. De estos, el 73,33% de ellos ya pescaba otras especies de peces a los 12 años, sin embargo a todos les tomó entre uno y diez años adquirir las habilidades necesarias para la pesca del pirarucú. A la mayoría de ellos (66,67%) les tomó por lo menos cuatro años pescar su primer pirarucú. A pesar de que los pescadores de pirarucú son muy especializados, la mayoría complementa o complementaba¹ la pesca con otras actividades de sustento como la chagra (46,67%), la caza (13,33%), la caza y la chagra (20,00%), y la chagra y otra actividad económica (13,33%).

PESCA

En general, los pescadores de pirarucú se consideran a si mismos pescadores especializados, con conocimientos detallados equiparables a los de un cazador que sale a buscar rastros de su presa durante largas jornadas, con esfuerzos de captura que oscilan entre cuatro y 11 horas de búsqueda. Sin embargo, la mayoría de los pescadores hacen esfuerzos de seis (20,00%) y ocho horas (20,00%) continuas de búsqueda, que no siempre culminan con la pesca de un individuo de *A. gigas*, ya que si se sale a pescar con arpón el éxito depende de buscar y estar en el lugar y momento adecuado para ver los rastros que deja el pirarucú al respirar:

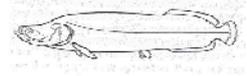
¹ Algunos de los informantes, a causa de su edad, o nuevas fuentes de ingresos económicos, ya no practican la pesca del pirarucú.



“El pirarucú no le captura cualquier pescador. Sólo se le captura por la boyada y por la burbuja. Cuando él sale es que se le captura. No es como cualquier pescado que anda afuera sino que él anda todo el tiempo en la profundidad y se le captura sólo cuando sale a respirar. Se le captura entre el medio de la burbuja. Él sale a boyar, coge aire y buza con eso, y ahí adelante bota la burbuja, y el pescador tiene que remar en dirección de donde que él va, y tira la lanza como a un metro de donde botó la burbuja.” (Demetrio Silva, Puerto Nariño)

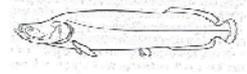
“...Para pescar ese pescado tiene que tener paciencia, ir con cuidado, no mucha bulla para que esté boyando mansito. Si uno tiene reloj pues uno controla y mira cuanto se demora él para boyar, y uno entonces se alista, y uno se va despacio a donde sale a respirar el pescado. Y ahí, al boyar, uno ya sabe cuanto boya y pues uno ya se espera y va a lo fijo. Uno se hace a unos 15 m de donde él boya, y cuando él boya se da unos 3 o 4 remasos a donde está él, y se calcula a unos 30 a 50 cm de donde boyó. Él bota una espuma, ahí se lanza la lanza y se pica en la parte de la cola, ese es el cálculo del pescador de pirarucú. Así es que se pica.” (Pedro Ramos, San Juan del Socó)

Debido a las características de la pesca con lanza y arpón, los pescadores salen en las horas de la mañana, entre las 3:00 y las 8:00,



preferiblemente a las 7:00. Las jornadas se extienden a más tardar hasta el medio día. Adicionalmente, debido a los requerimientos de la búsqueda y la silenciosa espera, la mayoría de los pescadores salen a pescar solos sin compañero de pesca (93,33%), con la única excepción de un pescador que siempre sale a pescar con su esposa.

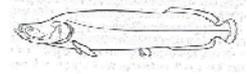
Por otro lado, la pesca con anzuelos es practicada por algunos de los pescadores entrevistados (53,33%) y se realiza en las horas de la noche y la madrugada, principalmente durante los períodos de aguas subiendo, aguas altas y aguas bajas, que es cuando el pirarucú sale al bosque de várzea a alimentarse. Para este tipo de pesca, los pescadores salen al atardecer, pescan yahuarachi (Characidae: *Psecterogaster rutiloides*) y bujurque (varias especies de la familia Cichlidae) que utilizan como carnada, y amarran la cuerda con uno o más anzuelos a un palo, de tal modo que la carnada quede sumergida aproximadamente a 10 cm de la superficie del agua, entre la vegetación del bosque. A intervalos específicos de tiempo para cada pescador, se revisan los anzuelos para ver si cayó algún pirarucú o para verificar que la carnada no se la hayan comido otros peces. Para la ubicación de los anzuelos cada uno de los pescadores tiene sus particularidades: "...tiene su sitio donde uno coloca su anzuelo..." (Luís Hernando Peña, Santa Clara de Tarapoto), pero parece haber una preferencia por los lugares someros dentro del bosque inundado.



La pesca con anzuelos, al igual que la de malla –practicada solamente por dos de los pescadores entrevistados- se realiza a modo de complemento de la pesca con lanza y arpón, y solo se practica durante los períodos en los que el bosque está inundado. Durante esos meses los pescadores alternan la pesca con los diferentes artes de pesca con el fin de aumentar las capturas por unidad de esfuerzo:

“En agua alta pescaba con lanza y anzuelo, si yo no podía capturar de día yo le capturaba de noche... De noche se le captura más fácil porque él sale a buscar su comida y se le pone carnada y él cae. Más que todo la carnada se la come la piraña y no deja caer nada, queda sólo el anzuelo sin carnada. Cuando yo pescaba me iba a las seis (18:00) de ahí a las nueve (21:00), revisaba si había pescado o si tenía carnada, si no le ponía más, y de ahí ya ponía a las doce (0:00) otra vez para que él entrara en la madrugada a su lugar.” (Quinturibe Ahue Valerio, Puerto Nariño)

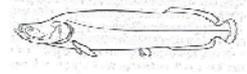
“En la noche, a las seis (18:00), toda la noche con puro anzuelo. Yo pesco con arpón, anzuelos, mallas para pirarucú (25 cm) y la de gamitana (15 cm) en Tarapoto, Chepetén, Cochalargo, Umarí, Marianococha, Calzóncocha y Socó. Uso los anzuelos todo el año por las noches en los mismos lagos y en el igapó, y las mallas de noche cuando la luna está



oscura todo el año en el igapó, se le atraviesa, cuando pasa suena fuerte.” (Geriel Ahue Gómez, Santa Clara de Tarpoto)

En todos los casos los pescadores manifestaron que la finalidad de la pesca era económica, es decir, el 100% de los pescadores sale a pescar cuando necesitan dinero para cubrir algún gasto: “...se vende y ahí está tu platica, se mata uno y ya no se vuelve más...” (José Castillo Coello, Naranjales). Sin embargo, sólo el 20,00% de los pescadores dijeron no dejar nada para el autoconsumo, y en la mayoría de los casos (80,00%) dejan al menos una pieza de carne para el consumo del núcleo familiar y/o amigos. Debido a que la principal motivación para pescar el pirarucú es económica, la mayoría de las veces (60,00%) los pescadores de pirarucú se desplazan a otras comunidades, en las que el kilo de pescado sea más costoso, siendo Puerto Nariño a la que más recurren (86,67%). Por otro lado, cuando lo que interesa es vender rápidamente la pesca, la venden a los restaurantes o habitantes de la comunidad de la que son residentes (60,00%).

Adicionalmente, debido a la motivación económica, los pescadores entrevistados pescan en su mayoría a lo largo de todo el año (86,67%): en aguas bajas, aguas subiendo, aguas altas y aguas bajando, a pesar de que manifestaron que la pesca es mala en aguas altas (60,00%) y aguas subiendo (20,00%) debido a que los pirarucús se encuentran escondidos (40,00%), dispersos en el bosque inundado (26,67%) o porque los lagos están cerrados y

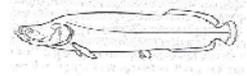


no son accesibles (13,33%). Por esta razón, durante este período se pesca en los bajiales, el bosque inundado o pastizales (53,33%), y en los lagos pequeños o pozos –lagos satélite- (46,67%). Por el contrario, la mejor época para pescar pirarucú es el período de estiaje o aguas bajas (53,33%) ya que los lagos están secos y los pirarucús están confinados a ellos (66,67%), por lo que las principales áreas de pesca son los lagos (66,67%). Otros momentos que los pescadores consideran buenos para la pesca son las aguas bajando (26,67%) y las aguas subiendo (20,00%), porque los pirarucús se encuentran entrando y/o saliendo de los lagos hacia el bosque inundado u otros lagos (46,67%).

EL PIRARUCÚ

Según los pescadores, el pirarucú puede alcanzar una longitud máxima que oscila entre los 2 y los 4,5 metros de longitud total. La mayoría de los pescadores afirmaron haber visto o tener conocimiento de individuos de 3 m (63,33%), el 33,33% aseguró que el pez no superaba los 2,80 m, y el 13,33% dijeron que alcanzaba longitudes superiores a los 4 m: "...el más grande de todos mide 3 m y pesa 12 arrobas. Como de 80 cm de alto y 80 de ancho... las escamas pesan solas 0,5 kg porque son tabludas" (Pedro Ramos); "La escama es como un plástico. Como 3 m. Le pesaron sin cabeza y hueso y pesó 200 kg." (Adonai Yumbato, Puerto Nariño)

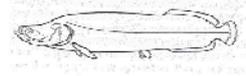
La mayoría de los entrevistados no hicieron referencia al peso cuando les pregunté sobre el crecimiento máximo de un pirarucú (73,33%), y en



caso de mencionarlo, las respuestas fueron más variables que para la longitud, reportando un peso máximo que oscila entre los 136 kg (12 arrobas) y 200 Kg para los individuos de tres metros.

En el trabajo de campo previo a la realización de las entrevistas cuando entablé diálogos con pescadores acerca del pirarucú, algunos de ellos hicieron referencia a dos tipos de pirarucú, por esta razón la incluí como una pregunta dentro de la entrevista. Concerniente a esto, los pescadores de la zona de Puerto Nariño mencionaron que hay dos tipos de pirarucú (60,00%) que se caracterizan porque uno es de cuerpo “alargado y flaco”, y el otro es de cuerpo más “corto y grueso”. La mayoría de los pescadores dijeron que los alargados tienen la cabeza larga, y los gruesos tienen la cabeza corta (88,84%) mientras que sólo uno hizo referencia a lo contrario (alargados con cabeza corta y gruesos con cabeza grande). Adicionalmente, los pescadores mencionaron que estos dos tipos de pirarucú eran independientes al sexo, es decir, que había machos y hembras de ambos tipos, pues como mencionaré más adelante, ellos hacen referencia a dimorfismo sexual, con hembras más grandes que los machos. De este modo ellos enfatizaban su respuesta y eliminaban la posibilidad de cuestionamientos.

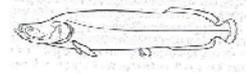
Teniendo en cuenta que la talla de la primera reproducción reportada para la especie a lo largo de la cuenca se encuentra entre 1,50 m (Bendezú 2003) y 1,70 m (Campos 2001, Guerra 1980, Hurtado 1998, Imbiriba



1991, 1996, Lulling 1964, Sánchez 1960, Vela et al. 2003), pregunté a los pescadores cuánto tiempo tarda un pez en alcanzar un metro y medio. Según ellos el pirarucú es de muy rápido crecimiento por lo que la mayoría afirmó que alcanza dicha talla entre los 2 (26,67%) y los 3 años (33,33%), o un máximo de 5 años (13,33%).

A cerca de la respiración, todos los pescadores señalaron que la frecuencia aumenta a medida que el pez crece: entre 20 segundos y 5 minutos para las larvas; entre 5 y 30 minutos para los juveniles (hasta 0,80 m aprox.); 15 minutos y una hora para los preadultos (hasta 1,5 m aprox.); y entre 20 minutos y 3 horas para los adultos (> 1,5 m), dependiendo de si están bajo condiciones de estrés o no (i.e. depredadores, pescadores, ruido).

Sobre el comportamiento del pez los pescadores dijeron que el pirarucú presenta hábitos nocturnos, ya que en la noche sale de su lugar de descanso (“su casa” o “cueva”) a buscar peces para comer (86,67%), aproximadamente desde las 18:00 hasta las 5:00 de la mañana del otro día, mientras que durante el día todos (100%) coincidieron en que su actividad es mucho menor, y se limita a “echarse” en el fondo de los lagos y eventualmente dar una vuelta (“andar”), tomar el sol (“solearse”) y tomar aire atmosférico (“salir a boyar y espumear”). Por esta razón es en las horas de la noche que se ponen los anzuelos. Sobre este comportamiento todos aseguraron que se presenta sin variaciones desde que las larvas abren la boca y pueden nadar alrededor de la



cabeza de los parentales (“ellos comienzan a andar con la mamá”) hasta los adultos, con una única excepción durante la incubación de los huevos. Durante este período: “...ella da vueltas sobre el nido para ahuyentar los peces y regresa rapidito por lo que no sale a cazar en las noches, y sólo se alimenta de los peces que pasen cerca de ella.” (Quinturibe Ahue Valerio).

ALIMENTACIÓN

Durante el cuidado parental las larvas de pirarucú se agrupan alrededor de la cabeza de uno de los parentales, quienes segregan una sustancia lechosa que es expulsada cuando se presionan las glándulas situadas en la cabeza, a modo de poros, que según los pescadores, sólo se observan durante la época de reproducción (Ilustración 2). Por esta razón, según los pescadores, después de la eclosión, las larvas de pirarucú se alimentan de la sustancia producida por esas glándulas (“ellos maman la leche de su mamá”) (40,00%); de macroinvertebrados asociados a macrófitos (66,67%) dentro de los que se destacan los grillos (33,33%), y de peces pequeños (13,33%), camaroncitos (13,33%) y cangrejos (20,00%).

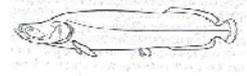


Ilustración 2. Pareja de pirarucús haciendo su nido en el bosque inundado. Nótese el detalle de las glándulas de la cabeza con las cuales los parentales alimentan a sus crías durante los primeros estadios de vida (Autor: Pedro Ahue Peña, Puerto Nariño).

Según los pescadores, a medida que los pirarucús crecen van incorporando a su dieta peces de pequeño porte, como las sardinas y estadios juveniles de peces más grandes (bocachico, palometas, lisas, etc.), aumentando el tamaño de sus presas paulatinamente a medida que el individuo crece, sin tener cambios ontogénicos aparentes en la preferencia por ciertos grupos de peces, e incluso conservando la preferencia por los cangrejos que son reportados frecuentemente en los contenidos estomacales. Sobre este tema uno de los pescadores afirmó: “Cangrejos es la comida de ellos, comen más cangrejos que pescado” (Geriél Ahue Gómez, Santa Clara de Tarpoto; Tabla 11. En cuanto a la dieta de los pirarucús juveniles, subadultos y adultos, los pescadores hicieron referencia principalmente a peces de las familias Characidae, Curimatidae y Cichlidae, al igual que a los cangrejos (Tablas 12 y 13).

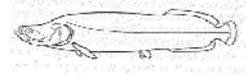


Tabla 11. Ítems alimenticios referidos por los pescadores para diferentes estados del ciclo de vida de *A. gigas* (Post-larvas: individuos $\pm 0,05$ m; Juveniles: individuos alrededor de los 0,80 m; subadultos: individuos hasta 1,6 m; Adultos: individuos de 1,7 m en adelante). Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información.

| Nombre común | Post-larvas | Juveniles | Subadultos | Adultos | Grupo taxonómico | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|------------|---------|------------------|--|
| Camarones | 13,33 | 26,67 | 13,33 | 13,33 | | |
| Cangrejos | 20,00 | 46,67 | 53,33 | 53,33 | | |
| Peces | 13,33 | 6,67 | 53,33 | 53,33 | Pisces | |
| Macroinvert. asociados a macrófitos | 66,67 | | | | Artrópoda | Díptera Ortóptera Arachnida |
| Sapitos | 6,67 | | | | Anura | |
| Caracoles | | 6,67 | | | Gasterópoda | |
| Bocachicos | | 66,67 | 60,00 | 46,67 | Curimatidae | <i>Prochilodus</i> <i>Triportheus</i> , <i>Brycon</i> y otros microcharacidos |
| Sardinas | | 60,00 | 60,00 | 40,00 | Characidae | |
| Palometas | | 13,33 | 13,33 | 26,67 | Serrasalminidae | |
| Lisas | | 13,33 | 13,33 | 20,00 | Anostómidae | <i>Leporinus</i> spp. |
| Yahuarachi | | 26,67 | 40,00 | 26,67 | Characidae | <i>Psecterogaster rutiloides</i> |
| Mojarritas | | 13,33 | 6,67 | 6,67 | Cichlidae | |
| Bujurque | | 13,33 | 46,67 | 13,33 | Cichlidae | |
| Chirui | | 20,00 | 6,67 | 13,33 | Callichthyidae | |
| Acarawassu | | 6,67 | 13,33 | 6,67 | Cichlidae | <i>Astronotus ocellatus</i> |
| Shuyo | | 13,33 | 33,33 | 13,33 | Erythrinidae | |
| Macanas | | 6,67 | 6,67 | 13,33 | Gymnotiformes | |
| Cuchas | | | 13,33 | 26,67 | Loricariidae | |
| Branquiña | | | | 6,67 | Curimatidae | <i>Potamorhina</i> spp. |
| Dormilón | | | | 13,33 | Erythrinidae | |
| Tucunaré | | | 6,67 | 6,67 | Cichlidae | <i>Cychna monoculus</i> |
| Sábalo | | | | 6,67 | Characidae | <i>Brycon</i> spp. |
| Sabaleta | | | | 6,67 | Characidae | <i>Brycon</i> spp. |

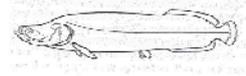
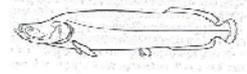


Tabla 12. Principales grupos taxonómicos identificados por los pescadores como dieta de *A. gigas* juveniles, sub-adultos y adultos. Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información.

| Grupo taxonómico | Juveniles | Subadultos | Adultos |
|-------------------------|------------------|-------------------|----------------|
| Curimatidae | 73,33 | 66,67 | 53,33 |
| Characidae | 86,67 | 107,14 | 87,71 |
| Serrasalmidae | 13,33 | 13,33 | 26,67 |
| Díptera y Ortóptera | 13,33 | | |
| Anostómidae | 13,33 | 13,33 | 20,00 |
| Camarones | 26,67 | 13,33 | 13,33 |
| Cichlidae | 33,33 | 40,00 | 33,33 |
| Cangrejos | 46,67 | 53,33 | 53,33 |
| Loricariidae | 26,67 | 13,33 | 26,67 |
| Gasterópoda | 6,67 | | |
| Callicthyidae | 20,00 | | 13,33 |
| Erythrinidae | 13,33 | | 26,67 |
| Gymnotiformes | 6,67 | | 13,33 |
| Pisces | 6,67 | 53,33 | 53,33 |

REPRODUCCIÓN

Con respecto a los aspectos reproductivos algunos de los pescadores manifestaron que el pirarucú presenta dimorfismo sexual que permite distinguir las hembras de los machos (60,00%), ya que el macho es de mayor talla que la hembra (33,33%), y/o la hembra es más grande o gruesa que el macho (46,67%; Ilustraciones 2 y 3). Adicional a esto, ellos reportan que durante el período de desove su coloración se torna rojiza: “Cuando están con huevos se les conoce porque están la cara y la cola roja bonita” (Polinario Chamorro, Naranjales) y que las hembras son más rojas que los machos. La totalidad de los entrevistados, al hablar sobre la talla de la primera reproducción, sólo lo entendieron como la talla desde la cual los pirarucús ponen huevos por primera vez, es decir, la reproducción se asocia principalmente a la hembra. Así, la talla de la primera reproducción reportada por los pescadores para las



hembras estuvo entre 1,5 m (60,00%) y los 2 m (13,33%), y en un metro para los machos (6,67%).

El período reproductivo de cópula y desove está asociado con la época de aguas subiendo, aunque algunos de los pescadores reportaron que a las hembras se les ven ovocitos en las gónadas desde el mes de junio (13,33%): “...están con huevos desde Junio pero están ahí apenas formándose...” (Adonay Yumbato) hasta el mes de octubre (33,33%; Figura 17). En cuanto al desarrollo gonadal, algunos pescadores reportaron que en la gónada de las hembras de pirarucú los ovocitos son todos del mismo tamaño: desarrollo sincrónico (66,67%); mientras que los otros dijeron que las gónadas tienen ovocitos de diferente tamaño y color a lo largo de toda la gónada: desarrollo asincrónico (33,33%). La mayoría de los pescadores afirmó que las hembras hacen desove total (86,67%) y sólo uno de los pescadores dijo que la gónada no quedaba vacía, pero no especificó sobre la posibilidad de desoves parciales.

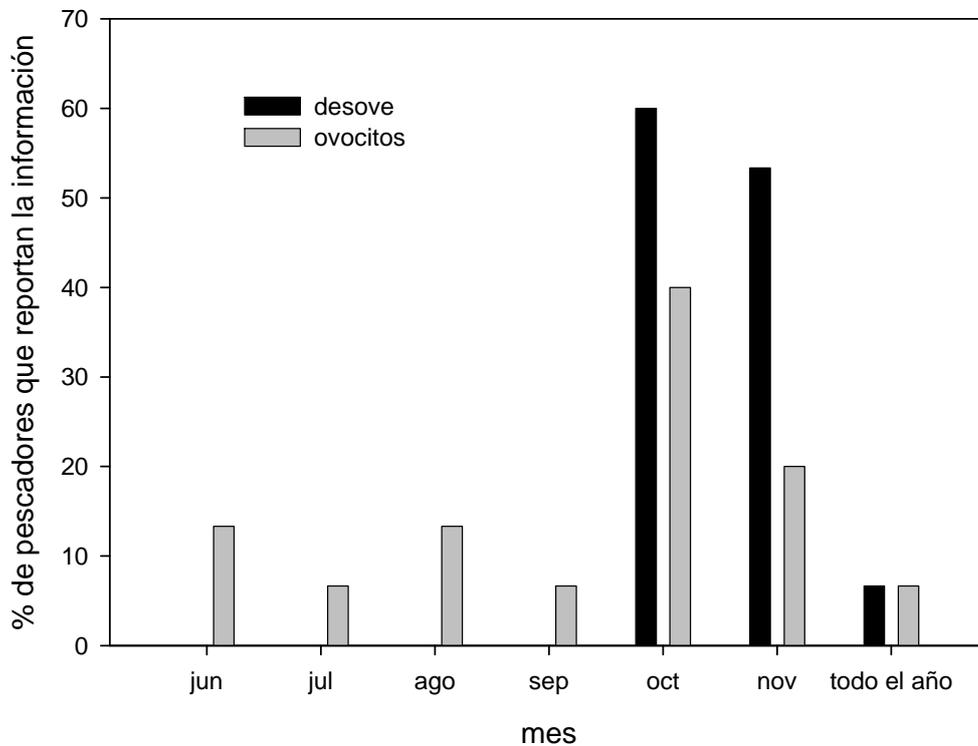
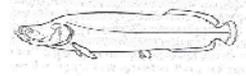
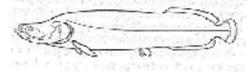


Figura 17. Meses en los que los pescadores reportan observar hembras de *A. gigas* con ovocitos en sus gónadas y el desove. Los números son porcentajes del total de informantes que mencionaron la información.

El desove ocurre en el mes de octubre (60,00%) y/o noviembre (53,33%; Figura 17) y ocurre en nidos que hacen los dos parentales en el bosque inundado (53,33%), en la zona litoral de los lagos (40,00%) y algunas veces en la zona limnética de éstos (6,67%). Según la mayoría de los pescadores los pirarucús conforman parejas permanentes y año tras año tienen siempre la misma pareja (93,33%), a no ser que alguno de los dos parentales muera, caso en el cual tiene que buscarse otra pareja (“Tienen siempre la misma pareja, y si muere busca un reemplazo” 100%).



Adicionalmente, las parejas de pirarucú desovan en el mismo nido todos los años (80,00%), incluso algunos afirmaron que volvían a éste a pesar de que cambien de pareja: “Esos no se olvidan de su nido. Si se caza uno, vuelve la pareja otra vez al mismo nido” (Pedro Ahue Peña) “Tienen siempre la misma pareja, si le matan se consigue otra pareja y lo lleva a su nido” (Geriel Ahue Gómez). Por el contrario, otros manifestaron que cambian de nido cuando alguno de los miembros de la pareja muere: “Si nadie le capturó vuelve a su nido, si le captura una persona no vuelve más nunca. Si le capturan a la hembra al macho, él tiene que buscarse otra hembra, pero no se la lleva al mismo nido porque él sabe que ahí le capturaron a la hembra” (Quinturibe Ahue Valerio). Por su parte, otros pescadores manifestaron que las parejas hacen sus nidos todos los años en lugares diferentes: “Ellos (los pirarucús) tienen que buscar otro sitio” (Norberto Becerra Macedo).

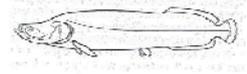
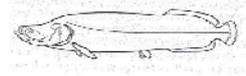


Ilustración 3. Pareja de pirarucús haciendo su nido en el bosque inundado. Al igual que en la anterior ilustración, se observa el agua barrosa alrededor del individuo que está cavando el hoyo en el piso arcilloso, y el marcado dimorfismo sexual con un individuo más grande que el otro (Autor: Ciro Laulate Gómez).

El conocimiento de los pescadores respecto al tiempo de eclosión de las larvas y el tiempo durante el cual los padres cuidan a sus crías no es tan preciso como con otros aspectos de la biología de la especie, al igual que con la talla de los juveniles de pirarucú al abandonar a sus padres tras el período de cuidado parental. Las respuestas mostraron una gran variabilidad, con un rango entre cero y 30 días para la eclosión de las larvas: “Eso no sabes. Por ahí un día porque ellos están cayendo y ahí mismo revientan para que no lo moleste el pescadito. Luego ellos revientan como agujitas (± 2 cm) y quedan en el nido como 15 días, después ellos ya andan y la mamá los traga cuando hay buya.”.

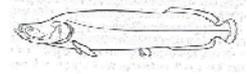


El cuidado parental se prolonga entre dos meses y dos años. Según los pescadores, los juveniles de pirarucú dejan a sus padres cuando alcanzan una talla que oscila entre los 20 cm y el metro de longitud total (Tabla 13).

Tabla 13. Tiempo reportado por los pescadores para la eclosión de las larvas, duración del cuidado parental de las crías de *A. gigas* y talla de las crías al finalizar el cuidado parental. Los porcentajes corresponden al total de informantes que mencionaron la información.

| Eclosión | | Cuidado parental | | | |
|-----------|--------|------------------|--------|-------|--------|
| 0 (días) | 13,33% | 2 meses | 6,67% | 0,2 m | 6,67% |
| 1 (día) | 13,33% | 3 meses | 26,67% | 0,3 m | 6,67% |
| 2 (días) | 6,67% | 4 meses | 6,67% | 0,4 m | 13,33% |
| 3 (días) | 26,67% | 5 meses | 6,67% | 0,6 m | 20,00% |
| 7 (días) | 13,33% | 6 meses | 13,33% | 0,7 m | 13,33% |
| 10 (días) | 6,67% | 7 meses | 13,33% | 0,8 m | 20,00% |
| 15 (días) | 13,33% | 8 meses | 13,33% | 1,0 m | 20,00% |
| 30 (días) | 6,67% | 12 meses | 6,67% | | |
| | | 24 meses | 6,67% | | |

Paralelo a lo anterior los pescadores informaron que los dos miembros de la pareja cuidan a las crías (86,67%), y solo un pequeño porcentaje informó que era uno solo de los padres el que realizaba el cuidado parental (6,67% el macho y 13,33% la hembra; Ilustración 4). A pesar de esto, cuando se referían al tamaño que tenían los juveniles de pirarucú cuando termina el período de cuidado parental, la mayoría hicieron referencia a este momento como el tiempo en el que los pirarucús dejaban a la mamá, como si fuera la hembra la que realizara mayor inversión en el cuidado de la prole. En lo que sí coinciden todos los pescadores es que el momento en el que los parentales dejan las crías depende del tamaño de éstas, pues las abandonan cuando hayan alcanzado una talla en la que no tengan muchos depredadores. Algunos testimonios de esta afirmación:



“Las crías están con los papás como 5 meses, creo, porque le dejan cuando tienen como un metro, si no le matan a la mamá. De ahí ya se van cada uno por su lado. Ellos (los parentales) dejan las crías cuando el agua baja ya en el mes de junio, ahí ya se les ve boyar en el lago.” (Luís Hernando Peña, Santa Clara de Tarapoto)

“Las crías están con los papás hasta que crezcan grandes, cuando ya están como de dos palmitas², ahí ya les deja su mamá y ya andan por cuenta de ellos. Lo menos unos tres meses porque ese no demora que crece. En tres meses ya abandona a su mamá.” (Emilio Macedo Pereira, Naranjales)

“Hasta que estén como de 80 cm cuando ya nadie los mata, ya de 90 ya le dejan a la mamá y se rebuscan solos a comer porque ya no le come la piraña y se defiende.”(Adonay Yumbato)

² Palmita: De palma de la mano. Una palma son aproximadamente 20 cm.

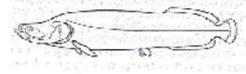
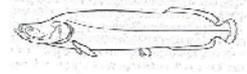


Ilustración 4. De izquierda a derecha: individuo de *A. gigas* boyando y pareja de pirarucús cuidando sus larvas, que forman un cardumen sobre la cabeza de uno de los parentales (Autor: Luís Hernando Peña, Santa Clara de Tarapoto).

DISTRIBUCIÓN

Acercas de los patrones de distribución, algunos pescadores dijeron que “la casa” de los pirarucús son los lagos (20,00%), mientras que otros fueron más específicos asegurando que se encuentran en los lagos y los bosques (13,33%), los lagos y los remansos del río Amazonas e incluso, en los lagos bajo diferentes tipos de macrófitos (46,67%) tales como el piripiri (*Cyperus* spp.), la aninga (*Montrichardia* spp.), el tabaquillo (*Polygonum* spp.), y otras herbáceas o “pastales”. Por el contrario, acerca de los pirarucús que habitan en los remansos las respuestas fueron un poco más dispersas, dijeron que dentro de éste vivían en el barranco (20,00%), en la parte honda de las playas (20,00%) y en la parte honda de los remansos (13,33%) entre otras, a pesar de que la mayoría de los



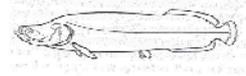
pescadores afirmaron que los pirarucús que habitan en los remansos son los mismos que están en los lagos (60,00%):

“...no son iguales a los de los lagos, él cambia de color, es como blanco no más el del Amazonas. A veces salen de aquí y se esconden pa'lla pero son los mismos.” (Geriél Ahue Gómez)

“Los pirarucús de los remansos son diferentes a los de los lagos, la diferencia es por el color del agua. Los de los remansos el pirarucú cambia de color, ya no son negros o oscuros sino que son blancos, y los de los lagos se mantienen con su colorcito oscuro.” (Pedro Ahue Peña)

“Los pirarucús de los remansos son los mismos a los de los lagos pero ellos se vuelven blancos, y cuando van a ovar en octubre ellos cambian de color, se ponen bien rojos.” (Luís Hernando Peña)

Dentro de los lagos, los lugares preferidos de los pirarucús son los macrófitos (60,00%) y la parte más profunda (13,33%) entre otros, puesto que es en éstos en donde los pescadores los escuchan la mayor parte del tiempo, y sólo salen de allí cuando el nivel del agua sube (53,33%), cuando salen a boyar (20,00%) o cuando hay situaciones estresantes tales como mucho ruido, pescadores y mallas (20,00%). Sin embargo, cuando pregunté cuándo salían los pirarucús de los lagos, dijeron que en aguas altas (80,00%) y por la noche, que



salen a comer (13,33%), y que entraban en aguas bajas (80,00%) y en la madrugada (13,33%), respectivamente.

Con respecto a los cambios en la distribución asociados a las fluctuaciones en el nivel del agua causadas por el ciclo hidrológico del río, los pescadores reportaron que durante el período de aguas bajas los pirarucús están en lagos cerrados³ (53,33%; Foto 4), “en lo hondo” de los lagos (33,33%) y en los remansos (20,00%) ya que en esos lugares encuentran refugio y nadie puede molestarlos (53,33%). Además es allí donde se encuentran los peces de los cuales se alimenta el pirarucú (33,33%). En aguas subiendo, los pirarucús están saliendo de los lagos (66,67%), en el bosque del plano inundable de los lagos o várzea (26,67%) o en los macrófitos (6,67%), ya que se encuentran buscando comida (46,67%), otros lagos (26,67%) y/o refugio (20,00%). Durante el período de aguas altas se encuentran en el bosque de la várzea (86,67%) o en el bosque y los pozos o pequeños lagos del sistema (13,33%) para buscar alimento (60,00%) o buscando sus nidos (13,33%). Y por último, en aguas bajando ellos están “entrando a los lagos”, en el bosque de várzea aledaño a los lagos, en los bajiales o en los caños (86,67%) ya que en ese momento los pirarucús están buscando lago (40,00%) o refugio (33,33%).

³ Lagos que quedan aislados en el período de estiaje debido a que el caño que lo conecta con otro cuerpo de agua, bien sea lótico o léntico, se seca, y que adicionalmente presentan durante la mayor parte del año, una cobertura casi total de su espejo de agua por parte de diferentes tipos de macrófitos, por lo que son de difícil acceso.

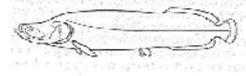
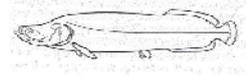


Foto 4. Lago cerrado: lago de la Cabecera de Redondo, del sistema de lagos de Tarapoto en el período de aguas subiendo de 2007.

Lo anterior se encuentra plasmado en las palabras de uno de los pescadores:

“Los pirarucús viven en los bosques cuando es invierno, y cuando es verano en el limpio, en libre digamos. Hay algunos en lagos cerrados y otros en lagos limpios, como no todos son iguales. Ellos quedan en los lagos porque la bajada del agua los cogió ahí. La casa del pirarucú, cuando está ovando, es el umarisillo (Poligonaceae), donde queda el pasto colgando⁴. La casa en verano es el hondo. En los lagos en los recodos les gusta porque es más hondo en verano. En verano no les gusta lo pandito, tienen que estar en el hondo.” (Adonay Yumbato)

⁴ Al subir el nivel del lago, las macrófitas alcanzan las ramas de los árboles que se encuentran en las orillas de éstos. Al final de la época de aguas altas, el nivel del agua comienza a descender y algunas macrófitas se enredan en las ramas de dichos árboles, y debido a que el nivel de agua continúa bajando hasta alcanzar el mínimo nivel en el período de estiaje, dichas plantas se secan, mueren y quedan colgando de las ramas.

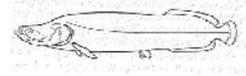


Asociados a los movimientos del pirarucú dentro del plano inundable de los lagos de Tarapoto, algunos de los pescadores manifestaron que los peces son fieles al lago en el que habitan, por lo que después de estar en el bosque o visitar otros lagos, vuelven siempre al mismo (26,67%). Otro grupo de pescadores dijo que el pirarucú cambia de lago porque “se aburre” del lago en el que está y tiene que buscar otro, o porque “le gusta andar” (33,33%), mientras que otros dijeron que el pirarucú es indiferente al lago en el que habite, es decir, que los peces habitan los lagos en los que hayan quedado cuando el agua comenzó a bajar (33,33%).

El patrón de selección de los lagos del pirarucú no está muy definido, y a la escala del sistema de lagos de Tarapoto, en el que se mueven los pescadores entrevistados, no parece haber un patrón claro, ya que según los pescadores se encuentran tanto en lagos de aguas blancas como de aguas negras, profundos o someros, grandes o pequeños, con muchos o pocos caños que lo conecten a otros cuerpos de agua, independientemente de la forma o del tipo de lago (Tabla 14). Esta falta de claridad puede ser el resultado de que en el momento de hacer la pregunta los pescadores pueden haber mezclado diferentes periodos hidrológicos.

Tabla 14. Características de los lagos preferidas por los individuos de *A. gigas* en el sistema de lagos de Tarapoto. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información.

| color del agua | | profundidad del lago | | tamaño del lago | | Conectividad | | forma del lago | |
|----------------|-------|----------------------|-------|-----------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|
| blancas | 0 | someros | 13,33 | pequeños | 0 | muchos caños | 20,00 | madrevieja | 0 |
| negras | 42,86 | profundos | 20,00 | grandes | 13,33 | un caño | 13,33 | ovalados | 0 |
| ambas | 60,00 | ambos | 53,33 | ambos | 86,67 | cualquiera | 66,67 | ramificados | 6,67 |
| | | | | | | | | cualquiera | 93,33 |



Con respecto a la vegetación macrófito y riparia asociada al lago dijeron que tienen una preferencia por los lagos cerrados, cubiertos en su totalidad por macrófitos, y parece que muestran preferencia por lagos con alta o baja densidad del bosque de várzea en los alrededores del lago. Adicional a esto, los pescadores dijeron que cuando el pirarucú está en el bosque prefiere la restinga a los bajiales, es decir, que prefiere las zonas más someras, a los bajos al lado de los lagos porque “el pirarucú va siguiendo el agua” (Tabla 15).

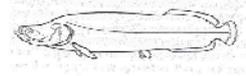
Tabla 15. Características de la vegetación de macrófitos y riparia preferida por los individuos de *A. gigas* en el sistema de lagos de Tarapoto. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información.

| tipo de lago | | cobertura del lago | | vegetación riparia | | zona del bosque | |
|--------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|-----------------|-------|
| cerrados | 73,33 | Total | 60,00 | muy densa | 46,67 | bajial | 20,00 |
| abiertos | 0 | dispersa | 0 | poco densa | 26,67 | restinga | 66,67 |
| ambos | 20,00 | ambos | 40,00 | ambas | 20,00 | ambas | 13,33 |

ESTADO DE LAS POBLACIONES Y CONSERVACIÓN

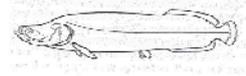
En general, todos los pescadores, a través de su experiencia, consideran que tanto en el río como en los lagos, la pesca de pirarucú no es tan productiva como antes. Sin embargo, no es tan fácil dar una explicación:

“No te puedo decir ... Yo no sé de que se acabó. De matar no sé, porque antes se mataba de 5, 4 y 3 pero ahora no. De un momento a otro se perdió todo el pirarucú, se largaron. Anteriormente se miraban nido de pirarucú por todo lado, ya no.” (Demetrio Silva).



La mayor parte de los pescadores consideró que el principal motivo para esto es que los pirarucús se han vuelto ariscos y se esconden en lagos en donde nadie los ve ni los puede pescar (40,00%): "...porque ellos se han escondido en los pozos, en los lagos cerrados. No se acaba sino que ellos se esconden..." (Geriél Ahue Gómez). Otros creyeron que la pesca empeoró debido a la aparición de artes de pesca poco selectivas como las mallas y anzuelos (33,33%) y otro grupo menor, reconoció que la sobrepesca ocasionada por el aumento del tamaño de las poblaciones humanas fue la causa principal de su disminución (26,67%): "Por lo que la gente muchos lo acabaron con la malla, trampas. Porque aumentó la gente."(Pedro Ramos), al igual que con otras especies de pescado: "Está acabándose porque mucha gente. En ese tiempo no había como ahora la gente. Como se aumentaron la gente tiene que acabar los pescados, por ejemplo gamitana, ya no se pesca gamitana." (Emilio Macedo Pereira).

Teniendo en cuenta lo anterior, no es de extrañar que a pesar de que todos manifestaron que ahora es más difícil pescar pirarucús, las opiniones sobre el futuro de la pesca estuvieron divididas, algunos pescadores pensaron que el futuro de la pesca es bueno (40,00%), mientras que otra porción consideró que si las cosas siguen como están el futuro de la pesca será malo (40,00%), y solo una porción menor pensó que al menos será igual a como ha sido siempre (20,00%).

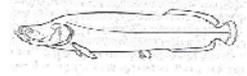


Ante esta problemática, los pescadores plantearon varios tipos de soluciones para evitar que el número de pirarucús siga disminuyendo hasta la extinción y aumente su número tanto en el río como en los lagos, todas ellas asociadas a algún tipo de prohibición. Para evitar la desaparición de la especie, las soluciones más comunes están asociadas con prohibir las artes de pesca diferentes al arpón, principalmente las mallas, los anzuelos y las trampas o paris; al igual que vedar totalmente la pesca de la especie durante períodos de tiempo definidos. Para aumentar el tamaño de las poblaciones locales de pirarucú, ellos consideraron que lo más efectivo sería dejar de pescar los pirarucús cuando tienen crías, es decir, no pescar a los individuos que están realizando cuidado parental. En ambos casos plantearon la posibilidad de seleccionar al menos un lago para cuidarlo durante un período mínimo de un año, durante el cual nadie podría pescar con ningún tipo de arte de pesca, con el fin de permitir que no sólo el pirarucú, sino también las especies de las que éste se alimenta, se recuperen (Tabla 16).

Tabla 16. Soluciones planteadas por los pescadores de pirarucú para evitar que la especie desaparezca de los lagos y para aumentar el tamaño de las poblaciones locales de la especie. Los números corresponden al porcentaje total de informantes que mencionaron la información.

| Solución | Evitar desaparición | Aumentar número |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| no pescar parentales | 13,33 | 53,33 |
| cuidar lagos | 26,67 | 20,00 |
| prohibir pesca y/o artes | 60,00 | 46,67 |
| respetar veda | 13,33 | No aplica |

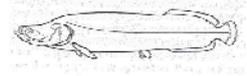
Adicional a lo anterior, cuando pregunté específicamente sobre la posibilidad de cuidar al menos un lago - que podría rotarse cada año-, la



totalidad de los pescadores estuvo de acuerdo con que sería una buena medida que tendría efectos positivos en el tamaño de las poblaciones de pirarucú.

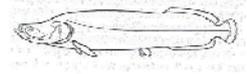
DISCUSIÓN

Debido a que el fin de este trabajo era recoger información específica sobre aspectos de la ecología de la especie, sólo se entrevistaron pescadores cuya principal arte de pesca es o fue el arpón y los anzuelos, ya que este tipo de pesca implica mayor conocimiento de la especie. No tuve en cuenta pescadores de malla, que son poco especializados, capturan muchas otras especies y no tienen un conocimiento sólido de su biología. Llama la atención el bajo número de pescadores artesanales jóvenes. Este fenómeno puede ser debido a que las nuevas artes de pesca son más eficientes, requieren menos esfuerzo de captura y mucho menos conocimiento asociado a la apropiación de los recursos, por lo que no hay conocimiento detallado de las especies. Sin embargo, la presencia de pescadores jóvenes, al menos en la comunidad de Santa Clara de Tarapoto, demuestra que no solamente los conocimientos sobre el uso de los recursos naturales vienen siendo transmitidos entre sus generaciones, sino que tanto padres como hijos, siguen considerando la pesca del pirarucú como una actividad rentable, que además tiene connotaciones de cierto status dentro de la comunidad (Kendall et al. 2006).



La pesca artesanal, debido a sus características, se fundamenta en el conocimiento de la distribución de los peces, incluyendo la pesca con mallas, a pesar de que hay pocos pescadores especializados en pirarucú que pesquen con malla. En general, en la zona de estudio los pescadores cuya única arte de pesca son las mallas, no son especializados, por lo que el pirarucú no es el objeto principal de su pesca, y debido al ojo de malla de sus redes, es más bien una cuestión de suerte capturar un individuo de *A. gigas*, siendo principalmente los juveniles los que caen en dichos aparejos.

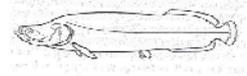
Desde 1841 se debatía acerca del tamaño máximo alcanzado por un pirarucú en condiciones naturales, Schomburgk (1841) dice que los nativos de la Guyana Inglesa aseguran la existencia de individuos de 15 pies y 12 o 13 arrobas (410 Lb), por lo que a partir de ese momento, según Gudger (1843) en los libros de la época se hacía referencia a individuos de dichas proporciones. Aún ahora, en la bibliografía disponible se dice que puede alcanzar los 3 m de longitud y puede pesar entre 150 y 200 kg (Goulding 1980, Mueller 2006, Nelson 1994, Queiroz 1999) Según Schomburgk (1841) el individuo de mayor tamaño medido y pesado por un ictiólogo fue el reportado por Haseman en la desembocadura del río Negro en el río Branco, quien dice haber visto un individuo que midió 10 pies (2,44 m) y pesado aproximadamente 200 kg. Cerca de 65 años después de esta afirmación no podemos decir algo muy diferente, pues aunque algunos pescadores afirman haber pescado individuos de 3 m, no se encuentran reportes en la literatura de individuos que alcancen dicha talla. La



mayoría de los reportes no superan los 2,5 m (Alcântara 1997, Martinelli s.f., Martinelli & Petrere 1999, Queiroz 1998, 1999) y sólo existen dos reportes de individuos de 2,70 m a lo largo de la cuenca amazónica, de los años 1945-1946 y 2003-2004 (García & Moutreuil 2003 citando a Sánchez 1961, Kendall et al. 2006).

Sobre los dos morfotipos de la especie que reportaron los pescadores no puedo hacer ningún tipo de afirmación porque para probar o refutar este tipo de afirmaciones habría que llevar a cabo un estudio morfométrico que tuviera en cuenta adicional al sexo, la longitud total o estándar del pez en relación a su cabeza y diámetro. Cabe la posibilidad de que estos dos morfotipos sean una interpretación personal de la existencia de individuos con relaciones morfométricas diferentes, relacionadas con un posible dimorfismo sexual. Con respecto a la coloración diferencial de algunos individuos, Lülling (1964) mencionó la existencia de *A. gigas* ordinario perfilado de escamas rojas, y otro cromatipo, perfilado de escamas amarillas, del que colectaron algunos ejemplares en el río Pacaya.

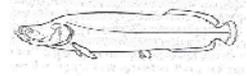
La mayoría de los pescadores reportaron dimorfismo sexual asociado a hembras de mayor tamaño. Aunque diversos autores no han encontrado pruebas suficientemente fuertes para soportar estas afirmaciones, la idea de que uno de los dos parentales es más grande que el otro persiste, y se fundamenta en la observación de parejas anidantes de *A. gigas* en las que,



como se observa en las ilustraciones 1 y 2, el individuo que ejerce activamente el cuidado parental (i.e. el que se encuentra sobre el nido) es más grande y más rojo que el otro. Varios autores han probado que es el macho él que presenta dicromatismo y alrededor del cual se forma el cardumen de larvas y juveniles (Fontenele 1948, Goulding 1980, Lülling 1964, Queiroz 1999, 2000). En las culturas indígenas amazónicas la figura femenina está ligada con la alimentación, el cuidado del hogar y de los miembros de su familia (Rosas 2004), por esta razón es posible que los pescadores afirmen que es la hembra de *A. gigas* es la que tiene el papel más activo en el cuidado parental, e incluso, la que “amamanta” a las larvas recién eclosionadas.

Debido a que la pesca con anzuelo se fundamenta en los hábitos alimenticios de *A. gigas* el conocimiento sobre dichos hábitos es detallado y puede llegar a ser muy preciso, a excepción de los primeros estadios de desarrollo que no son objeto de pesca. Debido a que el período preferencial de alimentación del pirarucú es nocturno, especialmente al comienzo de la noche (Crescêncio et al. 2005) la pesca con este tipo de aparejo se centra en las horas del atardecer, “...de noche se le captura más fácil porque él sale a buscar su comida y se le pone carnada y él cae” (Quinturibe Ahue Valerio).

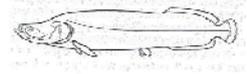
No existen evidencias de que las larvas muy pequeñas se alimenten de la secreción de los órganos cefálicos del macho (Fontenele 1948, 1953, Lülling 1964). La sustancia segregada por dichos órganos debe ser una



señal química que identifica a las larvas y juveniles con sus parentales, probablemente una hormona que se difunde en el agua, que promueve la agregación de las larvas y juveniles alrededor de la cabeza del macho, ya que en los experimentos realizados por Lülling (1964), en los que impregnó un pañuelo con la secreción del padre, los juveniles, separados de éste, nadaron hasta donde se había puesto el pañuelo.

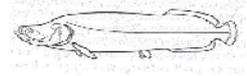
A. gigas alcanza la talla de su primera reproducción a los 5 años (Fontenele 1948, 1953, Lülling 1959). El hecho de que la mayoría de los pescadores consideren que el pirarucú alcanza dicha talla en 2 o 3 años, tiene grandes implicaciones para la conservación de la especie, ya que están sobreestimando la capacidad de recuperación de las poblaciones. Adicional a esto, el hecho de que sólo uno de los pescadores reportara, al igual que Godinho et al. (2005), que los machos y las hembras tienen diferentes tallas de maduración, es una muestra más de que la reproducción es asociada principalmente a las hembras. Adicionalmente, la madurez de la hembra es mucho más conspicua que la del macho, por lo que se les presta mayor atención en el momento de la evisceración. Por esta razón sería conveniente revisar la talla de primera reproducción para la especie siguiendo los parámetros reportados por Godinho et al. (2005).

El conocimiento asociado al período reproductivo es detallado ya que es en esta época en la que más se pesca con arpón, debido a que al



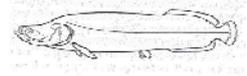
principio los lagos están bajos y los pirarucús están confinados a ellos. Más tarde, cuando el nivel del agua aumenta, tras el establecimiento de las parejas se construyen los nidos y se produce el desove. Durante este período los pirarucús se desplazan muy poco, hasta que las larvas pueden nadar con destreza - por lo menos 11 días después del desove según Fontenele (1953) o hasta el primer estadio postlarval, a los 24 días según Lülling (1964) -, por lo que es mucho más fácil pescarlos, y para ello, realizar cuidadosas observaciones de su comportamiento. Por otro lado, es fácil entender por qué los pescadores no tienen un conocimiento fuerte de los primeros estadios de desarrollo de los huevos y larvas, ya que la parte dorsal de la cabeza y una porción del lomo del macho se tornan oscuros (Fontenele 1948, 1953, Lülling 1964, Queiroz 2000) y las larvas sólo se tornan fácilmente visibles cuando pasan a presentar, como los adultos, el hábito de subir a la superficie a tomar aire atmosférico, nueve días tras la eclosión, entre los 18 y 18,5 mm de longitud total (Fontenele 1948, 1953, Lülling 1964). Algo similar ocurre con el período de cuidado parental, que transcurre durante el período de aguas altas, mientras los parentales se encuentran desplazándose por el bosque inundado, por lo que no es fácil observarlos ni hacer seguimientos del crecimiento de los individuos jóvenes.

La distribución y comportamiento de la especie es bien conocido ya que está relacionado directamente con la apropiación del recurso. Sin embargo, el conocimiento sobre los individuos de *A. gigas* que habitan en los remansos es menos refinado porque la mayoría de los pescadores prefieren los lagos para



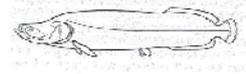
pescar, por lo que su conocimiento de los individuos de los ríos se limita a observaciones casuales y esporádicas. Sin embargo, la diferencia de color reportada por los pescadores también ha sido referenciada para algunos mamíferos acuáticos (el delfín rosado *Inia geoffrensis*, el delfín gris *Sotalia fluviatilis* y el manatí amazónico *Trichechus inunguis*; S. Kendall 2007, com. pers.), al igual que para otras especies de peces en la cuenca del Magdalena (datos no publicados). Es posible que esto sea una respuesta de los individuos a diferentes grados de exposición a la radiación solar, en la que los individuos de los lagos (sistemas de mayor transparencia) están más expuestos, por lo cual presentan mayor melanización que los individuos de los remansos del río (aguas con transparencias bajas), lo cual además, podría resultar en una estrategia para disminuir la depredación; o simplemente sea un efecto óptico ocasionado por la diferencia del color de las aguas del río (blancas) y de los lagos (negras).

Para los pescadores no es fácil dar una explicación al fenómeno de que actualmente la pesca no sea tan productiva como antes, a pesar de que podría interpretarse como un efecto de la presión de pesca. Debido a que la naturaleza pertenece al ámbito de la cultura se deben tener en cuenta los patrones culturales para entender las acciones sobre ellas (Van der Hammen 1992). Así, la percepción del estado de las poblaciones y conservación de la especie está mediada por la cosmología y la idea de un dueño de los animales que tiene a todos los animales guardados para que nunca se acaben, tal como ocurre en otras culturas amazónicas (Cayon 2002, Van der Hammen 1992), de



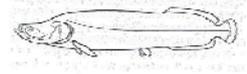
este modo es difícil hablar de extinción y que ellos tomen la disminución del número de pirarucús como evidencias de sobrepesca, tal como lo señalaron sus respuestas.

En algunas culturas amazónicas el manejo del mundo está determinado por rituales y dietas que limitan el uso de los diferentes recursos extraídos de la naturaleza, por lo que a través de la cultura se realiza un control a la presión ejercida sobre ellos (Van der Hammen 1992). Las relaciones entre presas y predadores se traducen en una forma eficiente de manejo ecológico pues une las prácticas económicas con las creencias cosmológicas (Cayón 2002). En la cosmología Ticuna, al igual que en la Yukuna y Makuna, los animales no se agotan y la cantidad disponible cada año depende de las prácticas (chamánicas) que median en la extracción de los recursos, para que se conserve un equilibrio determinado entre las sociedades humanas y las sociedades de los otros seres del mundo. En las comunidades del área de estudio la aculturización ha generado una dicotomía entre las creencias y la praxis, ya que aunque los pescadores hablan de la “madre de pirarucú” y la “madre de los lagos”, ninguno de los pescadores se sabe una historia mitológica del pirarucú, por lo que no hay ningún tipo de figura bajo la cual restrinjan el uso del recurso, como ocurre aún hoy en otras etnias de la amazonia (com. pers. J. Gonzáles). Por esta razón, al haber perdido parcialmente el conocimiento mítico-tradicional asociado a la especie se pierde también el manejo tradicional del recurso.



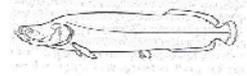
A pesar de lo anterior, los pescadores no se muestran renuentes a la necesidad de manejar la población de pirarucú de los lagos del área de estudio, y aceptan la idea de cuidar uno o varios lagos para que actúen como una subpoblación fuente, en un modelo de subpoblaciones fuente-sumidero. Bajo este tipo de manejo los individuos adultos de gran tamaño no son perseguidos, y el reclutamiento es mucho más efectivo que en los lagos en los que se ponen mallas, anzuelos, y en los que además los parentales tienen mayor probabilidad de ser pescados, ocasionando la muerte de todas las larvas o alevinos. Sin embargo, debido a que la principal motivación para pescar pirarucú es económica, la prohibición de la pesca o al menos el respeto de la veda requieren fuentes alternas de ingresos (Kendall 2005). Esta actitud también puede estar causada por el hecho de que en la zona ha habido diferentes esfuerzos de conservación para otras especies, por lo que se ha ejercido una influencia externa en este aspecto (S. Kendall, com. pers.).

Otro aspecto importante relacionado con las soluciones planteadas por ellos mismos para que “el pirarucú aumente”, es el reconocimiento de artes de pesca como las mallas y paris como métodos nocivos para *A. gigas* tanto como para otras especies de peces, mamíferos y reptiles habitantes del Natütama (mundo acuático en la cosmología Ticuna). En sus respuestas también se puede evidenciar que reconocen la pesca artesanal como métodos menos impactantes al ecosistema.

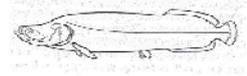


REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

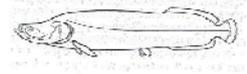
- Agrawal, A. 2002. Indigenous knowledge and the politics of classification. UNESCO. Blackwell Publishers. International Social Science Journal 54 (173): 277–281. 287-297 pp.
- Alcântara, C. P., M. P. de Oliveira, A. M. Bastos, S. Q. Corrêa & M. S. Oliveira. 1997. Capacitación comunitaria para o monitoramento dos estoques de pirarucús (*Arapaima gigas*) na região de Atumã, Alenquer – PA. IBAMA. Projeto Iara. Administração dos recursos pesqueiros do médio Amazonas. Santarém – PA. 34 pp.
- Aldana, M. & E. Daza. 2005. Dinámica Fluvial del Río Amazonas, Sector Colombiano (Casos específicos Isla Mocagua – isla La Fantasía). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia, Sede Santafé de Bogotá. Colombia. 109 pp.
- Amaya, K. 1999. Composición y Estructura del Fitoperifiton en el Lago Tarapoto (Amazonia Colombiana), Durante dos períodos hidrológicos. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- Andramunio, C. P. 2006. Estudio de la Comunidad Fitoperifítica Asociada a Sustratos Naturales Durante un Período Anual en el Lago Tarapoto (Amazonia Colombiana). Trabajo de Grado. Facultad de Ciencia y



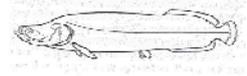
- Tecnología. Departamento de licenciatura en biología. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia. 139 pp.
- Aun, L., Martori, R., Rocha, C., 1999. Variación estacional de la dieta de *Liolaemus wiegmanni* (Squamata: Tropiduridae) en un agrosistema del sur de Córdoba, Argentina. Cuad. Herp. 13 (1-2):69-80
- Bard, J. & E. P. Imbiriba. 1986. Piscicultura o pirarucú, *Arapaima gigas*. Belém: EMBRAPA-CPATU, Circular Técnica No 52, Belém do Pará. 17 Pp.
- Batistella, A. M., C. P. de Castro, J. D. do Valle. 2005. Conhecimento dos moradores da comunidade de Boas Novas, no Lago Janauacá - Amazonas, sobre os hábitos alimentares dos peixes da região. Acta Amazônica, Vol. 35(1): 51 – 54.
- Bendezú, G. 2003. Experiencia de manejo de paiche en la reserva de manejo sustentable Mamirauá, Amazonas, Brasil. Pags: 45 - 51. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.
- Brown, J. H. & M. V. Lomolino. 1998. Biogeography. 2nd ed. Sinauer Associates. Sunderland, MA, U.S.A. 692.pp.
- Campos, L. 2001. Historia biológica del paiche o pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier) y bases para su cultivo en la amazonía. Iquitos – Perú. Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana IIAP. 27pp.



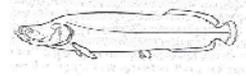
- Castello, L. 2001. Stock assessment and management of *Arapaima gigas* in the North Rupununi, Guyana. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé-AM, Brasil. 25 pp.
- Castello, L. 2004. A method to count piarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. North American journals of fisheries management. 24: 379 – 389 pp.
- Castello, L. 2007. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. Ecology of freshwater fish. OnlineEarly Article. Publicado Online 2 de Agosto de 2007. Blackwell Synergy. <www.blackwell-synergy.com>
- Cayón, L. 2001. En la búsqueda del orden cósmico: sobre el modelo de manejo ecológico tukano oriental del Vaupés. Revista Colombiana de Antropología, Vol 37: 234-267
- Cayón, L. 2002. En las aguas del Yuruparí: Cosmología y Chamanismo Makuna. Estudios Antropológicos N° 5. Universidad de Los Andes. Ediciones Uniandes. Bogotá D.C., Colombia. 256 pp.
- Costa-Neto, E. M. & J. G. W. Marques. 2000. Conhecimento ictiológico tradicional e a distribuição temporal e espacial de recursos pesqueiros pelos pescadores de conde, estado da bahia, brasil. Etnoecológica IV (6), 56–68.
- Costa-Neto, E.M., C.Villela D. & M. Nogueira de Melo. 2002. O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, Estado da Bahia, Brasil. Acta Scientiarum. Maringá. Vol. 24 (2): 561-572



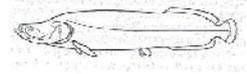
- Crescêncio, R., D. R. Ituassu, r. Roubach, M. Pereira Filho, B. A. Sagratzki & A. Lima. 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucú. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, vol.40(12):1217-1222.
- Cueva, G. 1980. El Paiche. UNAP Recursos Económicos regionales. Vol. 2. Dpto Académico de educación. Programa Académico de Administración. Iquitos. Perú: 50-55 pp.
- Day, J. A. & B. R. Davies. 1986. The Amazon River system. In *The Ecology of River Systems* (Davies, B. R. & Walker, K. F., eds), pp. 289–318. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers.
- Díaz, J. A. 1995. Caracterización limnológica preliminar de los lagos de Tarapoto, El Correo y Caballo Cocha, Amazonia central (Colombia-Perú). Trabajo de grado. Facultad de Biología Marina. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá. 65pp.
- Duque, R, S. 1993. Inventario, caracterización y lineamientos para la conservación de los humedales del departamento del Amazonas. Universidad Nacional de Colombia – Inderena. Leticia, Colombia.
- Duque, S. R. 1998. Variación estacional de la fisicoquímica de las aguas en un lago de várzea de la amazonia colombiana. Informe. Fondo FEN. Inédito.
- Duque, S. & E.F. Prieto-Piraquive. 2006. ii Presentación. Pags: 5-6. En: Dámaso, J. 2006. El conocimiento ancestral indígena sobre los peces de la Amazonia: los lagos de Yahuaraca. Documentos Ocasionales No. 7, Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia. Leticia. www.imani.unal.edu.co/ocasionales.htm



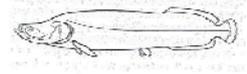
- Duque, R. S., J. E. Ruíz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Capítulo 2. Limnología. Págs. 69 – 134 en IGAC (Eds.) *Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasileño (eje Apaporis-Tabatinga: PAT)*. Linotipia Bolívar. Santafé de Bogotá, D. C.
- Engle, D. L. 1993. Ecologicas consequences of Riverine Flooding in an Amazon Floodplain Lake: Efects of sediments and nutrient inputs on seston dynamics and the epiphytic algae and aquatic invertebrates of Floating Meadows. PhD Thesis. University of California Santa Barbara.
- Engle, D. L. & J. M. Melack. 1997. Consequences of Riverine Flooding for Seston and the Periphyton of Floating Meadows in an Amazon Floodplain Lake. *Limnology and Oceanography*, Vol. 38, (7): 1500-1520pp.
- Esteves, F. de A. 1988. Fundamentos de limnologia. Interciencia. Río de Janeiro. Brasil. 575 pp.
- Ferraris, C.J., Jr., 2003. Arapaimidae (tongue bony fishes). En R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
- Fonteles F., A. A. 1989. Recursos pesqueiros: Biología e dinâmica populacional. Fortaleza, Imprensa Oficial de Ceará. XVI, 296 pp.
- Fontenele, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biología do pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativerio (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia* 8 4 445-459



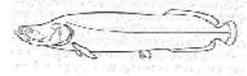
- Fontenelle, O. 1953. Habitos de desova do pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces: Isospondyli, Arapaimidae), e a evolução de sua larva. DENOCS Publication 153, ser. I-C.
- Furch, K. y W. J. Junk. 1997. Physicochemical Conditions in the floodplain. Pags: 69 – 108. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System. Springer. Ecológica Studies 126. Berlin. 525 pp.
- Gantiva, J. 2000. Composición y estructura del fitoperifiton en el Lago Yahuaraca (Amazonia Colombiana) durante dos períodos hidrológicos. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Garcia, A. & V. H. Montreuil. 2003. La veda como un instrumento de manejo de las poblaciones naturales de paiche en Loreto. Pags 83-89. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucú. Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.
- Godinho, H.P., J. E. Santos, P. S. Formagio & R. J. Guimarães-Cruz. 2005. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Acta Zoologica* (Stockholm) 86: 289–294
- Google. 2005. Image © Digital Globe. © Nacional Geographic Society.
- Goulding, M. 1980. *The Fishes and the Forest*. Berkeley, CA: University California Press.



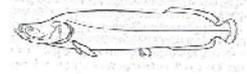
- Granado-Lorencio, C. 1996. *Ecología de peces*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. España. pp. 353.
- Granado-Lorencio, C., C. R. M. Araujo Lima & J. Lobón-Cerviá. 2005. Abundance - distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. *Ecography* 28: 515-520.
- Gudger, E. W. 1943. The Giant Fresh-Water Fishes of South America. *The Scientific Monthly*, Vol. 57(6): 500-513.
- Guisande, C., A. Barreiro, I. Maneiro, I. Riveiro, A. R. Vergara & A. Vaamonde. 2006. Tratamiento de Datos. Ediciones Díaz de Santos. España. 356p
- Gutierrez E., M. A. 2004. Estudio de los estados larvales de la ictiofauna en la zona de Puerto Nariño, Amazonia colombiana, durante el período de aguas ascendentes (2003). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Departamento de Biología. Bogotá. Colombia. 139 pp.
- Hurtado, J. 1998.
- Johannes, R.E. 1981. Working with fishermen to improve coastal tropical fisheries and resource management. *Bull. Mar. Sci.* 31, 673-680.
- Junk, W. J. 1984. Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white water rivers. Pags: 217 -243 en Sioli, H. (Ed.) *The Amazon Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dr W. Junk Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 762 pp.
- Junk, W. J. 2005. Flood pulsing and the linkages between terrestrial, aquatic, and wetland systems. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 11-38.



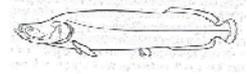
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river–floodplain ecosystems. In *Proceedings of the International Large River Symposium* (Dodge, D. P., ed.), pp. 110–127. Ottawa: Canadian Special Publication in Fisheries and Aquaculture Science 106.
- Junk, W. J. & B. A. Robertson. 1997. Aquatic invetebrates. Pags: 279 – 298. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System*. Springer. Ecológical Studies 126. Berlin. 525 pp.
- Junk, W. J., M.G.M. Soares & U. Saint-Paul. The fish. Pags: 384-408. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System*. Springer. Ecológical Studies 126. Berlin. 525 pp.
- Junk, W.J. & Wantzen K.M. 2003. The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications - An Update. En: RL. Welcomme & T. Petr. (eds). *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume 1*. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/16. pp. 117-140.
- Kendall, S. 2004. Mapa Distribución de los Manatíes durante el año. Pag. 9. En: Kendall, S. & D. L. Orozco (eds.). 2004. *Los Manatíes del Amazonas*. Fundación Omacha. Ediciones Antropos Ltda. Bogotá, Colombia.
- Kendall, S., P. Ahue & L. Peña. 2006. Captura, anidación y manejo del pirarucú (*Arapaima gigas*) en los lagos Tarapoto, Amazonia colombiana. Artículo inédito. Fundación Natütama. Puerto Nariño. Colombia.



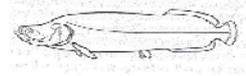
- Kern, J. y A. Darwich. 1997. Nitrogen Turnover in Várzea. Pags: 119 – 135. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System*. Springer. *Ecological Studies* 126. Berlin. 525 pp.
- Lampert, W. & U. Sommer. 1997. Special features of aquatic habitats. Pags: 16-44. En: *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press. New York, Oxford.
- Lowe-McConnell, R. H. 1975. *Fish Communities in Tropical Freshwaters: Their Distribution, Ecology, and Evolution*. London: Longman Press.
- Lozano, J.C. 2003. Consumo y lecturas negociadas de noticieros televisivos en Monterre y, Guadalajara y México, DF. *Estudios sobre las culturas contempoaneas*. Epoca II. Vol. IX. (18):43-56.
- Lüling, V. 1964. Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Z. Morph. Öko. Tiere* 54: 436–530.
- Marciales L. J. 2006. Ecología funcional del fitoplancton en dos lagos de la ribera colombiana del Río Amazonas (Tarapoto y El Correo). Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Martinelli, N. M. C. s.f. Descrição da pescaria, comportamento, parâmetros populacionais e outras informações de interesse sobre o pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em lagos de várzea do Município de Santarém (Pará;Brasil). Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)-Projeto Várzea. 150pp.
- Martinelli, N. M. C. & M. Petrere JR. 1998. Morphometric relationships and indirect determination of length frequency structure of the pirarucú,



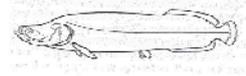
- Arapaima gigas* (Cuvier), in Brazilian Amazonia. Fisheries Management and Ecology. 5: 233-240 pp.
- Melack, JM. 1984. Amazon Floodplain Lakes: Shape, Fetch, and Stratification Verhandlung Internationale Vereinigung Limnologie Vol. 22: 1278-1282.
- Mojica, J. I., C. Castellanos & C. Pinto. 2002. *Arapaima gigas*. P.p. En: Mojica, J. I., C Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.). 2002. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- Mueller, O. 2006. *Arapaima gigas*, Market study: Current status of Arapaima global trade and perspectives on the Swiss, French and UK markets. United Nations Conference on Trade and Development.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. 3th Edition. Ed. John Wileyand Sons. Inc. New York. USA. 600pp.
- Neves, A. M. B. 1995. Conhecimento atual sobre o pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1917). Projeto IARA/IBAMA. Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos de Pesca. Santarem – PA. 17pp
- Núñez-Avellaneda M. & S. Duque. 2001. “Fitoplancton de Algunos Ríos y lagos de la Amazonia Colombiana”. En: Franky C. & C. Zárate (Eds.). 2001. *Imani Mundo: Estudios en la Amazonia Colombiana*. Bogotá, Colombia: Unibiblos, pp: 305 - 335.
- Ordóñez. J. 2002. Estructura de la comunidad de algas epifíticas en dos macrófitas (*Paspalum repens* y *Polygonum densiflorum*) en los lagos de



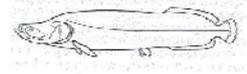
- Yahuaracaca (Amazonas – Colombia). Tesis Msc. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Otero, J. & P. Botero. 1997. Capítulo 4. Aspectos Fisiográficos y Edafológicos. Págs. 169 – 182 en IGAC (Eds.) *Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasileño (eje Apaporis-Tabatinga: PAT)*. Linotipia Bolívar. Santafé de Bogotá, D. C.
- Rosas, D. 2004. Reflexionando sobre la noción de mujer: una "blanca" entre las mujeres letuama, matapí, yucuna y tanimuca del río Mirití-Parana Amazonas. *Boletín de Estudios Amazónicos*. Unidad de post grado de Ciencias Sociales/ Maestría en estudios Amazónicos Universidad Nacional de San Marcos, Lima. (1): 73 80
- Palmer, M. 2007. Ordination methods for ecologist. En: *The ordination web page*. Botany department, Oklahoma State University, <<http://ordination.okstate.edu>>.
- Payne, A. I. 1986. 2.4. Variability of Tropical Rivers. Pags. 17 – 20. En: Payne, A. I. *The Ecology of Tropical Lakes and Rivers*. John Wiley & Sons. Great Britain. 301 pp.
- Pires F., I. 2003. Avaliação da variabilidade genética das populações de *Arapaima gigas* (pirarucú) da bacia amazônica através de genes do DNA mitocondrial e marcadores moleculares de microsátélites. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y World Wildlife Foundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.



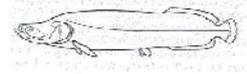
- Primack, R. B. 2001. XII. Aplicaciones de la biología de poblaciones. Pags: 385 – 404, en: Primack, R. B., R. Rozzi, P Feinsinger, R. Dirzo & F. Massardo (Eds.) 2001. *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 797pp.
- Putz, R. y W. J. Junk. 1997. Phytoplankton and Periphyton. Pags: 207 – 222. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System*. Springer. Ecological Studies 126. Berlin. 525 pp.
- Queiroz, H. L. 1998. Growth and sexual maturation of female pirarucú *Arapaima gigas*: Tools for conservation and management of an Amazonian fish. Informe técnico. 13 pp.
- Queiroz, H. L. 1999. Artisanal fisheries of pirarucú at the Mamirauá Ecological Station. In: PADOCH, C. P.; AYRES, J. M.; PINEDO-VASQUEZ, M.; HENDERSON, A. (Ed.). *Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonia's whitewater floodplains*. New York: The New York Botanical Garden Press, 1999.
- Queiroz, H. 2000. Natural history and conservation of pirarucú, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Várzea: Red giants in muddy waters. Tesis de Doctorado. Universidad de St Andrews. St Andrews, Scotland, United Kingdom. 226 pp.
- Sánchez, J. 1961. El paiche: Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Informe del servicio de pesquería, Ministerio de Agricultura, Lima. 48 pp.



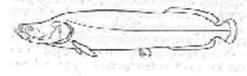
- Saint-Paul, U. & G. M. Soares. 1986. Diurnal distribution and behavioral responses of fishes to extreme hypoxia in an Amazon floodplain lake. *Environmental Biology of Fishes*, Vol. 20 (2):91-104.
- Sillitoe, P. 2006. Ethnobiology and applied anthropology: *rapprochement* of the academic with the practical. *J. Roy. Anthropol. Inst. (N.S.)*: 119-142.
- Sioli, H. 1984. *The Amazon Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dr W. Junk Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 762 pp.
- Silvano, R.A.M. & A. Begossi. 2005. Local Knowledge on a cosmopolitan fish ethnoecology of *Pomatomus salatrix* (Pomatiidae) in Brazil and Australia. *Fisheries Research*, 71: 43-59.
- Soares, M. G. M. , N. A. Menezes & W. J. Junk. 2006. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*, 568:353–367
- Souza, M. R. de. 2004. Etnoconhecimento caiçara e uso de recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale de Ribeira. *Disertação de Mestrado*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Estado de São Paulo, Piracicaba. 102 p. :il.
- Troade, J.-P. 1984. *Introducción a la ordenación pesquera. Su importancia, dificultades y métodos principales*. FAO. Documento técnico de pesca 224. Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 60 pp.



- Turner, M.G., R.H. Gardner & R.V. O'Neill. 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. Springer, New York. 401 pp.
- UICN. 2003. World conservation monitoring center. 1996. *Arapaima gigas*. In: UICN 2003. 2003 IUCN. Red list of threatened species. <www.redlist.org>.
- Van der Hammen, M. C. 1992. El manejo del mundo: Naturaleza y sociedad entre los Yukuna de la amazonia colombiana. IV. Serie Estudios en la Amazonia Colombiana. Tropenbos Colombia. 376 pp.
- Val, A. L. 2000. Organic phosphates in the red blood cells of fish. Comparative Biochemistry and Physiology.125A: 417-435.
- Val, A.L, M.N. Paula da Silva & V.M.F. Almeida-Val. 2006. Environmental eutrophication and its effects on fish of the Amazon. Pags: 1-12. En: Brauner, C. J., K. Suvajdzic, G. Nilsson, D. Randall (Eds.). Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality. Proceedings of the Ninth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality. Ecosystems Research Division. Athens, Georgia
- Vela A., F. Díaz, D. Torrea, H. Flores & V. Montreuil. 2003. Estudio Piloto de la recuperación de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1917) en el sector inferior de la cuenca de Pacaya de la Reserva Nacional de Pacaya Samiria. Pags.: 53 – 64. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.
- Ward, J. V., K. Tockner, D. B. Arscott, y C. Claret. 2002. Riverine landscape diversity. Freshwater Biology,47: 517–539pp.



- Welch N. E. & J. A. MacMahon. 2005. Identifying Habitat Variables Important to the Rare Columbia Spotted Frog in Utah (U.S.A.): an Information-Theoretic Approach. *Conservation Biology* 19 (2): 473 – 481.
- Wetzel, R. G. & G. E. Likens. 2000. Exercise 22, The littoral zone. Pags: 313 – 324, en: *Lymnological Analyses*. Third Edition. Springer. New York.
- Wetzel, R. G. & G. E. Likens. 2000. Exercise 1, Lake basin characteristics and morphometry. Pags: 1 – 14, en: *Lymnological Analyses*. Third Edition. Springer. New York.
- Winemiller, K. O. & D. B. Jepsen. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology* 53 (Supplement A): 267–296
- Wissmar, R. C., J. E. Richey, R. F. Stallard, & J. M. Edmond. 1981. Plankton metabolism and carbon processes in the Amazon River, its tributaries, and floodplain waters, Peru–Brazil, May–June 1977. *Ecology* 62, 1622–1633.



ANEXO 1. Entrevistas entabladas con los pescadores arponeros de pirarucú.

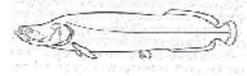
1. Nombre
2. Lugar de nacimiento.
3. Comunidad actual.
4. Etnia
5. Edad

EL PEZ

6. ¿Cómo es el pirarucú?
7. ¿Hasta cuanto crece un pirarucú?
8. ¿Existen varios tipos de pirarucú? ¿Cómo son?
9. ¿El sabor de la carne del pirarucú cambia con el tamaño del pez?
10. ¿Cuál ha sido el pirarucú más grande que ha pescado?
11. Cuantos años podrá tener un pirarucú de 1,5 metros (4 piezas)
12. ¿Cada cuánto tiempo respira un pirarucú?
13. ¿Los pequeñitos, los medianos y los grandes respiran igual?
14. ¿Cada cuánto respiran los pequeñitos? Los medianos? Y los grandes?
15. ¿Qué hacen los pirarucús de día? Y de noche?
16. ¿Hacen lo mismo los grandes y los pequeñitos?
17. ¿qué comen los pequeñitos?
18. Qué comen los medianos?
19. y los grandes?
20. Ha encontrado cosas raras en el estomago de algún pirarucú?

PESCA

21. ¿Cuándo aprendió a pescar? Cuándo aprendió a pescar pirarucú?
22. ¿Quién le enseñó a pescar pirarucú?
23. ¿Realiza otras actividades aparte de la pesca? Cuáles?
24. Sale a pescar solo o acompañado? Con quien sale?
25. Por qué sale a pescar? Para qué? (la finalidad de la pesca)
26. Dónde lo vende?
27. ¿A qué hora del día pesca?, ¿de día o de noche?
28. En que época de año sale a pescar? Todo el año?__ En bajas__ En altas__ En aguas subiendo?__ En aguas bajando__
29. ¿con qué pesca el pirarucú?
30. Cambia de método con la época del año o el momento del día?
31. ¿A dónde va a pescar pirarucú?
32. En que época del año se pescan más pirarucús Dónde los pesca? ¿por qué?.
33. En que época del año se pescan menos pirarucús. Donde los pesca? ¿por qué?



REPRODUCCIÓN

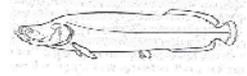
34. ¿Cómo diferencia un macho de una hembra?
35. Desde qué tamaño los pirarucús ponen huevos?
36. ¿En que época del año los pirarucús están con huevos?
37. ¿En que época los huevos son más grandes?
38. Los huevos de un mismo pez son todos del mismo tamaño?
39. Cuándo ponen huevos los pirarucús?
40. En donde hacen los nidos?
41. ¿Van todos los años al mismo nido o cambian de nido?
42. ¿Tienen siempre la misma pareja?
43. Cuánto se demoran las crías en salir de los huevos?
44. Cuánto tiempo están las crías con los papas?
45. ¿Quién cuida las crías, el papá o la mamá?
46. Cuándo se van las crías como que tamaño tienen?

DISTRIBUCIÓN

47. Dónde viven los pirarucús?
48. ¿qué parte de los remansos les gustan más a los pirarucús?
49. ¿los pirarucús de los remansos son iguales a los de los lagos?
50. Existen lugares que les gusten más a los pirarucús que otros?
51. Cuándo cambian de lugar?
52. cuándo salen y entran?
53. Dónde están los pirarucús en aguas bajas? Por qué? Que cree que es lo que le gusta de ese lugar?
54. Dónde en altas? Por qué?
55. Dónde en subiendo? Por qué?
56. Dónde en bajando? Por qué?
57. Como andan los pirarucús solos o en grupo?
58. ¿Les gustan las aguas blancas o las negras?
59. Les gustan los lugares/posos hondos o pandos?
60. Les gustan los lagos grandes o pequeños?
61. Les gustan los lagos abiertos o cerrados?
62. Les gustan lagos con muchos o poquitos caños?
63. Les gustan los lagos con bosque apretado o abierto a los lados?
64. les gustan los bajos o las restingas altas?

PERCEPCIÓN DE CONSERVACIÓN

65. Como ha variado la pesca del pirarucú a lo largo de su experiencia como pescador?
66. Por qué cree que el número de pirarucús ha disminuido tanto en los últimos años?



67. Como ve el futuro de la pesca del pirarucú?
- 68.Cuál sería el modo de asegurar que los pirarucús no se acaben?
69. ¿Qué podría hacerse para que aumentara el número de pirarucús en los lagos y en el río?
70. ¿Qué le parece la idea de cuidar algunos lagos por uno o dos años seguidos y luego cambiar de lago?
71. ¿Conoce la veda del pirarucú?
72. ¿Pesca más o menos cuando hay veda?
73. Donde lo vende cuando hay veda?
74. Es más caro o más barato?
75. ¿Uno debe pescar cuando los pirarucús tienen huevos y crías?
76. ¿Cree que la presencia de botes con motor ahuyenta a los pirarucús?
77. ¿Conoce alguna historia con pirarucú?
78. ¿Cuál de estos lagos prefiere un pirarucú?

