

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**BIOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DEL ARAHUANA,  
*Osteoglossum bicirrhosum* EN LA MICROCUENCA  
DE LA COCHA EL DORADO: RESERVA NACIONAL  
PACAYA SAMIRIA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

**Presentada por los Bachilleres:**

**MIGUEL TANG TUESTA  
JORGE LUIS GOMEZ NORIEGA**



**IQUITOS – PERU  
2005**

**DEDICATORIA**

**MIGUEL TANG TUESTA**

*Al Flaco, porque muchas veces son sus huellas las que guían mi camino.*

*A Karina, mi maravillosa esposa, por su constancia en este proceso y por lo que me muestra a través de sus ojos.*

*A María José y Mikaella, mis hijas adoradas, por el amor y ganas de vivir que me recuerdan que siempre habrá un niño dentro de mí.*

*A Aurelio y Corina, mis fabulosos padres, a quienes les debo lo que soy y a quienes voy reconociendo en cada una de mis acciones.*

**JORGE LUIS GÓMEZ NORIEGA**

*A mis queridos padres, por su apoyo incondicional*

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Española de Cooperación Internacional, en especial a Juan Enrique García y Matías Martín, por habernos dado las facilidades y la oportunidad de participar en este proyecto.

A la Fundación Peruana por la Conservación de la Naturaleza, en especial al ex director de la sucursal Iquitos, Carlos Diez Galindo, con quien iniciamos el trabajo, gracias por la confianza.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, en especial al equipo científico del Programa de Ecosistemas Acuáticos, gracias a quienes fue posible ensamblar el estudio y llevarlo a buen fin.

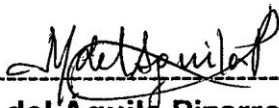
A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, en especial al personal docente de la prestigiosa Facultad de Biología, gracias por los conocimientos vertidos.

A Víctor H. Montreuil Frías, nuestro profesor y maestro, quien asesoró extraordinariamente esta tesis.

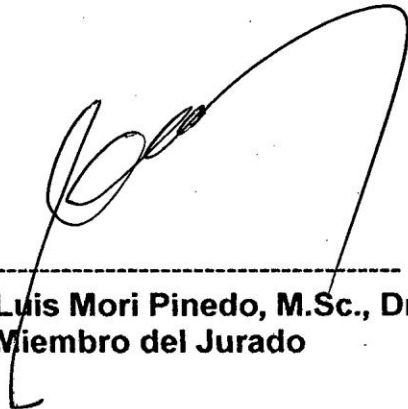
A Felipe Morcillo, nuestro querido amigo "ahua", con quien nos aventuramos por primera vez en la majestuosidad de la Reserva Nacional Pacaya Samiria; gracias por el acompañamiento, el apoyo y las orientaciones a pesar de la distancia.

A todos los miembros de la UPC Yacutaita, porque el trabajo que desarrollan en la cocha El Dorado es un ejemplo inspirador de manejo sostenible de los recursos pesqueros de la amazonía, gracias hermanos por recibirnos en su casa y compartir sus conocimientos; esta tesis es suya.

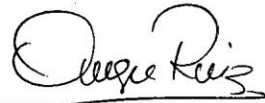
**MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR**



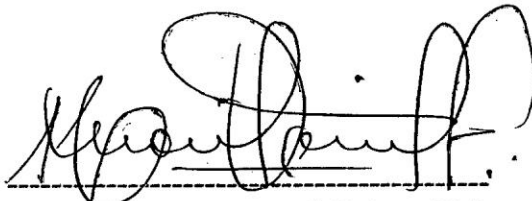
-----  
**Blga. Marina del Aguila Pizarro, M.Sc.**  
**Presidente del Jurado**



-----  
**Blgo. Luis Mori Pinedo, M.Sc., Dr.**  
**Miembro del Jurado**



-----  
**Blgo. Ángel Ruiz Frías, M.Sc.**  
**Miembro del Jurado**



-----  
**Blgo. Víctor Montreuil Frías, M.Sc.**  
**Asesor**

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
	3.1. Aspectos generales	32
	3.1.1. Área de estudio.	32
	3.1.2. Unidad de Pesca Comunitaria (UPC).	34
	3.1.3. Periodicidad y tipo de muestreo.	35
	3.1.4. Biometría del pez.	37
	3.1.5. Disección de los ejemplares.	37
	3.2. Métodos aplicados	38
	3.2.1. Alimentación y hábitos alimentarios.	38
	3.2.2. Talla de primera maduración sexual.	42
	3.2.3. Época de desove.	43
	3.2.4. Fecundidad.	44
	3.2.5. Proporción por sexos.	44
	3.2.6. Proporción por talla y reclutamiento.	45
	3.2.7. Distribución y movimientos locales.	46
	3.2.8. Evaluación de la pesquería ornamental del arahuana.	46
	3.2.8.1. Captura por unidad de esfuerzo.	47
	3.2.8.2. Rendimiento Máximo Sostenible.	48
	3.2.8.3. Análisis económico de la pesquería ornamental del arahuana.	49
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
	4.1. Alimento y hábitos alimentarios	50
	4.2. Talla de primera maduración sexual	55
	4.3. Época de desove	58
	4.4. Fecundidad	60
	4.5. Proporción por sexos	64
	4.6. Proporción por talla y reclutamiento	66
	4.7. Distribución y movimientos locales	68
	4.8. Evaluación de la pesquería ornamental del arahuana	70
	4.8.1. Aspectos generales.	70
	4.8.1.1. Equipos de pesca.	70
	4.8.1.2. Áreas de pesca.	72
	4.8.2. Época de pesca.	73
	4.8.3. Operaciones de pesca y resultados.	85
	4.8.3.1. Descripción del método de pesca.	85
	4.8.3.2. Acopio y manejo de larvas y alevines.	89
	4.8.3.3. Captura por unidad de esfuerzo.	92
	4.8.3.4. Rendimiento máximo sostenible.	92
	4.8.4. Comercialización.	96

4.8.4.1.	Rutas de comercialización.	96
4.8.4.2.	Modalidades de comercialización.	97
4.8.4.3.	Flujos de comercialización.	98
4.8.5.	Estadísticas de captura de larvas y alevines del arahuana.	98
4.8.6.	Análisis económico de la pesquería ornamental del arahuana.	100
5.	CONCLUSIONES	107
6.	RECOMENDACIONES	114
7.	RESUMEN	117
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

## LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

▪	Figura N° 1. Porcentaje de llenura vs. horas de muestreo.....	51
▪	Figura N° 2. Principales ítems alimentarios que conforman la dieta del arahuana colectada en el área de estudio .....	53
▪	Figura N° 3. Talla de primera maduración sexual establecida para la población de arahuana que habita el área de estudio .....	56
▪	Figura N° 4. Extracción de crías de arahuana a nivel regional .....	59
▪	Figura N° 5. Variación del IGS establecido para el arahuana.....	60
▪	Figura N° 6. Recta de ajuste en relación a la longitud total vs. el n° de óvulos producido por hembras de la especie arahuana en el área de estudio.....	62
▪	Figura N° 7. Recta de ajuste en relación al peso total vs. el n° de óvulos producidos por hembras de la especie arahuana en el área de estudio .....	63
▪	Figura N° 8. Porcentaje de sexos de la especie arahuana obtenida por lance .....	65
▪	Figura N° 9. Distribución de la población de arahuana por rango de talla. ...	66
▪	Figura N° 10. Media de las tallas de los adultos del arahuana capturados en las campañas de aprovechamiento de los años 2000 y 2001. ....	67
▪	Figura N° 11. Distribución del arahuana en estación de máxima vaciante ...	68
▪	Figura N° 12. Distribución del arahuana en estación de creciente.....	69
▪	Figura N° 13. Porcentaje de captura mensual de crías de arahuana en el área de estudio en los años 2000 y 2001.....	74
▪	Figura N° 14. Duración de la pesca en relación al tamaño de captura. ....	75
▪	Figura N° 15. Variación del nivel del río Ucayali entre 1999 y 2001 .....	78
▪	Figura N° 16. Variación de la precipitación pluvial entre 1999 y 2001. ....	78

▪ Figura N° 17. Variación de los porcentajes mensuales de captura de larvas echadas entre 1999 y 2001.....	79
▪ Figura N° 18. Variación de los porcentajes de captura mensual de crías paradas y voladoras entre 1999 y 2001. ....	80
▪ Figura N° 19. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación de nivel del río Ucayali en 1999. ....	81
▪ Figura N° 20. Porcentaje de captura de larvas echadas vs la variación del nivel del río Ucayali en 2001.....	82
▪ Figura N° 21. Porcentaje de captura de larvas echadas vs la variación del nivel del río Ucayali en 2000.....	82
▪ Figura N° 22. Porcentaje de captura de larvas echadas vs la variación de precipitación en 1999. ....	83
▪ Figura N° 23. Porcentaje de captura de larvas echadas vs la variación de precipitación en 2001. ....	84
▪ Figura N° 24. Porcentaje de captura de larvas echadas vs la variación de precipitación en 2000. ....	84
▪ Figura N° 25. Curva del RMS según modelo de Schaefer.....	95
▪ Figura N° 26. Curva del RMS según modelo de Fox. ....	95
▪ Figura N° 27. Extracción de crías del arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado – Años 1994-2001.....	99
▪ Tabla N° 1. Índice de Importancia Relativa (IRI) por tipo de alimento encontrado en 52 estómagos del arahuana colectados en el área de estudio. ....	52
▪ Tabla N° 2. Rango de talla vs porcentaje de hembras maduras. ....	55
▪ Tabla N° 3. Escala empírica de grado de madurez propuesta para hembras de arahuana colectadas en el área de estudio. ....	57
▪ Tabla N° 4. Índice gonadosomático, entre paréntesis se coloca el n° de individuos estudiados. ....	58
▪ Tabla N° 5. Número de óvulos en relación a las longitudes y pesos de los especímenes colectados entre 2000 y 2001.....	61
▪ Tabla N° 6. Proporción por sexo para la especie arahuana en la cocha El Dorado. ....	64

▪ Tabla N° 7. Distribución de la pesca en el área de estudio por zonas de captura y producción.....	72
▪ Tabla N° 8. Correlaciones entre el número de alevines capturados y unidades potenciales de esfuerzo.....	92
▪ Tabla N° 9. Resultados del RMS al aplicar los modelos de Schaefer y Fox a los datos de la UPC Yacutaita.....	93
▪ Tabla N° 10. Capturas para diferentes esfuerzos. En negrita aparece el RMS.....	94
▪ Tabla N° 11. Extracción de larvas y alevines del arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado – Años 1994 –2001.....	99
▪ Tabla N° 12. Estadios de mayor demanda y características morfológicas..	102
▪ Tabla N° 13. Extracción de larvas y alevines del arahuana en la cocha El Dorado - UPC Yacutaita 2000.....	103
▪ Tabla N° 14. Extracción de larvas y alevines del arahuana de la cocha El Dorado - UPC Yacutaita 2001.....	104
▪ Tabla N° 15. Promedio de Gastos Operativos por campaña – UPC Yacutaita.....	102

## ANEXOS

- Anexo N° 1. Reserva Nacional Pacaya Samiria.
- Anexo N° 2. Área de estudio - Microcuenca de la cocha El Dorado.
- Anexo N° 3. Zonificación de la microcuenca de la cocha El Dorado.
- Anexo N° 4. Vista panorámica de la cocha El Dorado – RNPS.
- Anexo N° 5. Estación de vigilancia Canta Gallo. UPC Yacutaita - Cocha El Dorado.
- Anexo N° 6. Ejemplar adulto de arahuana.
- Anexo N° 7. Ejemplares de arahuana colectados.
- Anexo N° 8. Observación directa de ejemplar de arahuana.
- Anexo N° 9. Estimación de los datos biométricos de las arahuanas colectadas.
- Anexo N° 10. Disección de un ejemplar de arahuana para estudio biológico.
- Anexo N° 11. Disección eficaz de un ejemplar de arahuana donde se pueden observar intactos los diferentes órganos para el estudio biológico.



- Anexo N° 12. Estimando el peso de las gónadas colectadas de las hembras adultas de arahuana para estudio biológico.
- Anexo N° 13. Midiendo el diámetro de los óvulos de hembra madura de arahuana para estimar su estado de madurez sexual.
- Anexo N° 14. Óvulos de hembra madura del arahuana listos para ser contados.
- Anexo N° 15. Ejemplar adulto del arahuana capturado antes de la eclosión de los huevos; nótese que la boca del reproductor es el sitio de incubación.
- Anexo N° 16. Crías de arahuana en estadio larval I “echadas”; nótese el tamaño del saco vitelino en relación al cuerpo de los ejemplares, lo que les impide nadar con facilidad.
- Anexo N° 17. Crías de arahuana en estadio larval II “paradas”; nótese el saco vitelino en proceso de absorción y el mayor desarrollo de las larvas que ya pueden nadar de forma continua.
- Anexo N° 18. Cría de arahuana en estadio larval III “paradas”; nótese el saco vitelino a punto de ser absorbido en su totalidad y una mayor pigmentación de la larva.
- Anexo N° 19. Crías del arahuana en estadio de alevine “voladoras”; nótese que el saco vitelino ya fue absorbido y el pez presenta las características del adulto.
- Anexo N° 20. Miembros de la UPC Yacutaita iniciando faena de pesca ornamental de arahuana. El primer paso consiste en ubicar a los reproductores.
- Anexo N° 21. Zona de distribución de reproductores del arahuana localizada. Los pescadores toman en cuenta anteriores zonas de captura.
- Anexo N° 22. Verificación de la presencia de reproductores en la zona localizada a cargo de un miembro especialista de la UPC Yacutaita.
- Anexo N° 23. Miembros de la UPC Yacutaita iniciando extendido de la red trampa para la captura de los adultos del arahuana que contienen las crías en la boca.
- Anexo N° 24. Miembros de la UPC Yacutaita finalizando extendido de la red trampa.

- Anexo N° 25. Miembros de la UPC Yacutaita “paleando” el agua con el propósito de dirigir a los reproductores hacia la red para su respectiva captura.
- Anexo N° 26. Reproductores del arahuana atrapados en la red trampa.
- Anexo N° 27. Reproductor del arahuana capturado. Verificación de la captura.
- Anexo N° 28. Miembro de la UPC Yacutaita liberando a un ejemplar adulto del arahuana que no presentaba crías en la boca.
- Anexo N° 29. Miembro de la UPC Yacutaita verificando la presencia de crías en la boca de un ejemplar adulto del arahuana capturado.
- Anexo N° 30. Vaciado de las crías desde la boca del reproductor hacia la red de mano, después de esta acción se procede a la liberación del reproductor.
- Anexo N° 31. Crías de arahuana capturadas vivas para su posterior comercialización.
- Anexo N° 32. Miembro experto de la UPC Yacutaita encargado de colocar y estabular las crías del arahuana en las cajas alevineras.
- Anexo N° 33. Miembro de la UPC Yacutaita recolectando crías de arahuana que fueron expulsadas de la boca del reproductor cuando éste cayó de la red.
- Anexo N° 34. Miembro de la UPC Yacutaita mostrando larvas del arahuana colectadas, nótese la presencia del saco vitelino.
- Anexo N° 35. Contando las crías capturadas por reproductor; por lo general se emplea una caja alevinera para coleccionar las crías de un mismo reproductor.
- Anexo N° 36. Ejemplar adulto del arahuana victimado por “pirañas” (*Serrasalmus* sp.) por no ser liberado a tiempo de la red trampa.
- Anexo N° 37. Cajas alevineras conteniendo larvas y alevines del arahuana; nótese que las crías se colocan por caja de acuerdo a su estadio.
- Anexo N° 38. Metodología empleada por la UPC Yacutaita para el transporte a hombro de las crías del arahuana por tierra.
- Anexo N° 39. Preparación de las cajas y bolsas alevineras para el transporte de las crías de arahuana por agua.

## 1. INTRODUCCION

La pesca ornamental es una actividad extractiva de gran importancia para la Región Amazónica, por ser una fuente generadora de empleo, comercio y bienestar económico. Sin embargo, muchas comunidades ribereñas establecidas en la zona de amortiguamiento y en el interior de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS) - cuya población se estima en unos 75,000 habitantes - se dedican a esta actividad casi siempre de manera ilegal y desmedida, con el consecuente impacto sobre el recurso (PRO NATURALEZA, 2000). Por esta razón, es que se considera necesario el establecimiento de principios y normas adecuadas para la aplicación de pesquerías viables al interior de la RNPS, con miras a asegurar la conservación de la ictiofauna que la caracteriza, a través de estrategias de manejo, y que garanticen un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos pesqueros y el respeto al medio ambiente.

Por mucho tiempo se pensó que la riqueza íctica amazónica era inagotable; sin embargo, el desarrollo de nuevos conocimientos, como consecuencia de las continuas evaluaciones sobre la dinámica de las pesquerías, ha hecho que se descarte esta idea. Ahora se sabe que los recursos pesqueros son limitados y tiene que establecerse un ordenamiento apropiado para que su contribución al bienestar nutricional y socioeconómico de la creciente población humana sobre todo de aquella establecida alrededor y dentro de la RNPS, sea constante en el tiempo (TANG, 2002).

Una de las estrategias de mayor importancia, validada y concertada en los últimos diez años por los diferentes actores involucrados en la conservación de la RNPS, para el cumplimiento de los objetivos de su creación, es la implementación de planes de manejo por parte de las comunidades pesqueras organizadas, a fin de ordenar y canalizar el aprovechamiento eficiente de los recursos. Sin embargo, una de las mayores limitantes al momento de implementar los planes de manejo es la escasa información que se tiene acerca de los recursos, lo cual genera conflictos entre el Estado y los beneficiarios, debido a la falta de mecanismos para el monitoreo y evaluación de los resultados de las acciones propuestas en dichos planes. En muchos casos no existen datos relevantes sobre la biología, pesquería y dinámica de numerosas especies de valor económico, que son explotadas en la actualidad; en otros casos la información no está sistematizada o falta adicionar una metodología adecuada que permita al Estado monitorear y evaluar las técnicas de manejo planteadas por los grupos organizados.

El arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* es una especie íctica cuya explotación de sus larvas y alevines, con fines ornamentales, para el mercado nacional e internacional, es de importancia económica para la población asentada en la RNPS además de un aprovechamiento mínimo para consumo. Si bien los esfuerzos realizados para ordenar la explotación de ésta especie han reducido notablemente la pesca ilegal en dicha reserva, no podemos afirmar que esta haya desaparecido, debido, entre otras cosas, a la falta de capacitación y concientización de los pescadores para organizarse dentro de las Unidades de Pesca Comunitaria (UPC) y efectuar un aprovechamiento

legal, racional y ordenado del recurso. También, se reconoce que los resultados de los esfuerzos todavía son insuficientes como para demostrar los beneficios individuales y colectivos que podrían obtenerse al adoptar estrategias de uso adecuado de los recursos pesqueros. Para ello se necesita conocer, sistematizar y monitorear los datos de esfuerzo y captura, la estructura de la población adulta y la biología reproductiva del arahuana, a fin de obtener información relevante que asegure una explotación sostenible de esta especie en el tiempo, sin afectar los stocks naturales y aminorando los posibles impactos ambientales negativos. Adicionalmente, es necesario evaluar los métodos de aprovechamiento ornamental de la especie con el fin de formular propuestas de manejo en sus diferentes etapas – captura, almacenamiento, transporte, acopio e infraestructura básica - que permitan disminuir las tasas de mortalidad y los costos operativos, optimizando de esta manera resultados que garanticen los beneficios económicos a las UPC's dedicadas a esta labor.

El presente estudio está dirigido a profundizar las investigaciones sobre la biología del "arahuana" y analizar los procedimientos actuales de aprovechamiento ornamental de sus larvas y alevines, efectuados por la UPC Yacutaita en la cocha El Dorado; todo esto con el propósito de aportar a la validación de las acciones de manejo empleadas por los pescadores, al mejoramiento del sistema de aprovechamiento, a la formulación de estrategias que sustenten la viabilidad de su uso y a la orientación de los pescadores sobre los beneficios ecológicos, sociales y económicos que genera la explotación ordenada del arahuana; que una vez analizados, sistematizados y

publicados, sirvan de referencia a otras comunidades pesqueras de la Amazonía Peruana.

El objetivo general de la tesis fue **“realizar estudios sobre la biología del arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* y evaluar los sistemas de aprovechamiento de la especie en la microcuenca de la cocha El Dorado – Reserva Nacional Pacaya Samiria”**. Como objetivos específicos del estudio se plantearon: 1) determinar la biología trófica y reproductiva del arahuana y 2) aportar criterios generales para el ordenamiento pesquero y la explotación sostenible de la especie.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. DESCRIPCIÓN Y/O DIAGNOSIS TAXONÓMICA

CALA (1973) describe que la aleta dorsal del arahuana cuenta con 42 a 50 radios, la aleta anal con 49 a 58 radios, la línea lateral con 30 a 37 escamas y la columna vertebral con 84 a 92 vértebras.

*Osteoglossum bicirrhosum* presenta un cuerpo alargado y comprimido lateralmente. La posición de la boca es oblicua, casi vertical y la apertura es bastante amplia, posee dos barbillas mentonianas. El cuerpo está cubierto de escamas grandes. El color es plateado, con visos de color azul; las aletas tienen trazos de color amarillo, azul y rojo claro (MALDONADO, 2000). Toda la boca, desde las mandíbulas hasta el paladar, lengua y faringe, está armada de dientes (FAO, 2002).

El arahuana pertenece al Phylum Vertebrata, Subphylum Craniata, Clase Actinopterygii, Orden Osteoglossiformes, Familia Osteoglossidae, Género *Osteoglossum*, especie *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829).

### 2.2. MORFOLOGÍA EXTERNA E INTERNA

BRAWM & BOCK (1985) describen la morfología y anatomía de los barbicelos del arahuana y discuten como estas estructuras le sirven para sobrevivir en ambientes pobres en oxígeno y cómo mejoran el flujo del

agua superficial al interior de la boca. Indican que los barbicelos de *Osteoglossum bicirrhosum* tienen forma diferente a la de otros teleósteos. Los barbicelos consisten de tejido dérmico rodeado por una cubierta epidérmica. El arahuana carece de órganos respiratorios accesorios para obtener aire. A concentraciones de oxígeno menores de 2 partes por millón, los individuos jóvenes comienzan una respiración cerca a la superficie del agua. Para este comportamiento los peces empiezan a nadar cerca a la superficie del agua colocando los barbicelos en una posición fija. Los barbicelos aportan al buen flujo del agua hacia la boca.

El arahuana presenta un mentón con dos barbillas cortas proyectadas hacia adelante cuya función no está determinada, pero es considerado un aparato sensorial para la captura de sus presas, especialmente en la superficie donde se alimentan (FAO, 2002).

ARKHIPCHUK (1999) presentó el record genético para *Osteoglossum bicirrhosum* determinando su número cromosómico:  $n = 28$ ;  $2n = 56-56$ .

### 2.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT

CALTELNAUD (1847) – tomado de CALA (1973) - colectó arahuana en la cuenca del Amazonas de Brasil; material que se constituyó en el holotipo de *Osteoglossum vandellii* Cuvier, 1829.



AGASSIZ & BOURGET (1865) – tomado de CALA (1973) - colectaron arahuana en el río Solimoes, cerca de la isla Codajás, en la cuenca amazónica de Brasil.

KANASAWA (1966) – tomado de CALA (1973) - reporta que la familia Osteoglossidae, del orden Osteoglossiformes, ha demostrado ser pequeña, con una amplia e interesante zoogeografía. Comprende los géneros *Arapaima* y *Osteoglossum* en la parte tropical de América del Sur. En la revisión bibliográfica de este género hecha por éste autor, no aparece registro alguno fuera de la Amazonía (Brasil y Perú) y de la Guyana para *O. bicirrhosum*, y del sistema del Río Negro (Brasil) para *O. ferreirae*.

BAPTISTE (1988) reporta la presencia de arahuana en la región de Araracuara en la Amazonía colombiana.

En Colombia *Osteoglossum bicirrhosum* se encuentra en los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo (LEON, 1988) – tomado de CONVENIO ANDRÉS BELLO (2002).

En Puerto Carreño (Colombia) se puede capturar arahuana en el canal principal del río Bitá o en zonas marginales (MALDONADO, 2000).

BAYLEY et al. (1992) reportan que la especie arahuana esta distribuida en la Amazonía peruana en cuerpos de agua negra, principalmente en la

Reserva Nacional Pacaya Samiria. Su distribución incluye también los países de Colombia y Brasil.

SCHWARTS & LEVY (1968) describen estas dos especies para el sistema del Río Negro, pero *O. bicirrhosum* en aguas alcalinas, mientras que *O. ferreirae* de aguas ácidas. En el Lago Simao, del mismo sistema del Río Negro, al cual le llegan aguas alcalinas del río Branco y ácida del río Xerini.

GOULDING (1980) reporta que el arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* habita en los bosques inundados y los lagos durante los períodos de creciente y vaciante respectivamente, raramente son vistos en el canal principal y, cuando están ahí, sólo es en aguas negras quietas con vegetación macrófita y árboles y arbustos parcialmente sumergidos. En bosques inundados y en los lagos, el arahuana es observado comúnmente a lo largo de la orilla estando a veces a unos pocos centímetros del borde del cuerpo de agua.

#### 2.4. HISTORIA NATURAL

Sobre su comportamiento en acuarios se reporta la reproducción de arahuana por primera vez en 1966, en un tanque de 360 galones con una producción por postura de 12 huevos (AXELROD, 1967).

Entre los individuos de arahuana capturados (en el río Machado-Amazonas meridional) en los bosques inundados durante la creciente y en los lagos durante la vaciante, los ítems alimenticios encontrados fueron insectos, arañas, crustáceos, moluscos, peces, vertebrados terrestres y arbóreos, y material vegetal. Los insectos y arañas conformaron la más alta ocurrencia y dominancia de las principales clases de alimento. Aunque a menudo se observó al arahuana atacando peces, el análisis del contenido estomacal reveló que es un predador piscívoro no muy exitoso (GOULDING, 1980). El mismo autor menciona que en el río Machado, el arahuana desova al comienzo de las inundaciones (Diciembre-Enero), contándose los huevos de dos hembras maduras en 182 y 210, respectivamente. En compensación al pequeño número de alevines producidos, los juveniles son cuidados por el macho, lo cual asegura la supervivencia de los mismos.

PESSOA (1981) realiza una descripción del comportamiento alimenticio del arahuana abarcando todo su ciclo vital desde huevo hasta la fase adulta. Discrimina la importancia de los diferentes elementos constitutivos en la dieta en cada estado de desarrollo desde el vitelo hasta los materiales alóctonos de su hábitat. Destaca el aporte de los insectos a la dieta.

MUÑOZ et al. (1990) sugieren que el desplazamiento del arahuana tiene que ver con los hábitos alimenticios.

*Osteoglossum bicirrhosum* es una especie dioica cuya fertilización es externa. El reproductor lleva los huevos, larvas y juveniles tempranos en la boca (RIEHL & BAENSH, 1991).

TELLO et al. (1992) sostienen que *Osteoglossum bicirrhosum* es una especie que presenta desove parcial. Las hembras adultas tienden a desovar durante los meses de Marzo-Abril y Noviembre-Diciembre, pudiéndose observar en las gónadas óvulos con dos tamaños claramente diferenciados.

Con el objetivo de precisar los hábitos alimentarios y reproductivos del arahuana, se realizaron muestreos desde agosto de 1996 hasta abril de 1997, en la cuenca media del río Caquetá en Colombia, cubriendo los períodos máximos, mínimos, descenso y ascenso de niveles de agua. Se capturaron 71 individuos adultos y 23 alevines. Entre los ítems alimentarios sobresalen peces e insectos, aunque fue frecuente encontrar aves, anuros y crustáceos. Para los adultos la longitud total varió entre 240 y 825 mm y la relación peso - longitud total indica que el crecimiento de la especie es alométrico. La proporción de sexos para el ciclo fue 1:1. El desove es de tipo sincrónico en dos grupos y se realiza durante descenso y mínimos niveles del río (PRADA-PEDREROS & AGUILAR-GALINDO, 1997).

El arahuana es muy voraz y capaz de realizar saltos verticales sobre el agua para capturar sus presas (artrópodos, pájaros, murciélagos, etc.) (MALDONADO, 2000).

La longitud de los peces adultos de la especie *Osteoglossum bicirrhosum* que vive en aguas alcalinas, fluctúa entre 40 y 60 cm. Es un hecho notable que, aunque *Osteoglossum ferreirae* habita aguas ácidas con poca incidencia de vida microscópica y comida, los adultos sobrepasan en tamaño a los peces de la especie *Osteoglossum bicirrhosum*. Desde el punto de vista ecológico, la afirmación anterior no debe ser enfocada teniendo en cuenta sólo un factor del medio ambiente (en este caso la alcalinidad y acidez del agua, o sea el pH), ni tampoco el río en sí, sino el sistema o cuenca hidrográfica en su conjunto (CA



En los terrenos inundables de la Amazonía, el ciclo de alimentos de los ríos es un factor estacional dominante, y las comunidades de peces fluctúan en grandes proporciones a lo largo del año. Durante la estación de creciente de los ríos, los peces migran a las selvas inundadas para alimentarse de frutos y semillas en un área de algo más de 300,000 kilómetros cuadrados de extensión. Para documentar patrones de diversidad de especies, distribución, abundancia y dinámicas temporales, y describir la importancia ecológica de estas selvas inundables, se capturaron los peces de las zonas inundables, por medio del uso de mallas de diferentes tamaños y ojos, tanto en áreas de aguas limpias como oscuras, al igual que fuera de ellas. Este estudio se llevó a cabo

durante la época de máxima vaciante, de media creciente, de máxima creciente y de media vaciante entre 1990 y 1991. La dominancia varía en alguna medida en las aguas limpias de los bosques inundados (0.06) y en aguas abiertas (0.11), mientras que se mantiene invariable respecto a las aguas negras (0.04). Las comunidades de peces encontradas en las aguas negras fueron más diversas. Entre las aguas limpias, las especies más abundantes de peces fueron: *Liposarcus pardalis*, *Pygocentrus nattereri*, y *Pellona flavipinnis*, por ejemplo, o *Plagioscion squamosissimus*, *Serrasalmus rhombeus* y *Serrasalmus manueli* en las aguas negras. Entre los peces más abundantes de aguas limpias, *Colossoma macropomum*, *Mylossoma duriventre* y *Osteoglossum bicirrhosum* se presentaron casi exclusivamente en los bosques inundados. De las especies de aguas negras, varias de ellas se capturaron únicamente en los bosques inundados, como por ejemplo *Geophagus cf. altifrons*, *Hoplias malabricus*, *Osteoglossum bicirrhosum*, y *Uaru amphiacanthoides*. Las capturas variaron dependiendo de los lugares y niveles del agua. El promedio de capturas en las aguas limpias y negras fue de 190 y 41 gramos de pescado por metro cuadrado, respectivamente, con máximos resultados a niveles bajos de aguas y con mínimos en los picos de acumulación de ésta. Comparando las épocas de subida y bajada de los niveles del agua, una cantidad significativamente mayor de peces fue capturada cuando los niveles bajaban. En las aguas negras, las capturas de peces de las selvas inundables excedieron aquellas de las aguas abiertas por 183 a 550%, dependiendo de la época de captura. Las diferencias respecto a las aguas limpias fueron menores

(106-281%). La comunidad piscícola en el área bajo estudio parece estar organizada de manera estocástica, con diferencias significativas únicamente entre las aguas denominadas limpias y las negras. Muchos peces se desplazan a los bosques inundados no solamente para alimentarse sino también, probablemente, por otras razones como podría ser el buscar refugio, entre otros (SAINT-PAUL et al., 2000).

## 2.5. CONSERVACIÓN Y ORDENAMIENTO PESQUERO

En Colombia el arahuana está protegido por el INDERENA de acuerdo a la resolución 018 de 1988. La protección se debe a que sus alevines se comercializan como peces ornamentales produciendo grandes bajas en las poblaciones naturales (MUÑOZ et al., 1990).

El arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* requiere de un manejo adecuado ya que la explotación se ejerce sobre adultos y neonatos, y a que la sobrevivencia después de las capturas, durante el acopio en los lugares de extracción no supera el 70%. Lo anterior puede llevar a una disminución drástica de la población de esta especie a corto plazo (CASTRO & SANTAMARIA, 1993).

Desde hace cinco años, el arahuana es parte de los gustos caprichosos de estadounidenses y japoneses, que no tienen reparo en sacar de sus bolsillos cincuenta dólares por uno de sus alevines. De ahí el cálculo de que el año pasado se sacaron ilegalmente del país (Colombia) alrededor

de cien mil alevines de arahuana provenientes sólo de la cuenca del río Caucaiyá (afluente del Putumayo) (CONVENIO ANDRÉS BELLO, 2002).

Investigaciones realizadas por los expertos de la Fundación Natura en la zona del río Caucaiyá revelaron que el negocio lo pueden estar liderando comerciantes de Bogotá y Cali que se desplazan hasta Puerto Leguízamo y consiguen gente para que pesquen las crías, justo por la época en que finaliza el verano y el caudal de las aguas está reducido. En este momento ya los alevines tienen un tamaño entre 2 y 4 centímetros. Se sabe que hay incluso viviendas en Puerto Leguízamo que tienen en sus patios estanques para almacenar los pececitos. Los comerciantes pagan entre 50 y 150 pesos la unidad. O sea, con pescar dos arahuanas hembras que tengan en su boca un promedio de 200 alevines, el pescador ya se podría ganar 60000 pesos (US \$ 150). Los peces llegan a Bogotá con un valor entre 350 y 500 pesos. Y aunque es complicado conseguirlos, en algunos acuarios de la Avenida Caracas se puede comprar entre 3000 y 4000 pesos y uno más grande (40 o 50 centímetros) por 10000 pesos. Aunque este precio es insignificante si se compara con la venta en dólares en el mercado internacional (CONVENIO ANDRÉS BELLO, 2002).

En Brasil la pesca ornamental de arahuana se encuentra en veda por cinco años, debido a los impactos que dicha actividad ha generado sobre las poblaciones naturales de la especie (GLOBO RURAL, 2000).



Para el caso de Perú, los técnicos de la Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza afirman que en la Reserva Nacional Pacaya Samiria existe una gran diversidad hidrobiológica que genera una fuerte presión sobre los recursos ícticos de consumo y ornamentales, mayormente a través de la pesca ilegal, estimándose que en el ámbito de la Reserva maniobran informalmente alrededor de 3000 pescadores de subsistencia y de pequeña escala (PRO NATURALEZA, 2000).

El Proyecto Pacaya Samiria, ejecutado en la RNPS desde 1992, con el objeto de garantizar el uso sostenible de sus recursos hidrobiológicos, en coordinación con el Ministerio de Pesquería y el INRENA, promueve diversas actividades de manejo pesquero que implican la formalización legal de la actividad pesquera de los grupos de manejo, zonificación de áreas de pesca, uso de artes de pesca adecuados, protección y vigilancia comunal de cuerpos de agua, aprovechamiento racional, comercialización y registro/monitoreo de la actividad pesquera. Los peces ornamentales constituyen uno de los principales atractivos para los pescadores que operan dentro de la RNPS, debido a su elevado valor comercial de exportación, destacando el arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*), entre las especies más requeridas (precio de exportación US \$ 1.20 por unidad). Durante 1999 se extrajeron oficialmente de la RNPS 73,262 larvas y alevines de arahuana, esta cifra corresponde a la producción de los grupos de pescadores (Unidades de Pesca Comunitaria - UPC) asesorados por la ONG Pro Naturaleza, que en un total de seis, involucran a 70 pescadores (PRO NATURALEZA, 2000).

La Dirección Regional de Pesquería contempla la necesidad de realizar estudios sobre la dinámica poblacional y la biología reproductiva y pesquera de *Osteoglossum bicirrhosum* en la zona de aprovechamiento de la RNPS, ya que debido a la extracción de larvas y alevines para su comercialización se estaría alterando el reclutamiento natural, lo que podría causar el colapso de las pesquerías en esta área reservada y generar impactos sobre la especie citada y la economía de los pescadores (DIREPE, 2000).

DORDA & GARVIA (2000) indican que es preciso analizar el sistema de aprovechamiento de las UPC respecto al recurso arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, con el objetivo de mejorar las técnicas de captura y de su mantenimiento hasta la comercialización, buscando la optimización del uso de este recurso. Asimismo, manifiestan que las larvas y alevines de arahuana tienen una alta demanda en el mercado internacional, siendo aprovechados en los meses de octubre a diciembre por las características hidrológicas del área de aprovechamiento que facilitan su captura, como también debido a que el precio por individuo tiende a disminuir hacia los meses de diciembre a enero por la saturación del mercado causada por la alta extracción de larvas y alevines de arahuana procedente de Brasil y Colombia.

## 2.6. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

Por muchos años la especie arahuana ha sido espectacularmente exhibida en los negocios de mascotas y los hogares de algunos adinerados y aficionados. Estos ejemplares, bastante espectaculares son adultos o sub adultos y son bastante grandes para los acuarios del acuarista promedio, y demasiado costosos también. Muchos de ellos son de un pie hasta cerca de tres pies de largo; sus poseedores cuidadosamente los avalúan desde 50 a 200 dólares y generalmente no poseen un interés real en vender una mascota que provoque tantos comentarios. Ahora, de todas formas, grandes números de bebés arahuanas han sido introducidos a los EE.UU desde Brasil y la Guayana Británica. Estos bebés arahuanas son, desafortunadamente muy frágiles y difíciles de mantener vivos. Ellos pueden permanecer un poco apiñados, y pueden vivir comiendo continuamente. Cuando se conozca como manipularlos en una escala comercial, ellos se convertirán en una hermosa adición al mundo de los acuarios (BRITTAN, 1965).

El arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, no figura entre los peces de primera clase, pero aparece entre las especies principales comercializadas en la región, particularmente para la clase de bajo poder adquisitivo; a pesar de esto, sobresale como especie ornamental principalmente en los primeros estadios de desarrollo (PESSOA, 1981).

En la región de Araracuara (Colombia), el arahuana se halla presente hace poco menos de 10 años, según los reportes de los indígenas y los pescadores, quienes desconocen su nombre y no lo consumen (BAPTISTE, 1988).

En la Amazonía colombiana se realiza la pesca de arahuana a finales del período de aguas bajas (verano), en los meses de febrero y marzo, período durante el cual se efectúan operaciones de pesca en lagos y planos inundables de los principales ríos de la región. Teniendo en cuenta que la especie ejerce cuidado parental bucal de los huevos y de las crías, los pescadores arponean los ejemplares adultos para luego extraer las larvas de la boca o recogerlas inmediatamente después de que estas son liberadas al agua por el progenitor agónico. Las larvas son comercializadas a nivel internacional bajo la denominación de "baby arawana" y se caracterizan por poseer un saco vitelino bien desarrollado que les pende del vientre. Su precio de compra en las bodegas de los exportadores de Bogotá es de US \$ 1; sin embargo, parece ser más interesante económica el criar estas larvas durante unos 2 ó 3 meses hasta una talla cercana a los 10 centímetros, para venderlas posteriormente en las mencionadas bodegas a US \$ 3. De esta manera se aprovecha la disminución de la oferta natural logrando un mejor precio dentro del mercado de la oferta y la demanda (CASTRO & SANTAMARIA, 1993).

El arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* es una de las especies ícticas más promisorias para la piscicultura en la Amazonía Colombiana, debido a que es un pez de consumo en la región y de importancia ornamental a nivel internacional. Es un recurso en explotación, del cual se desconocen muchos aspectos de su historia natural, lo que ha dificultado la determinación de pautas de manejo que permitan su aprovechamiento sostenible en la región (CASTRO & SANTAMARIA, 1993).

El arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* soporta muy bien las condiciones de manejo (captura, transporte, medición y pesaje), lo que la hace una especie promisoría para la piscicultura ornamental. Durante los 410 días que duró el ensayo, los ejemplares demostraron un desarrollo aceptable en el tipo de agua que surte a la estación, la cual corresponde a las aguas claras amazónicas predominantes en los principales asentamientos humanos de la región. Se registró una sobrevivencia del 48.8%, un crecimiento diario en talla de 0.35 mm y en peso de 0.15 g, a una densidad de un individuo por metro cuadrado (CASTRO & SANTAMARIA, 1993).

Es una tentación difícil de evadir: a juicio de los expertos y según testimonios dados por colonos, indígenas y campesinos de la región a investigadores de la Fundación Natura, el negocio del arahuana en Colombia es más rentable y menos complicado que los cultivos de coca (CONVENIO ANDRÉS BELLO, 2002).

El arahuana se ha convertido en una especie muy popular en el círculo de los acuaristas debido a su tamaño, belleza y por su gracioso y fluido movimiento de nado (MAUPIN, s.f.).

A pesar de que en otras zonas del trópico esta especie es utilizada para pesquerías de consumo, en Puerto Carreño (Colombia) su importancia está dada por su valor como especie ornamental (MALDONADO, 2000).

En el Perú el arahuana es uno de los peces de gran valor económico para las poblaciones de la RNPS. La especie se comercializa en estado de larva o alevine en los acuarios urbanos, donde es muy apreciado como pez ornamental, llegando a alcanzar precios que varían entre 0.7 a 0.8 dólares americanos. La comercialización anual de larvas y alevines de arahuana en la Región Loreto se estima en 600,000 individuos, lo cual representa un ingreso de exportación de 750,000 dólares para las empresas acuaristas (MORTHENTALLER, 2000; tomado de TANG, 2002).

El arahuana también es muy apreciado en la Amazonía peruana como pez para consumo humano, según datos de la Dirección Regional de Pesquería, el precio de la arahuana es de 1,6 dólares por kilo. Durante los meses de enero a octubre de 2001 se reportó un total de extracción de 113,44 TM (fresco, congelado, seco salado y salpreso), que generó un ingreso de 162057 dólares (DIREPE, 2000).

## 2.7. ASPECTOS CULTURALES Y TRADICIONALES

El comportamiento de los machos adultos de la especie arahuana permite a los pescadores en busca de peces para acuario señalar al pez, pues ellos nadan con la boca abierta de par en par a lo largo de la superficie del agua mientras mantienen a las crías. Así, en vez de arponearlos, para evitar el escape y pérdida de los alevines, los pescadores del Río Negro en el Brasil, usan afilados machetes para cortar los peces a través, inmediatamente detrás de la cabeza. Esto causa la muerte inmediata del pez, y la cabeza así separada del resto del cuerpo flota en la superficie del agua de donde se le recoge y se coloca en vasijas con agua. Los alevines, luego, nadan fuera de la boca sin ninguna pérdida de ellos (SCHWARTS & LEVY, 1968).

La pesca ornamental de la especie arahuana en la Amazonía peruana se ha desarrollado en el tiempo, y presenta los mismos patrones de comportamiento de la especie descritos por SCHWARTS & LEVY (1968) para el desarrollo de las capturas. Sin embargo, los pescadores han mejorado sus sistemas de extracción desde el uso de arpones, que suponía la muerte del reproductor, hasta el uso de redes agalleras que permiten una mayor supervivencia de los mismos, ya que éstos son devueltos al agua una vez colectadas las crías (PRO NATURALEZA, 2000).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Aspectos generales**

##### **3.1.1. Área de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en la microcuenca de la cocha El Dorado entre Octubre del 2000 y Diciembre del 2001, ubicada en la cuenca del río Yanayacu Pucate de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). Dicha Reserva fue establecida como tal por el Gobierno en 1982, mediante D.S. N° 016-82 AG, pasando a formar parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Estado. La RNPS se encuentra situada en el noreste del Perú, en la región Loreto, siendo el área natural protegida más grande del país con una superficie total de 2' 150, 770 hás. (Anexo N° 1). Esta reserva ocupa el 6% del territorio de la región y el 1.5% de la superficie nacional (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2001).

La RNPS se encuentra en la depresión UCAMARA, en la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali. Esta área presenta características típicas de la llanura inundable de selva baja. La topografía en su mayoría es plana, excepto por una pequeña zona colinosa en su límite sur occidental. Entre los elementos más destacados de la Reserva están su sistema hidrográfico y dinámica fluvial característica. Dos grandes ríos la limitan, el Marañón por el norte y



el Ucayali por el sur (ONERN, 1976 – tomado de PRO NATURALEZA, 2000).

Al interior se distinguen tres cuencas hidrográficas: la del Samiria, la del Pacaya y la del Yanayacu Pucate. Es notoria la existencia de numerosas quebradas, tipishcas y cochas. Caracterizan a éstas cuencas dos marcadas etapas de un ciclo hidrológico: la creciente y la vaciante, las mismas que determinan su dinámica ecológica (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2001).

De acuerdo al mapa ecológico del Perú, la reserva corresponde íntegramente a la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh- T), encontrándose en ella elementos climáticos característicos, una elevada temperatura media (de 20.1° C a 33.1° C), alta precipitación (2000 a 3000 mm), y alta humedad y evapotranspiración (ONERN, 1976 - tomado de PRO NATURALEZA, 2000). Estas condiciones permiten el desarrollo de una alta diversidad de flora y fauna silvestre y una gran riqueza de vida acuática: 443 especies de aves, 97 de mamíferos, 65 de reptiles, 55 de anfibios, 259 de peces y 1039 especies vegetales (RODRIGUEZ et al., 1995). Los peces constituyen uno de los recursos más importantes de la reserva, tanto por su papel en los procesos ecológicos como por su valor económico y alimenticio para la población regional (TELLO et al., 1992).

### **Cocha El Dorado**

Este cuerpo de agua constituye la naciente del río Yanayacu Pucate, afluente del río Marañón por su margen derecha. Está alimentada por aguas negras que se originan al interior del bosque inundado y tiene un área aproximada de 462 há. de espejo de agua (Anexo N° 2 y 4). La dinámica fluvial determina una diferencia de nivel de agua entre la época seca (vaciente) y la de lluvias (creciente) de unos diez metros. Este fenómeno natural condiciona la actividad pesquera al interior de la misma, siendo la época de vaciante y media creciente (de julio a diciembre) la más apropiada para dicha actividad. Respecto a la fauna acuática, destacan mamíferos como el delfín rosado (*Inia geoffrensis*) y el delfín gris (*Sotalia fluviatilis*), la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*); peces como el paiche (*Arapaima gigas*) y el arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*); reptiles como el lagarto negro (*Melanosuchus niger*), la charapa (*Podocnemis expansa*) y la taricaya (*Podocnemis unifilis*); (UPC YACUTAITA, 2000).

#### **3.1.2. Unidad de Pesca Comunitaria (UPC)**

En la cocha El Dorado de la RNPS despliega sus acciones de manejo, protección y vigilancia la UPC Yacutaita (12 miembros) de la comunidad de Manco Cápac. Esta UPC viene trabajando desde 1994 en planes de manejo pesquero de arahuana y otras especies

como la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paiche (*Arapaima gigas*). En la actualidad dicha UPC cuenta con un puesto de control y vigilancia ubicado en la cocha El Dorado, el cual es utilizado como vivienda y centro de acopio cuando se realizan las faenas de pesca ornamental y para consumo (Anexo N° 2 y 5). La UPC Yacutaita realiza el aprovechamiento ornamental de la especie arahuana entre los meses de octubre a diciembre, de conformidad con las actividades planificadas a principios de cada año en conjunta coordinación con la Jefatura de la RNPS y la Dirección Regional de Pesquería – Loreto (UPC YACUTAITA, 2000).

### **3.1.3. Periodicidad y tipo de muestreo**

Para el estudio de la biología trófica y reproductiva del arahuana se realizaron muestreos mensuales durante 11 meses, que consistieron en la captura de ejemplares con tallas entre 50 a 83 cm (Anexo N° 6 y 7), mediante el uso de redes agalleras tipo trampa de 4.5 y 5 pulgadas de malla estirada. Los muestreos se realizaron entre Octubre del 2000 y Diciembre de 2001, dejándose de colectar ejemplares entre los meses de Marzo a Junio, debido a problemas metodológicos. El número total de individuos capturados para dicho estudio fue de 90 ejemplares. Los puntos de muestreo fueron seleccionados al azar dentro de la cocha y sus afluentes.

Para la evaluación de la pesca ornamental de larvas y alevines de arahuana ejecutada por la UPC Yacutaita en la microcuenca de la cocha El Dorado, se revisaron datos de anteriores campañas (1994-1999) y se registró información desde el inicio hasta el final de las campañas correspondientes a los años 2000 y 2001.

Los datos obtenidos permitieron cumplir con los objetivos propuestos en la tesis y aportar a la generación de una base metodológica para el estudio de la biología pesquera del arahuana en la cocha El Dorado. Sin embargo, no fue posible obtener un tamaño de muestra ideal en lo que respecta a uno de los objetivos propuestos (época de desove), por lo que el resultado del mismo tuvo que apoyarse en información complementaria. Esta limitante, con respecto al tamaño de muestra, se debió, en primer lugar, a la dificultad que se presentó de realizar capturas en el bosque inundado en época de creciente.

En segundo lugar, al impacto sobre los niveles de extracción de alevines en la cocha El Dorado, que se originaría por la captura elevada de ejemplares adultos al momento de realizar los muestreos; lo que en consecuencia hubiese ocasionado conflictos con los intereses económicos de la UPC Yacutaita.

#### **3.1.4. Biometría del pez**

El registro de la longitud de los ejemplares de arahuana colectados permitió establecer relaciones con otros parámetros tales como el peso y la madurez sexual. Las dimensiones lineales elegidas fueron 1) longitud total, que es la longitud comprendida entre el rostro u hocico y el extremo del lóbulo de la aleta caudal (el arahuana presenta la aleta caudal sin horquilla); y 2) longitud estándar que es la longitud comprendida entre el rostro y la última vértebra o urostilo, en la cual comienzan los radios centrales de la aleta caudal. Para registrar la longitud se utilizó un ictiómetro. (Anexo N° 9)

Al realizar los muestreos también se registró el peso de los ejemplares colectados ya que este guarda relación con otras variables como la fecundidad, hábitos alimenticios y crecimiento. Para obtener el peso de éstos ejemplares, se utilizó una balanza manual de 5 Kg.; y para el caso del pesaje de las gónadas se utilizó una romana o pesola graduada en g. Los registros de peso fueron tomados al estado fresco.

#### **3.1.5. Disección de los ejemplares**

Una vez colectados los ejemplares fue necesario realizar la disección de los mismos, con el objetivo de recoger información acerca del sexo y el grado de madurez sexual de los individuos de

arahuana en un tiempo muestral, para establecer relaciones con las tallas de captura, fecundidad, etc.

La disección también se ejecutó a fin de extraer los óvulos maduros y determinar la fecundidad, como también para recolectar y conservar los estómagos para los estudios pertinentes sobre alimentación de la especie (Anexo N° 10 y 11).

La disección consistió en cortar longitudinalmente la parte dorsal del pez, iniciándose en la parte posterior (inicio de radios caudales) y terminando en la cabeza; finalmente se procede a seccionar el cráneo y las costillas del pez, de tal manera que las vísceras queden expuestas, se mantengan intactas y sean fáciles de manipular.

## **3.2. Métodos aplicados**

### **3.2.1. Alimentación y hábitos alimentarios**

El estudio de la alimentación y hábitos alimentarios del arahuana se realizó mediante el análisis de los datos registrados en las fichas de muestreo y el examen de los contenidos estomacales extraídos de los ejemplares colectados. En primer lugar se determinaron los hábitos alimentarios del arahuana, es decir, las horas en que dicha especie se alimenta con mayor frecuencia y las zonas de alimentación en el área de estudio, en relación al ciclo hidrológico de

la región. Para este caso se elaboró una ficha de registro donde se anotó la fecha y temporada de muestreo (creciente y vaciante), el código de los ejemplares colectados, la hora de captura y el lugar de captura (bosque inundado, zonas someras cercanas o alejadas de la orilla, zonas profundas de la cocha).

Para el estudio de la alimentación del arahuana se determinó el Índice de Importancia Relativa (IRI = Index of Relative Importance), propuesto por PINKAS et al. (1971).

Para ello se realizó la colecta de los estómagos a través de la disección de los peces capturados, para separarlos, cortarlos y anudarlos en ambos extremos, impidiendo la salida de los contenidos estomacales. Luego se inyectó en cada estómago 5 ml de solución preservante (formol diluido al 10%), para ser colocados luego en recipientes herméticos, debidamente etiquetados, que contenían la misma solución, a fin de conservar el alimento para su posterior análisis. La recolección de los estómagos de arahuana no presentó complicación alguna ya que la especie presenta el estómago bien diferenciado del resto del tubo digestivo.

Los contenidos estomacales se examinaron para obtener información acerca de la composición alimenticia del arahuana en el área de estudio. Para esto fue necesario determinar cada uno de los ítems alimentarios, usando categorías taxonómicas altas, partiendo

de la identificación de las especies que constituyen la dieta del pez. Se usó equipo óptico y material de laboratorio (estereoscopio, placas Petri, probetas), aplicando los siguientes métodos cuantitativos (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993):

**Método numérico.-** El número de individuos de cada ítem alimentario fue contado en cada estómago analizado. El resultado de cada ítem alimentario se expresó como porcentaje del número total de individuos. Este método da importancia a los organismos pequeños ya que no se considera el tamaño de los individuos que constituyen el alimento.

**Método volumétrico.-** Se determinó el volumen de los individuos de cada ítem alimentario por estómago analizado, luego los volúmenes se sumaron y fueron expresados como un porcentaje del volumen total de los ítems alimentarios considerados. Este método tiende a dar mayor importancia a los alimentos grandes o de difícil digestión ya que considera el tamaño de los individuos que forman parte del alimento.

**Frecuencia de ocurrencia.-** Este método tomó en consideración la presencia o ausencia de un determinado ítem en cada estómago examinado. El número de estómagos en el cual un ítem ocurre fue expresado como el porcentaje del número total de estómagos analizados. Este método no da una expresión cuantitativa y no toma



en consideración la acumulación del alimento resistente a la digestión.

Finalmente, el IRI se calculó sumando los porcentajes obtenidos del análisis numérico y volumétrico, y multiplicando esta suma por la frecuencia de ocurrencia en tanto por ciento, para cada tipo de alimento:

$$\text{IRI} = (\text{N} + \text{V}) \text{F}$$

donde: IRI = índice de importancia relativa de cada ítem

N = porcentaje en número

V = porcentaje en volumen

F = porcentaje en frecuencia de ocurrencia

La combinación de estos tres métodos para el cálculo del IRI ofrece una mejor perspectiva de la importancia de cada tipo de alimento presente en la dieta del arahuana, que si se utilizaran los índices individualmente; porque como se mencionó, la utilización sólo del método numérico nos da una idea de la importancia de los diferentes alimentos, pero no las diferencias de tamaño; el método frecuencia de ocurrencia da igual importancia a los organismos grandes y pequeños; y el método volumétrico en cambio remarca la presencia de organismos grandes y aquellos de difícil digestión. Al utilizar más de un método se disminuye también el sesgo que se introduciría con el uso de uno de ellos solamente, ya que los diversos valores obtenidos se complementan para dar una visión más representativa

de la composición alimenticia de la dieta (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993).

### **3.2.2. Talla de primera maduración sexual**

Este valor se designó de acuerdo a la talla en la que el 50% de arahuanas hembras colectadas estaban maduras. Para este efecto, durante la época de desove de la especie, se procedió a coleccionar ejemplares con diferentes tallas (entre 50 y 83 cm) y determinar el estado de madurez de los mismos. Se registraron los siguientes datos: longitud de los individuos, estado de madurez (en maduración, maduros y desovados), fecha y zona de captura. Se consideraron individuos maduros a partir de la segunda fase de madurez sexual. Para la identificación del grado de madurez sexual de la especie, se elaboró una escala empírica de maduración sexual (Tabla N° 3 y Anexo N° 13), tomando como referencia la escala macroscópica para reproductores parciales propuesta por NIKOLSKY (1963); tomado de LASSO (1996).

Se calculó el porcentaje acumulado de individuos maduros por rango de talla, y este se graficó versus la talla; el porcentaje de individuos maduros aumenta con la talla hasta que la especie alcanza una talla en la que el 100% de individuos está sexualmente maduro (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993).

### 3.2.3. Época de desove

Para este caso se determinaron los valores del índice gonadosomático (IGS). El IGS es la relación en porcentaje del peso de las gónadas y el peso del cuerpo. Para coleccionar la información se procedió a la disección de los ejemplares coleccionados y a la extracción de las gónadas, para luego registrar el peso de cada gónada (Anexo N° 12). La variación de los valores del IGS en el tiempo permitió estimar de una forma sencilla y práctica, la época de desove de la arahuana en el área de estudio. Si el IGS disminuye significa que el desove se ha producido (BARROS, 1993). La fórmula descrita para la determinación del IGS es la siguiente:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de la gónada (g)}}{\text{Peso corporal (eviscerado)}} \times 100$$

Cabe mencionar que en algunos meses se careció de información por la falta de muestras. Por problemas metodológicos (redes de pesca no idóneas para la captura de arahuana en áreas inundadas y mayor distribución de los peces en el bosque inundado) no se coleccionaron ejemplares durante los meses de Marzo a Junio. Para cubrir este vacío de datos se procedió a recoger información de la Dirección Regional de Pesquería – Loreto, sobre estadísticas de extracción regional de larvas y alevines de arahuana en el año 2001 (DIREPE, 2001), lográndose producir una curva de extracción que

fue sobrepuesta a la curva de evolución del IGS encontrada en el estudio para el análisis respectivo.

#### **3.2.4. Fecundidad**

Este parámetro permitió estimar el número promedio de óvulos producidos por hembra en el área de estudio, antes del desove; y establecer relaciones entre el número de óvulos producidos y la talla y peso de las mismas, a fin de determinar si la producción de óvulos en la especie está influenciada por el tamaño del pez.

La extracción de la muestra ovárica se realizó separando el ovario del resto de las vísceras. Los ovarios seleccionados para el análisis tenían que presentar una fase de madurez IV ó V, de acuerdo a la escala empírica propuesta en el estudio, la misma que está basada en la escala de NIKOLSKY (1963) (Tabla N° 3).

El conteo de los oocitos maduros, por ovario colectado, se realizó a través del método manual y directo (Anexo N° 14).

#### **3.2.5. Proporción por sexos**

El estudio de la proporción sexual buscó estimar la razón referida al número de machos sobre número de hembras en un periodo de muestreo. De acuerdo a información bibliográfica se conoce que la

proporción sexual de la especie arahuana es de 1:1 (PRADA-PREDREROS & AGUILAR-GALINDO, 1997). Esta información permitió conocer la variación de la proporción sexual natural de la arahuana en el área de estudio, que sería causada por el impacto de la pesca sobre los ejemplares machos, ya que éstos son los individuos objeto, para el aprovechamiento de las larvas y alevines de la especie.

Para determinar el sexo de los ejemplares fue necesario proceder a la disección ya que la especie no presenta dimorfismo sexual externo. Cuando la gónada quedó expuesta se observó si correspondía al ovario o al testículo funcional.

### **3.2.6. Proporción por talla y reclutamiento**

Este indicador permitió conocer, en primer lugar, la estructura de la población explotada por grupos de talla, para determinar si existen impactos generados por la pesca de larvas y alevines de arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado, en relación a la renovación continua del stock natural. Para este caso se aprovecharon los datos de longitud obtenidos de los ejemplares capturados durante las campañas de pesca del año 2000 y 2001, a fin de conseguir las proporciones por talla, lo que sirvió para graficar la pirámide poblacional de la especie.

En segundo lugar se procedió a estimar la media de las tallas de los ejemplares capturados en las campañas de pesca ornamental de los años 2000 y 2001; a fin de detectar el posible envejecimiento de la población en la cocha El Dorado.

### **3.2.7. Distribución y movimientos locales**

Para obtener esta información se procedió a utilizar el método de observación directa de los ejemplares, aprovechando la relativa facilidad de detección del arahuana en su ambiente natural (Anexo N° 8). Esto permitió obtener datos sobre la distribución temporal o movimiento local de la especie en el área de estudio de acuerdo a los ciclos hidrológicos.

Para tal efecto, se procedió a escoger una zona de muestreo en la cocha que fue dividida en transectos transversales, para luego seleccionar al azar veinte de ellos, que serían recorridos en canoa una vez en cada estación (vaciante máxima, creciente máxima).

### **3.2.8. Evaluación de la pesquería ornamental de arahuana**

Esta evaluación consistió en el monitoreo de la actividad pesquera ornamental de las larvas y alevines de arahuana que realiza anualmente, en la cocha El Dorado, la UPC Yacutaita. Para este efecto se consideró la recolección y análisis de datos sobre los

mecanismos actuales de aprovechamiento, estación de pesca, aspectos socioeconómicos de los grupos de manejo y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para los años 2000 y 2001.

Para el caso específico del análisis de la estación de pesca se tuvo en cuenta que existe una relación entre la temperatura del agua y la biología reproductiva de las especies: la actividad gonadal en los peces se incrementa progresivamente con el aumento de la temperatura del agua, lo que a su vez repercute en la estación de la pesca (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993).

#### **3.2.8.1. Captura por unidad de esfuerzo**

Se identificó la modalidad de captura durante las campañas de cosecha de las larvas y alevines de arahuana (2000 y 2001), para determinar las unidades económicas de pesca y poder estandarizar la unidad de esfuerzo (UE) a utilizar. Las variables que se consideraron fueron: el número de pescadores que participan de manera activa en la faena, la longitud de la red agallera extendida (representado por el número de boyas), el número de lances y el tiempo empleado.

### 3.2.8.2. Rendimiento Máximo Sostenible

Este indicador permite determinar el nivel óptimo de esfuerzo, es decir, el esfuerzo que produce el máximo rendimiento que puede ser sostenible, sin afectar la productividad a largo plazo del stock; lo que se denomina rendimiento máximo sostenible (RMS). El cálculo de este parámetro sirvió para establecer un cupo de captura. Es un indicador de nivel, cuyo valor no se deberá sobrepasar si se pretende un manejo responsable del recurso. El RMS es también un indicador de sostenibilidad en términos biológicos y está relacionado con la producción. No se puede hablar de indicador de sostenibilidad en sentido amplio ya que no recoge los aspectos económicos, sociales y tecnológicos que completan el concepto de desarrollo sostenible. Se basa en que el riesgo de colapso de una pesquería se incrementa a medida que la tasa de explotación se aproxima al RMS. Para poder aplicar este indicador se requiere una serie temporal de datos de captura, corregidos para los descartes, además de la presión de la pesca: el nivel de esfuerzo que debe ser dado en unidades estándar. Se han ensayado dos modelos matemáticos para el cálculo del RMS (FOX, 1970 y SCHAEFER, 1954) con los datos disponibles de las campañas de pesca de la UPC Yacutaita desde el año 1994 hasta el 2001. Éstos son datos de captura, por un lado, y de esfuerzo, por otro. Se consideró como unidad de esfuerzo al número de pescadores.



### 3.2.8.3. Análisis económico de la pesquería ornamental del arahuana

Se registro información sobre gastos de implementación y operativos de la actividad pesquera y los beneficios obtenidos por la comercialización de dichas larvas y alevines como peces ornamentales a los acuarios de la ciudad de Iquitos.

Para calcular la rentabilidad de la pesquería ornamental del arahuana, ejecutada por la UPC Yacutaita en la cocha El Dorado, utilizamos el indicador de evaluación económica denominado costo/beneficio, que resulta de dividir toda la suma de los ingresos entre los egresos, pero con valores actuales netos:

$$C/B = \frac{\text{INGRESOS}}{\text{EGRESOS}}$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Alimento y hábitos alimentarios

Las áreas de alimentación del arahuana varían de acuerdo a las etapas del ciclo hidrológico de la cuenca amazónica (creciente y vaciante) y están directamente relacionadas con la distribución de la especie en dicha etapa. Los muestreos realizados demuestran que en época de vaciante el arahuana se distribuye y alimenta en las zonas someras del cuerpo de agua en estudio, tanto en las orillas como en áreas abiertas de poca profundidad; como también en los caños afluentes y efluentes de la cocha. En época de creciente el arahuana se distribuye y alimenta en el interior del bosque inundado aledaño a la cocha en mención. Este resultado se puede observar en las Figuras N° 11 y 12, en el acápite 4.7.

Este resultado corrobora las observaciones planteadas por SAINT-PAUL et al. (2000) sobre la dinámica hídrica de la Amazonía y su relación con las especies ícticas que la habitan; que indican que el fenómeno de inundación de los bosques amazónicos, originado por el incremento del caudal de sus ríos, genera la migración de muchas especies de peces hacia los bosques, en busca de una mayor oferta de alimento y de refugio.

En 90 ejemplares de arahuana colectados y examinados se encontraron 52 estómagos (58% de la muestra) con distinto porcentaje de llenura, conteniendo una amplia variedad de alimentos; de los cuales se obtuvieron

los datos para realizar el estudio. El 18.9% de estómagos colectados estuvieron vacíos y el 23.1% restante presentaron alimento digerido.

El arahuana muestra mayor actividad alimenticia durante las primeras horas de la mañana y en las primeras horas de la noche. Como se observa en la figura N° 1, los ejemplares colectados entre las 6 am y las 8 am presentaron en promedio 63.5% de llenura estomacal, mientras que el promedio para los ejemplares capturados entre las 4 pm y las 6 pm fue de 48.5%.

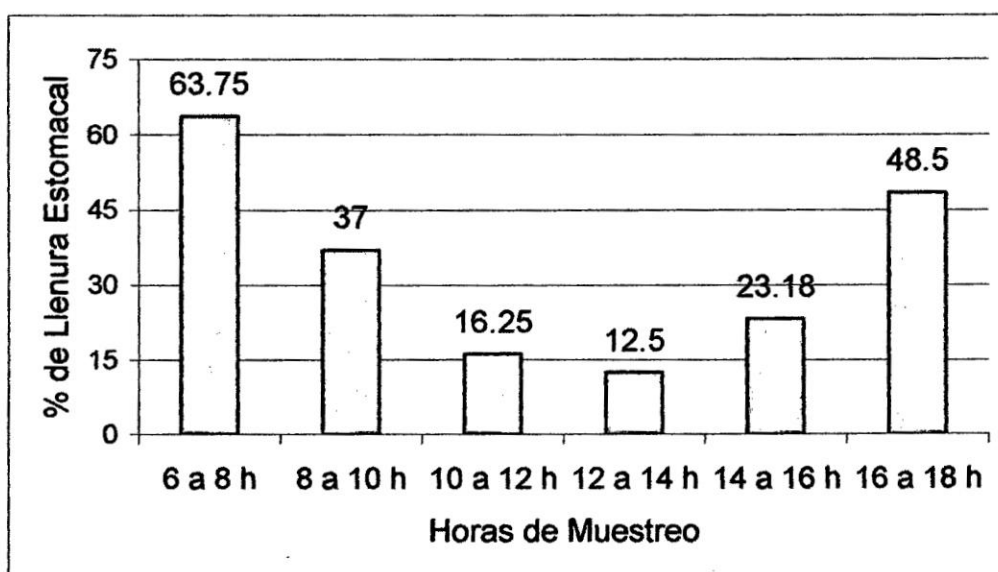


Figura N° 1. Porcentaje de llenura vs. horas de muestreo.  
Fuente: Proyecto

Esta información, en cuanto a los hábitos alimentarios de la especie, no es definitiva, debido a que no se realizaron colectas nocturnas que permitieran obtener información completa sobre la actividad alimentaria del arahuana en el transcurso de las 24 horas del día.

La Tabla N° 1 nos muestra los valores del Índice de Importancia Relativa (IRI) obtenidos para cada tipo de alimento o ítem atribuido a la dieta de la arahuana (ocho ítems), de acuerdo a los exámenes de contenido estomacal realizados.

Tabla N° 1. Índice de Importancia Relativa (IRI) por tipo de alimento encontrado en 52 estómagos de arahuana colectados en el área de estudio.

ÍTEMS	IRI
INSECTOS	3462.06091
PECES	3107.68742
ARÁCNIDOS	278.784039
CRUSTÁCEOS	205.042357
MAMÍFEROS	23.2628125
AVES	18.0617931
REPTILES	6.35949947
ANFIBIOS	3.83810166

Fuente: Proyecto

Estos valores corroboran las observaciones hechas por GOULDING (1980) indicando que el arahuana es una especie carnívora, información que se complementa si tenemos en cuenta el tipo de estómago que presenta la especie, el cual está conformado por paredes gruesas que lo diferencia notablemente con el resto del tubo digestivo, típico de este grupo de peces.

En las observaciones de campo se apreciaron ejemplares de arahuana capturando a sus presas a la carrera o dando saltos hasta un metro de

altura. Esto indica que el arahuana se alimenta dentro y fuera del agua, lo cual coincide con las acotaciones hechas por MALDONADO (2000).

La figura N° 2 nos muestra los valores del IRI en porcentajes de acuerdo a los cuatro alimentos o ítems de mayor importancia para la especie arahuana en la cocha El Dorado. En primer lugar sobresale el grupo de los insectos (49%), habiéndose encontrado en los contenidos estomacales especies de los órdenes Coleoptera, Ortoptera e Himenoptera. En segundo lugar se ubica el grupo de los peces (44%), destacando los géneros *Coridora* y *Triportheus*. En tercer y cuarto lugares ubicamos a los grupos de los crustáceos (4%) y los arácnidos (3%), representados respectivamente por pequeños cangrejos de río y arañas no identificadas.

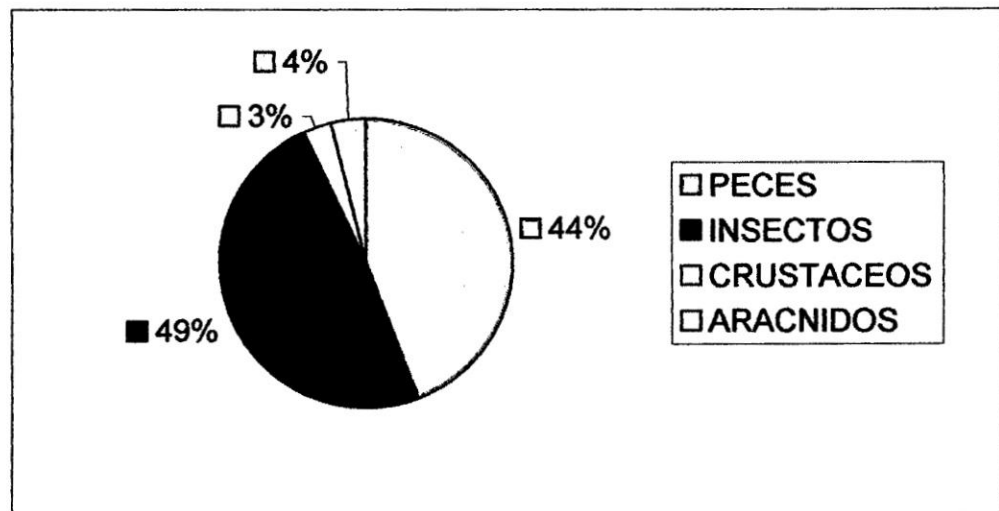


Figura N° 2. Principales ítems alimentarios que conforman la dieta del arahuana colectada en el área de estudio. Fuente: Proyecto

Este resultado reafirma lo mencionado por GOULDING (1980) en cuanto a la preferencia del arahuana sobre el grupo de los insectos. La importancia

del grupo de los insectos en la dieta de la arahuana corrobora también lo observado por PESSOA (1981).

Sin embargo, la diferencia entre los valores de IRI determinados en el estudio para insectos y peces no es significativo, lo que hace suponer que ambos ítems comparten similar importancia dentro de la dieta del arahuana, lo cual esta acorde con lo reportado por PRADA-PREDREROS & AGUILAR-GALINDO (1997).

Los cuatro ítems restantes fueron considerados como alimento casual y estuvieron conformados por el grupo de los mamíferos (0.33%), representado por un ejemplar de la familia Muridae (ratón de monte); las aves (0.25%), con un individuo no identificado; los reptiles (0.09%), habiéndose encontrado una lagartija no identificada; y los anfibios (0.05%) representado por un ejemplar de la familia Hylidae (rana arborícola).

Este resultado se asemeja a lo observado por MALDONADO (2000), el cual advierte sobre la capacidad de la especie de saltar fuera del agua para capturar artrópodos, pájaros, murciélagos, etc.

Estos resultados, acerca de los diversos ítems alimentarios del arahuana, nos dicen cuáles son los tipos de alimentos presentes en la dieta de la especie, los cuales podrían ser de mucha utilidad al momento de desarrollar actividades piscícolas que contemplen su manejo y cultivo.

#### 4.2. Talla de primera maduración sexual

La hembra de arahuana más pequeña colectada en el área de estudio y observada en curso de maduración midió 54 cm de longitud total.

La tabla N° 2 nos muestra el porcentaje de hembras capturadas, por rango de talla, que se encontraron sexualmente maduras (ver Tabla N° 3).

Tabla N° 2. Rango de talla vs. % de hembras maduras

Rango de Talla (cm)	% de Hembras maduras
53-57	30
58-62	50
63-67	100
68-72	100
73-77	100
78-82	100

Fuente: Proyecto

La figura N° 3 nos muestra que la talla de primera madurez sexual, para la población de arahuana en el área de estudio, ocurre aproximadamente a partir de los 60 cm de longitud total, talla en la que el 50% de las hembras colectadas presentaron un grado de madurez igual o mayor al estadio II (en maduración); según escala empírica propuesta en la tesis (ver Tabla N° 3).

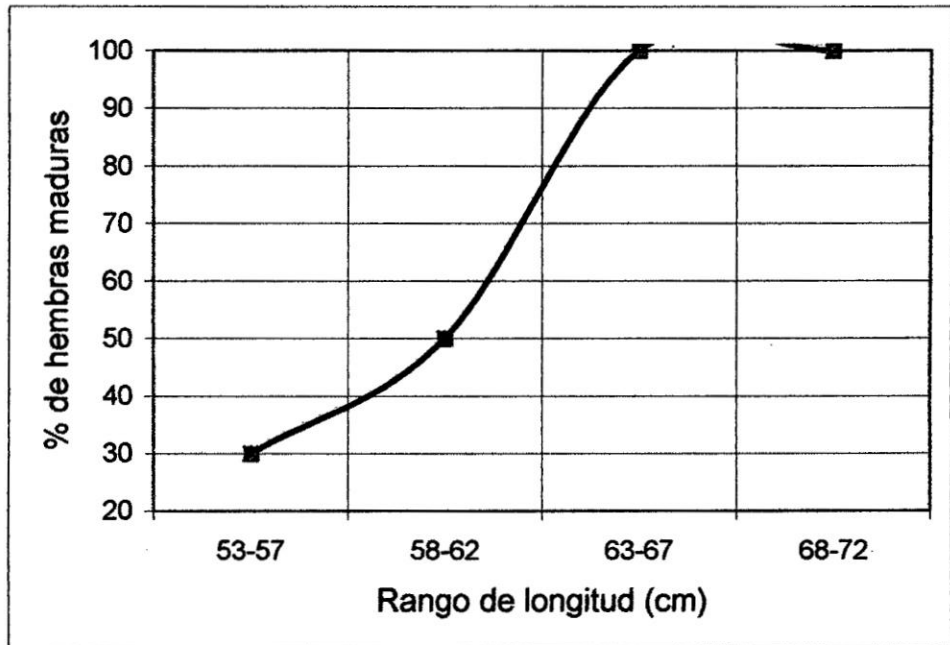


Figura N° 3. Talla de primera maduración sexual establecida para la población de arahuana que habita el área de estudio.  
Fuente: Proyecto

Este resultado es un aporte interesante para el manejo de la especie en la Amazonía peruana (tanto para la pesca ornamental como para la pesca de consumo), ya que permitirá hacer evaluaciones más exactas acerca del impacto de las pesquerías realizadas por las UPC's, de acuerdo al tipo de arte de pesca que se emplea sobre determinadas tallas de la población, infiriendo de esta manera si la pesca repercute significativamente sobre el reclutamiento en un área determinada.

Asimismo, conocer la talla de primera maduración sexual de la especie – lo cual nos indica también la edad aproximada del pez – podría servir de soporte para el manejo de reproductores con fines de producción de alevines en medios controlados.



Tabla N° 3. Escala empírica de grado de madurez propuesta para hembras de arahuana colectadas en el área de estudio.

Estadio	Características
I (inmaduro)	Ovario virgen, presenta un aspecto turgente y un color rosado pálido, no hay presencia de óvulos.
II (en maduración)	Ovarios que presenta óvulos en formación, de tamaño < a 4.5 mm. De diámetro, la coloración de los mismos es amarillo pálido.
III (maduro A)	Ovario con presencia de óvulos pequeños > a 4.5 < a 8.0 mm de diámetro y presentan una coloración amarillo encendido.
IV (maduro B)	Ovario presenta óvulos de mayor tamaño, de 8.0 a 10.0 mm de diámetro y una coloración semejante al del estadio anterior.
V (en reproducción)	Ovario con presencia de óvulos listos para desovar, $\geq$ a 10.0 mm de diámetro y presentan una coloración naranja.
VI (post desove)	Ovario vacío, algunas veces con presencia de óvulos pequeños de color amarillo pálido y vestigios de los desovados, es flácido y poco turgente.

Se tomó como referencia la escala propuesta por NIKOLSKY (1963), citado por LASSO (1996), donde se mencionan seis estadios de madurez para reproductores parciales. Se elaboró, como resultado del estudio, una escala empírica de madurez gonadal teniendo en cuenta los criterios de tamaño, color y apariencia de las gónadas y el diámetro de los óvulos.

Fuente: Proyecto

### 4.3. Época de desove

De acuerdo a los antecedentes y a la observación de dos tamaños de óvulos en el ovario funcional, la población de arahuana presenta reproducción parcial. En la Tabla N° 4 podemos observar los resultados de los promedios mensuales del índice gonadosomático los cuales señalan una baja actividad entre diciembre y enero, aparente inactividad entre febrero y junio y una significativa actividad entre los meses de setiembre a diciembre.

Estos resultados nos indican que el primer desove de la población de arahuana en el área de estudio está comprendido entre octubre y noviembre, con una mayor incidencia en el mes de noviembre.

Tabla N° 4. Índice gonadosomático, entre paréntesis se coloca el n° de individuos estudiados.

Meses	IGS
Diciembre – 2000	3.84 (13)
Enero – 2001	2.64 (03)
Julio – 2001	0.20 (10)
Agosto – 2001	0.72 (08)
Setiembre – 2001	4.17 (06)
Octubre – 2001	6.15 (03)
Noviembre – 2001	3.00 (06)

Fuente: Proyecto

El resultado anterior se convalida al comparar la curva estadística de extracción de larvas y alevines de arahuana en el ámbito regional, (DIREPE, 2001) (Figura N° 4), y la curva de evolución del IGS estimada a lo largo del periodo anual de muestreo (Figura N° 5). Como se puede observar la mayor extracción de alevines en el ámbito regional se realiza en el trimestre Octubre – Diciembre, lo cual coincide con la temporada de desove de la especie en la microcuenca de la cocha El Dorado, de acuerdo a los valores de IGS determinado. Otra referencia que apoya este resultado es el hecho de que en el área de estudio la época de aprovechamiento ornamental de arahuana se inicia a finales de octubre hasta los primeros días de diciembre (ver 4.8.2.), lo cual concuerda con el inicio y declive del periodo de desove.

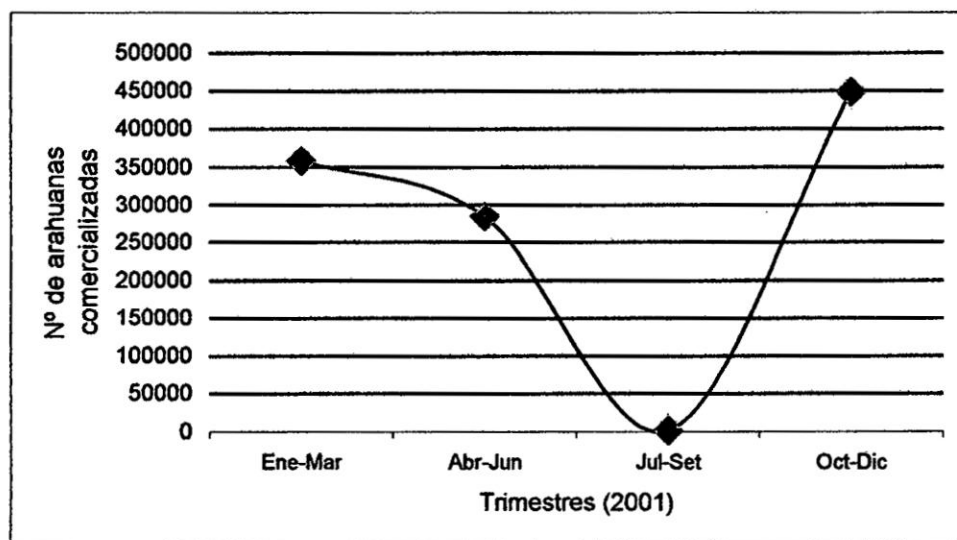


Figura N° 4. Extracción de crías de arahuana a nivel regional (DIREPE, 2001). Fuente: Proyecto.

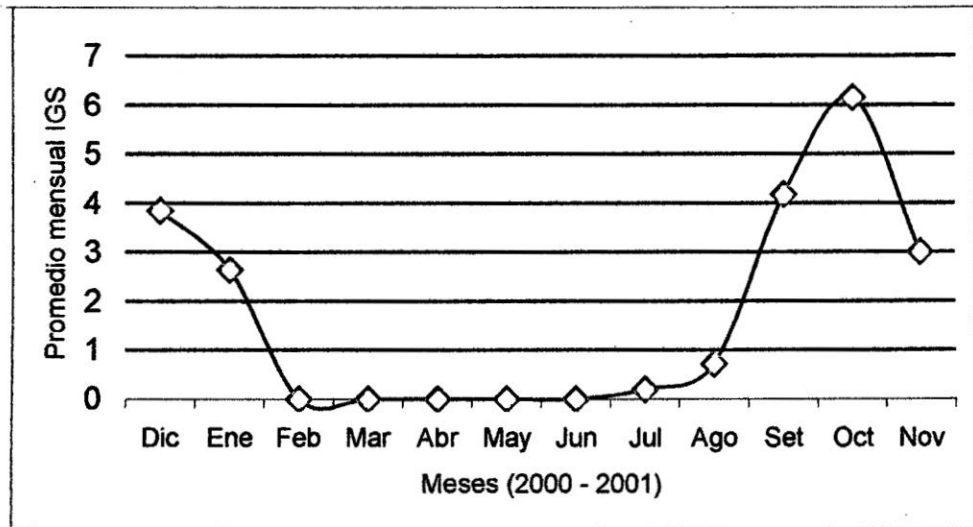


Figura Nº 5. Variación del IGS establecido para el arahuana.  
Fuente: Proyecto.

El resultado obtenido acerca del tipo de desove de la especie, coincide con lo mencionado por TELLO et al. (1992), quienes afirman que el arahuana presenta reproducción parcial. Sin embargo, no hay información suficiente como para asegurar que el segundo desove del arahuana, mencionado por los mismos autores, para el caso del área de estudio, se produzca entre marzo y abril. Aún así, los datos de extracción de crías de arahuana (Figura Nº 4) estarían apoyando esta acotación de manera preliminar (hay que considerar que los datos de extracción de crías de arahuana no indican lugar de procedencia).

#### 4.4. Fecundidad

La información obtenida del conteo de óvulos nos indica que, en el área de estudio el arahuana hembra produce en promedio 250 óvulos.

El número mínimo de óvulos encontrados fue de 175 unidades, pertenecientes a una hembra de 65.5 cm de longitud total y 1.88 Kg. de peso total.

De la misma manera, el número máximo de óvulos encontrados fue de 328 unidades, reportados para una hembra de 72.5 cm de longitud total y 2.05 Kg. de peso total.

En la Tabla N° 5 se muestra la cantidad de óvulos que produce la población de arahuana en el área de estudio, en relación a su longitud y peso total.

Tabla N° 5. Número de óvulos en relación a las longitudes y pesos de los especímenes colectados en 2000 y 2001.

Número de óvulos	Longitud (cm)	Peso (kg)
213	61.0	1.400
230	64.5	1.700
175	65.5	1.875
245	67.0	1.950
235	68.0	2.045
198	69.0	1.800
270	69.5	2.050
205	70.0	2.100
247	71.0	2.050
260	72.0	2.200
328	72.5	2.050
268	73.0	2.160
322	74.0	2.450
254	74.5	2.550
295	75.0	2.450
245	75.5	2.325
210	76.0	2.500
260	76.0	2.725
265	77.0	2.575

Fuente: Proyecto

Este resultado sobrepasa lo indicado por GOULDING (1980), quien reporta, para la cuenca del río Machado en Brasil, una producción de óvulos entre 182 a 210. Esto indicaría de manera preliminar que en la RNPS existirían condiciones favorables para el desarrollo óptimo de la especie, como oferta de alimento, entre otros, relacionados con la producción de óvulos.

La figura N° 6 nos muestra la recta ajustada equivalente al resultado del análisis de correlación entre la variable independiente X (longitud total) y la variable dependiente Y (n° de óvulos producidos por hembra), el modelo explica solo el 25% de la relación entre estas dos variables, el 75% restante se debe al azar.

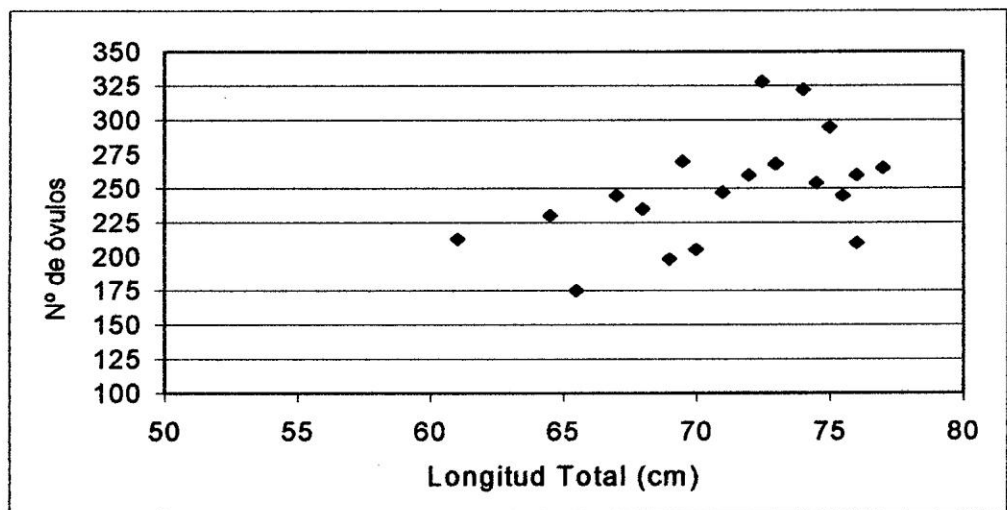


Figura N° 6. Recta de ajuste en relación a la longitud total vs. el n° de óvulos producidos por hembra del arahuana en el área de estudio. Fuente: Proyecto.

La figura N° 7 nos muestra la recta ajustada equivalente al resultado del análisis de correlación entre la variable independiente X (peso total) y la variable dependiente Y (n° de óvulos), el modelo explica solo el 19% de la relación entre estas dos variables el 81% restante se debe al azar.

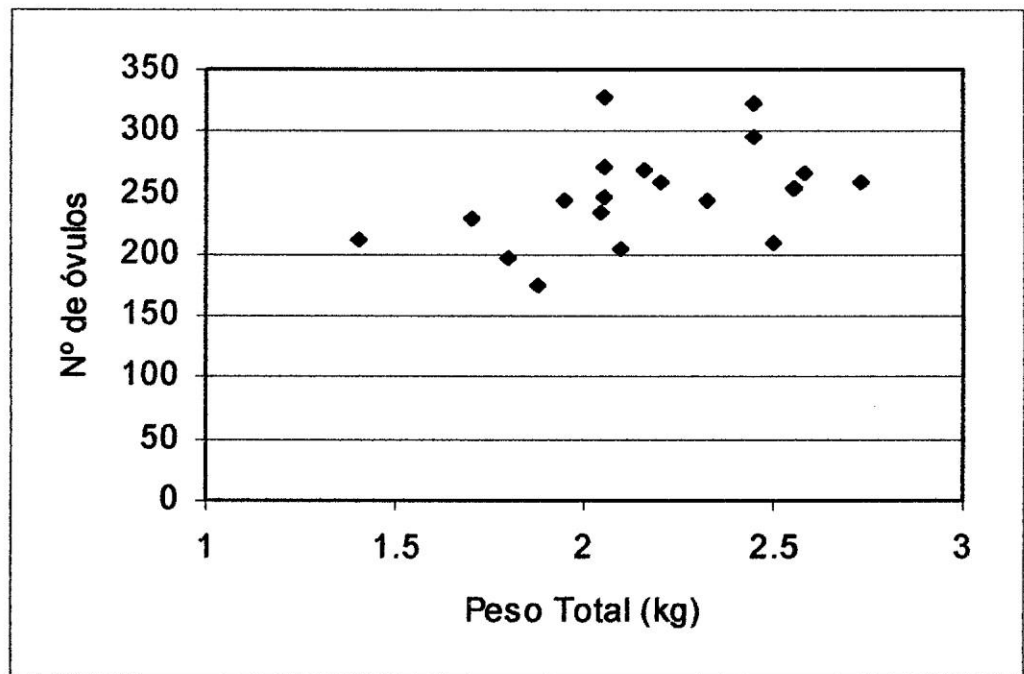


Figura N° 7. Recta de ajuste en relación al peso total vs. el n° de óvulos producidos por hembra del arahuana en el área de estudio.

Fuente: Proyecto.

Las hembras de arahuana presentan un solo ovario funcional (el izquierdo); característica reportada también para la especie paiche *Arapaima gigas*.

En los ovarios colectados se observó la presencia de dos tipos de oocitos: los maduros listos para el desove y los oocitos pequeños sin vitelo que serían desovados en el siguiente periodo reproductivo. Los oocitos maduros presentaron un diámetro de 1 cm y una coloración naranja (Anexo N° 13).

#### 4.5. Proporción por sexos

Respecto al reconocimiento del sexo se encontró que el ovario se presenta como una sección cilíndrica de color rosado repleto de folículos. El testículo está conformado por una sección más larga de forma aplanada y de coloración rosada de distinta intensidad.

Para esta variable se ejecutaron 24 lances, obteniéndose en total 90 ejemplares, que fueron examinados para determinar sus respectivos sexos. Se calculó la proporción sexual absoluta para la población de arahuana en el área de estudio, obteniéndose como resultado (Tabla N° 6) que el 44.44% de los ejemplares capturados fueron machos y el 55.56% fueron hembras. Este resultado fue sometido a la prueba de Chi cuadrado, obteniendo que la proporción por sexos para la población de arahuana en el área de estudio es 1 macho para 1.2 hembras.

Tabla N° 6. Proporción por sexo para la especie arahuana en la cocha El Dorado.

Datos Analizados	% Machos	% Hembras
Total de ejemplares capturados (90)	44.44	55.56
Proporción Macho/Hembra	1	1.2

Fuente: Proyecto

La figura N° 8 muestra el porcentaje de sexos obtenido para cada lance ejecutado en el periodo de muestreo.



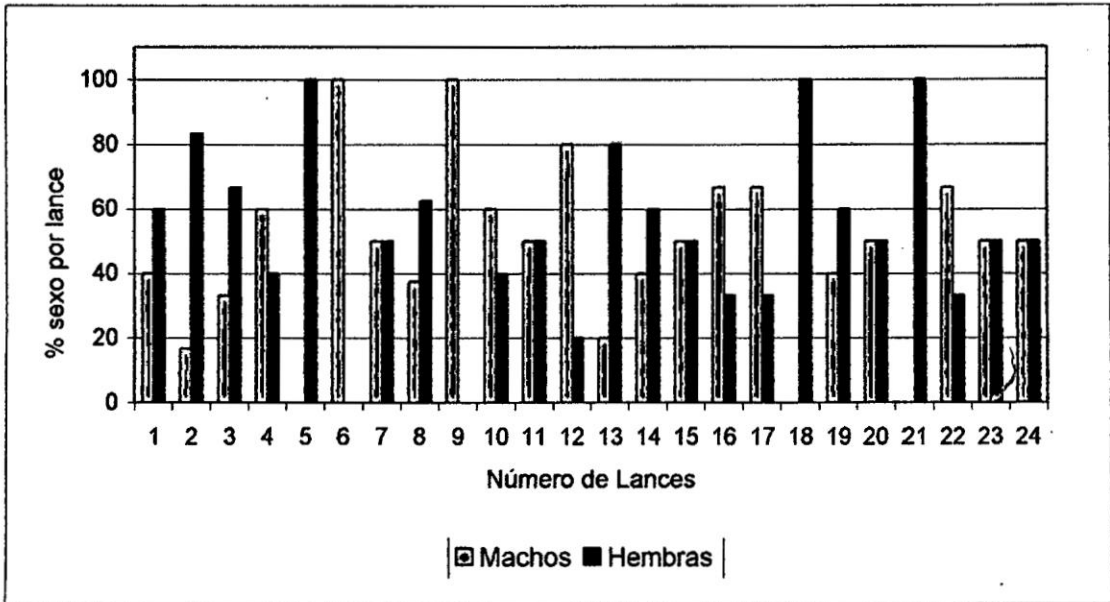


Figura N° 8. Porcentaje de sexos de la especie arahuana obtenido por lance.  
Fuente: Proyecto.

Estos resultados demuestran que la pesquería ornamental del arahuana, realizada por la UPC Yacutaita en la cocha El Dorado - teniendo en cuenta que la pesca esta dirigida hacia los machos para la extracción de las crías y suponiendo que esto ha originado una disminución de los mismos- podría estar repercutiendo sobre la proporción sexual esperada que es de 1:1 (PRADA-PREDREROS & AGUILAR-GALINDO, 1997), necesaria para una recuperación o mantenimiento eficiente de la población y el reclutamiento de nuevos individuos al stock natural.

#### 4.6. Proporción por talla y reclutamiento

Conociendo las correspondencias exactas entre las edades y las tallas de individuos, y apoyándonos en información referencial (CASTRO & SANTAMARÍA, 1993) y en la información proporcionada por los pescadores, se establecieron dos grupos de tamaño, de acuerdo al rango de talla obtenido de los muestreos: 1) ejemplares de 50 cm a 73 cm, que incluyeron teóricamente individuos de 3. a 4 años de edad (juveniles y adultos recientes), y 2) ejemplares de más de 74 cm, que incluyeron teóricamente individuos de más de 4 años de edad (adultos mayores).

La figura N° 9 nos indica que la población de arahuana en el área de estudio se encuentra en condición estacionaria, presentando una distribución más o menos uniforme de los grupos de talla-edad propuestos. Existe una proporción en pirámide entre los individuos menores de 74 cm (63.73%) en relación a los individuos mayores a 74 cm (36.27%).

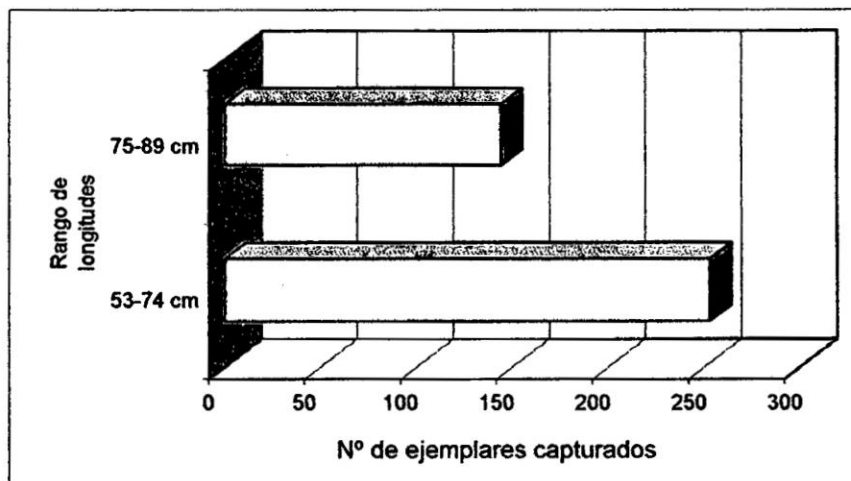


Figura N° 9. Distribución de la población de arahuana por rango de talla.  
Fuente: Proyecto

condiciones establecidas en el área en las estaciones de vaciante y creciente de los ríos.

#### **4.8. Evaluación de la pesquería ornamental del “arahuana”**

##### **4.8.1. Aspectos generales**

###### **4.8.1.1. Equipos de pesca**

- **Artes de pesca**

En la cocha El Dorado de la RNPS el arahuana es capturada para el aprovechamiento de sus crías mediante el empleo de redes agalleras de 4.5 y 5 pulg. de abertura de malla, hechas con hilo número 9 y 12 respectivamente, de 40 y 60 brazas de largo y 3 brazas de ancho, cuyo diseño comprende flotadores en la relinga superior, mas no tiene plomos ni relinga inferior.

En la región este tipo de arte de pesca es conocido como red trampa. Anteriormente la captura de los adultos para el aprovechamiento de las crías se realizaba utilizando aparejos de pesca artesanales como flechas y arpones.

No existen datos sobre el uso de otras artes o aparejos de pesca para el aprovechamiento de larvas y alevines de arahuana. El uso

de la red trampa en la actualidad esta generalizado para toda la Reserva. Se utiliza también, de manera complementaria, redes de mano de malla fina o pusahuas, de alcance y capacidad variables, para la captación directa de las larvas o alevines que caen al agua al momento en que el arahuana adulto se enreda en la trampa y abre la boca tratando de liberarse, y causa generalmente la salida de las crías, que son recogidas con el mencionado aparejo.

- **Embarcaciones Pesqueras**

Para el aprovechamiento de larvas y alevines de arahuana en la cocha El Dorado, se emplean dos tipos de embarcaciones pesqueras. La primera lo conforma un bote de 12 m de eslora cuya capacidad de carga es de 3 a 4 TM, el cual es movido por un motor fuera de borda de 15HP o peque peque de 16HP. La función de este bote es trasladar a los pescadores y los equipos de pesca a las zonas de captura y para el almacenamiento y transporte de las cajas alevineras una vez terminada la faena de pesca. También es usado para sacar el producto fuera de la Reserva para su comercialización respectiva. El segundo tipo de embarcación lo conforman canoas pequeñas de 3 ó 4 m de largo, que sirven a los pescadores para realizar la pesca.

#### 4.8.1.2. Áreas de pesca

- **Distribución de la pesca**

La microcuenca de la cocha El Dorado presenta zonas de mayor concentración poblacional de arahuana, y en consecuencia de mayor explotación ornamental.

Tal como lo muestra la Tabla N° 7, para las campañas de aprovechamiento del año 2000 y 2001, la mayor producción de larvas y alevines de arahuana fue extraída de la zona denominada "Llanchama", con 35.6% para el año 2000 y 37.2% para el año 2001, de la captura total por año; seguido de la zona norte y alto Yanayacu con 32.6% y 32.2% respectivamente; y, finalmente, la zona sur oeste con 31.8% y 30.6% (Anexo N° 3).

Tabla N° 7. Distribución de la pesca en el área de estudio por zonas de captura y producción.

Zonas de Pesca	Producción (unid.)		% Captura	
	2000	2001	2000	2001
Zona de Llanchama	10064	8573	35.6	37.2
Zona Norte y Alto Yanayacu	9216	7420	32.6	32.2
Zona Sur Oeste	8990	7052	31.8	30.6

Fuente: Proyecto

- **Ubicación de la pesca en el área de estudio**

En la microcuenca de la cocha El Dorado la captura de los ejemplares adultos machos de arahuana, para el aprovechamiento de sus crías, sucede con mayor frecuencia entre los primeros 15 metros a partir de la orilla.

La pesca también se ejecuta en una zona abierta de poca profundidad que se encuentra ubicada en la zona norte de la cocha; como también en sus caños aledaños en la zona de Llanchama y alto Yanayacu (Anexo N° 3).

- **Profundidad de las capturas**

Las redes agalleras tipo trampa, utilizadas para la captura de los adultos y la colecta respectiva de sus crías, tienen un ancho promedio de 3 brazas (4.5 m). No se utilizan redes de mayor anchura ya que la especie tiene preferencia por el estrato superior del cuerpo de agua y las zonas someras cercanas a la orilla.

#### **4.8.2. Época de pesca**

En la microcuenca de la cocha El Dorado, la época de pesca comprende entre los meses de octubre a diciembre, la cual coincide

con el inicio del ciclo reproductivo de la especie (ver época de desove en 4.3.) y la estación de vaciante.

Esta última variable permite un aprovechamiento óptimo de la pesca debido al fenómeno de estiaje que se produce en la cocha, el cual reduce el espacio de distribución de la población optimizando el esfuerzo de captura. Ambas variables condicionan el tamaño de las capturas por campaña y están relacionadas entre si, tal como lo veremos a continuación.

La figura N° 13 muestra el porcentaje de las capturas mensuales efectuadas en los años 2000 y 2001. Como se puede apreciar, la pesca se inicia en octubre con un 24%, incrementándose en noviembre donde la captura llega a un 69%, para disminuir finalmente en el mes de diciembre con una captura promedio equivalente al 7%.

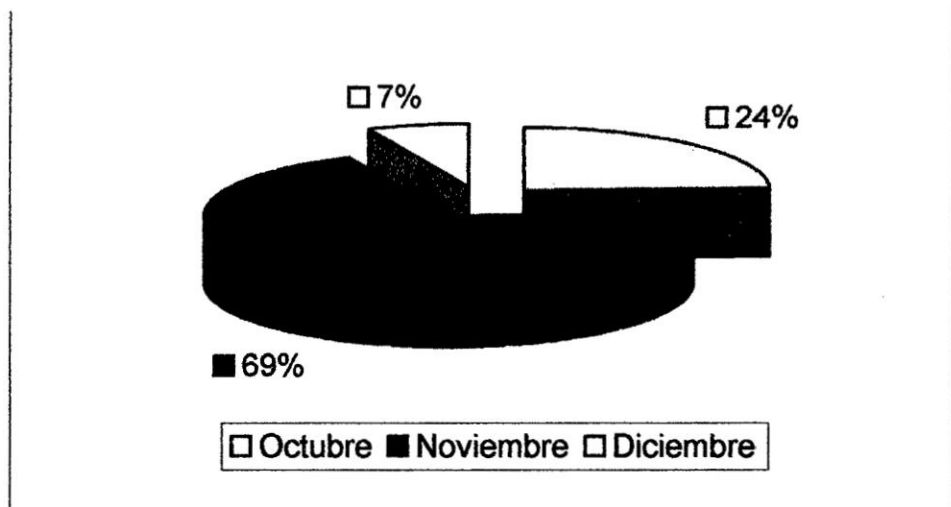


Figura N° 13. Porcentaje de captura mensual de crías de arahuana en el área de estudio en los años 2000 y 2001.

Fuente: Proyecto

La temporada de pesca de larvas y alevines de arahuana en el área de estudio depende de cuan rápido los pescadores pueden conseguir una cantidad de crías que se aproxime a la cuota de pesca establecida por el Estado, para la campaña respectiva. La figura N° 14 muestra el lapso que dura la temporada de pesca en relación al tamaño de la captura mensual conseguida. Como podemos observar, en el año 2000 la pesca se produjo entre octubre y noviembre, debido a los altos rendimientos obtenidos, equivalente a una cantidad de extracción de 28270 crías; mientras que en año 2001 la pesca se extendió hasta diciembre debido al bajo rendimiento obtenido en los meses de octubre y noviembre, con una cantidad de 23045 crías.

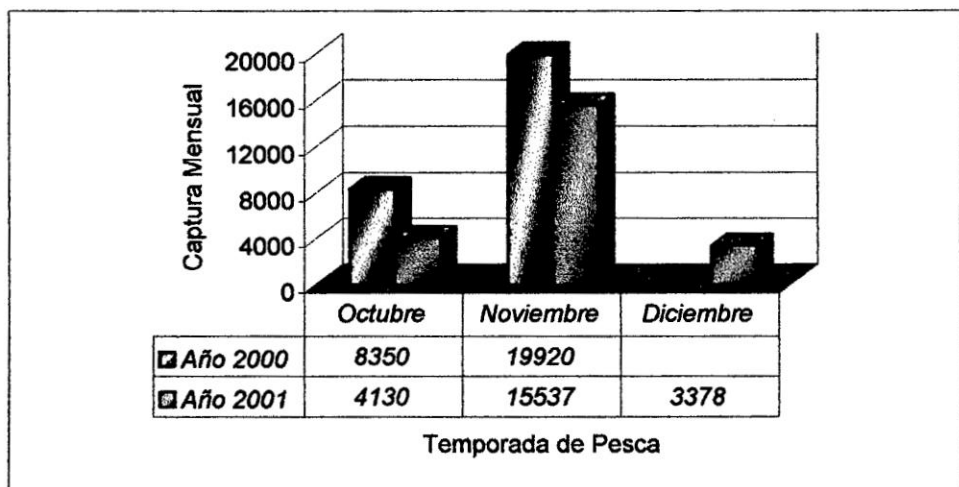


Figura N° 14. Duración de la pesca en relación al tamaño de captura.  
Fuente: Proyecto

Los rendimientos de la pesca dependen entre otros factores de la actividad gonadal de la especie, la misma que está estrechamente relacionada con la temperatura del agua (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993), ya que a mayor temperatura más rápido



ocurrirá el desove, lo que acortará la temporada de pesca, debido a la mayor cantidad de crías que pueden ser colectadas por faena. Si el desove se retrasa, la temporada de pesca de la especie es más duradera y menos efectiva (se incrementan las faenas), produciendo una disminución en los rendimientos de la pesca. En la Amazonía los niveles de agua de los ríos están relacionados con el ciclo hidrológico y la cantidad de precipitación, los cuales determinan la temperatura que ocurren en los cuerpos de agua naturales; finalmente estos factores influyen en el tiempo de duración del periodo reproductivo y en el desarrollo de los huevos, larvas y alevines de los peces.

Para confirmar esta hipótesis se consiguieron datos registrados del nivel mensual del agua del río Ucayali (por ser el más cercano al área de estudio), como también datos de precipitación mensual de la región, para los años 1999, 2000 y 2001 (Dirección Regional de Agricultura, 2002); datos que fueron confrontados con los porcentajes de captura mensual de larvas y alevines de arahuana en sus diferentes estadios, que fueron reportados por la UPC Yacutaita para las campañas de aprovechamiento de los años mencionados. Para entender mejor esta relación se elaboró una tabla de estadios de desarrollo (Tabla N° 12 en 4.8.6. y Anexo N° 16, 17, 18 y 19), la cual resalta tres estadios larvales previos al estadio de alevine. Los estadios larvales 1 y 2 son denominados como "echados"; el estadio larval 3 es denominado como "parados"; y el estadio de alevine es denominado como "volador". Finalmente se pudo realizar las siguientes comparaciones:

La figura N° 15 nos indica las variaciones mensuales del nivel del río Ucayali para los años 1999, 2000 y 2001. Las curvas nos muestran que en los años 1999 y 2001 el río Ucayali alcanzó su nivel más bajo en los meses de setiembre y agosto respectivamente, iniciándose luego la temporada de creciente; es decir, que la estación de máxima vaciante no duró más de un mes en los años mencionados. Por otro lado, en el año 2000 se observó que el río alcanzó su nivel mínimo en setiembre, para luego tener un leve incremento en octubre, volver a su mínimo nivel en noviembre e iniciar la estación de creciente en diciembre. Esto nos demuestra que en el año 2000 la temporada de vaciante tuvo un comportamiento estable.

La figura N° 16 nos indica las variaciones mensuales de la precipitación pluvial para los años 1999, 2000 y 2001. La curva de precipitación nos muestra que en los años 1999 y 2001 hubo más días de lluvia en los meses críticos del periodo reproductivo de la especie (setiembre-noviembre), con un valor de precipitación que sobrepasó los 500 mm; en comparación con lo sucedido en el año 2000 en el que hubo menos días de lluvia, con un valor de precipitación equivalente a no mayor de 311.4 mm.

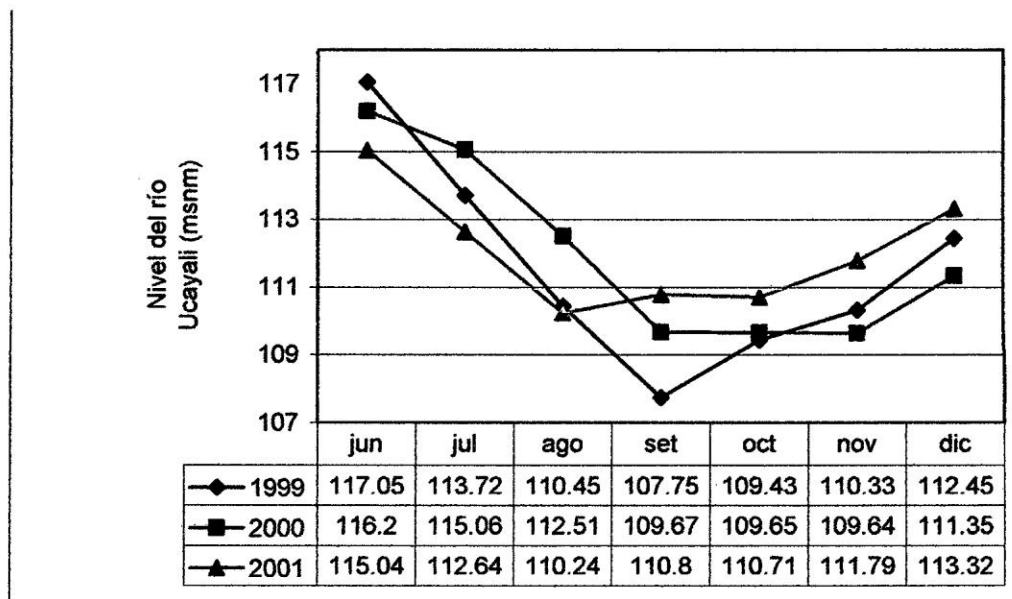


Figura N° 15. Variación del nivel del río Ucayali entre 1999 y 2001.  
Fuente: Dirección Regional de Agricultura  
Elaborado por: Proyecto

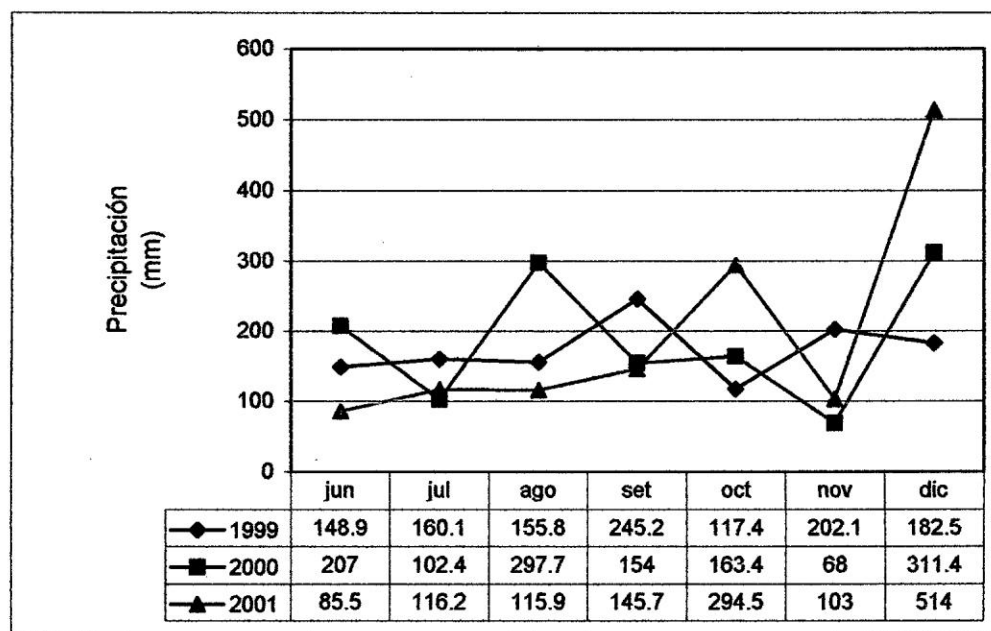


Figura N° 16. Variación de la precipitación pluvial entre 1999 y 2001.  
Fuente: Dirección Regional de Agricultura  
Elaborado por: Proyecto

La figura N° 17 nos muestra los porcentajes de echados extraídos entre los años 1999 y 2001, en relación a la captura mensual obtenida. Como podemos observar, en 1999 y 2001 existen porcentajes elevados de extracción de echados en los meses de octubre y noviembre, ocurriendo inclusive un incremento del porcentaje para el mes de diciembre, extendiéndose la temporada de pesca por tres meses. Por otro lado, en el año 2000 observamos porcentajes bajos de extracción de echados en los meses de octubre y noviembre, culminando la pesca en solo dos meses.

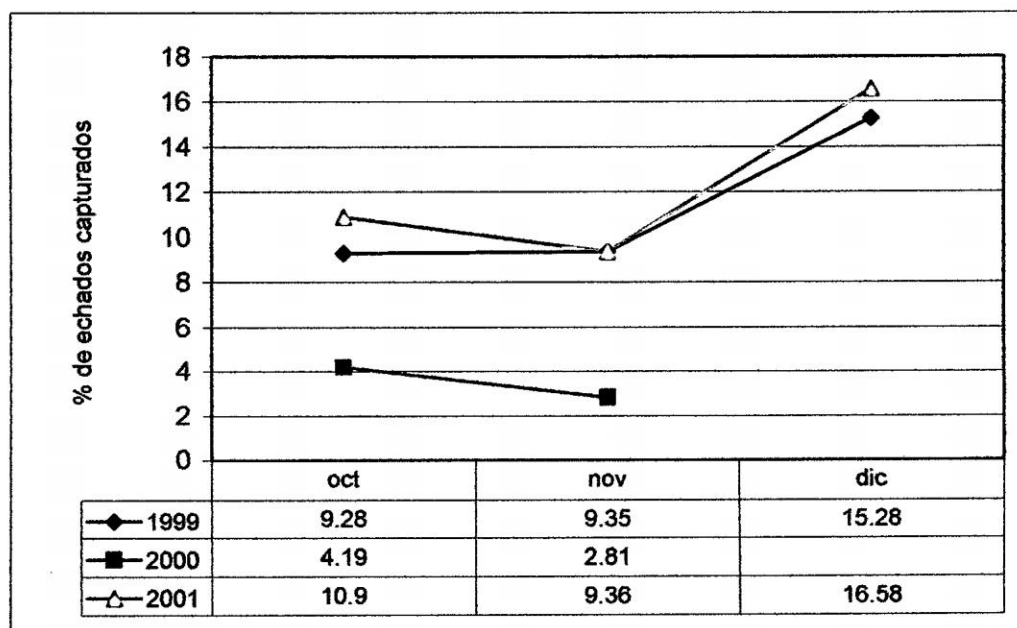


Figura N° 17. Variación de los porcentajes mensuales de captura de larvas echadas entre 1999 y 2001. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto

La figura N° 18 nos muestra los porcentajes de extracción de parados y voladores en relación a la captura total por mes, ocurridos en los años 1999, 2000 y 2001. Como se puede observar, las curvas para los años

1999 y 2001 presentan valores similares, menores a los porcentajes de captura obtenidos en el año 2000, notándose que la temporada de pesca en los años 1999 y 2001 se extiende hasta diciembre, mientras que en el año 2000 la pesca duró hasta el mes de noviembre.

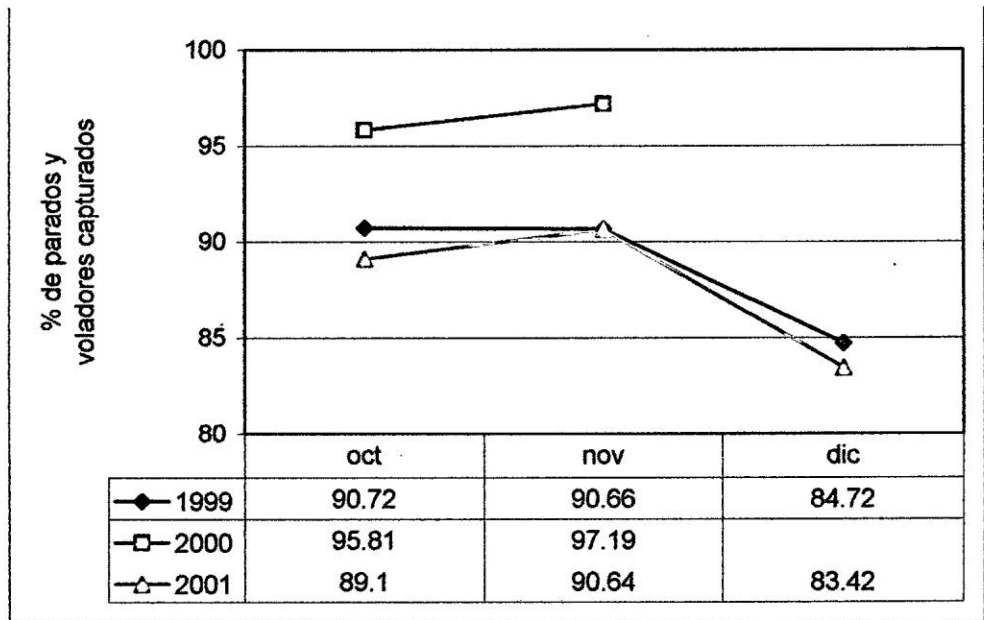


Figura N° 18. Variación de los porcentajes de captura mensual de crías paradas y voladoras entre 1999 y 2001. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto

La figura N° 19 nos indica que en el año 1999 el nivel del río presentó una curva pronunciada y ascendente entre los meses de octubre a diciembre, con una diferencia de nivel de 4 m. La curva de porcentajes de captura de larvas echadas para este año nos muestra valores para los meses de octubre y noviembre de 9.28% y 9.34% respectivamente, con un incremento pronunciado para el mes de diciembre (15.28%).

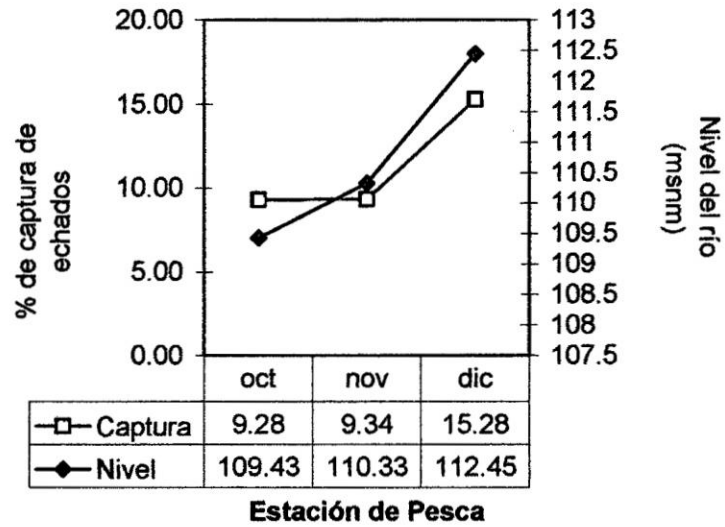


Figura N° 19. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación de nivel del río Ucayali en 1999. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto

La figura N° 20 nos muestra que en el año 2001 el nivel del río presentó la misma curva que en el año 1999 para los meses de octubre a diciembre con una diferencia de nivel de 4 m. La curva de porcentajes de captura de larvas echadas tiene la misma tendencia que lo ocurrido en 1999, con valores similares para los meses de octubre y noviembre (10.90% y 9.36%) y un incremento pronunciado para el mes de diciembre (16.58%).

La figura N° 21 nos indica que en el 2000 el nivel del río presentó una curva diferente, con un declive de nivel entre los meses de octubre y noviembre para alcanzar finalmente un nivel mayor de 2 m para diciembre. La curva de porcentajes de captura de larvas echadas muestra una tendencia descendente con valores menores octubre y

noviembre (4.19% y 2.81%) en comparación a los años de 1999 y 2001, no habiéndose realizado pesca en el mes de diciembre.

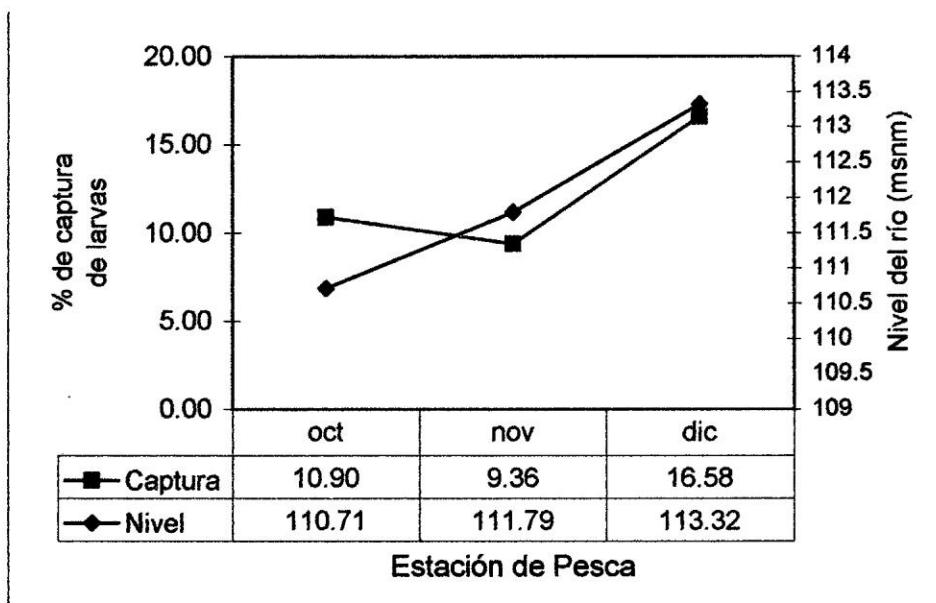


Figura N° 20. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación del nivel del río Ucayali en 2001. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto

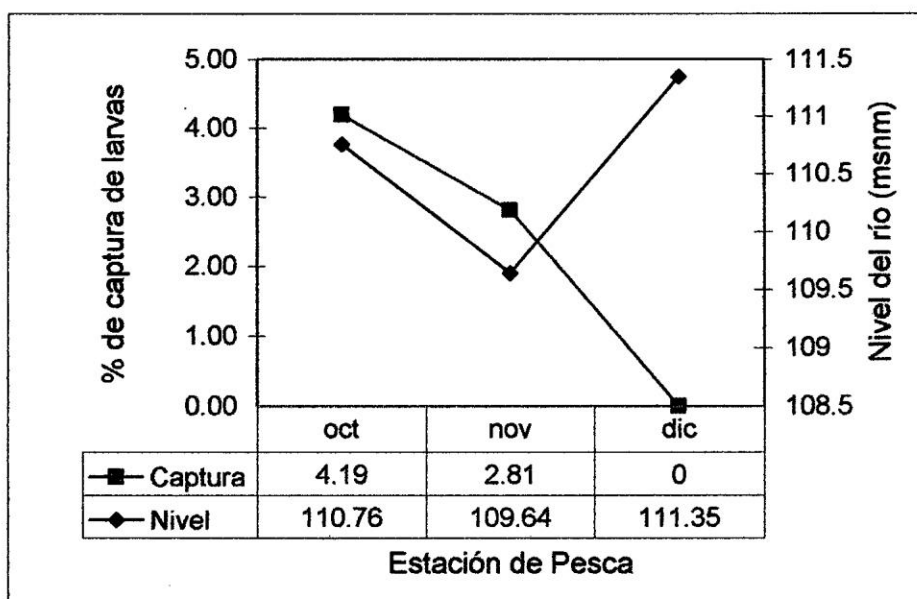


Figura N° 21. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación del nivel del río Ucayali en 2000. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto

Las figuras N° 22, 23 y 24 nos indican que es posible que exista una relación entre la cantidad de precipitación ocurrida y los porcentajes de captura de larvas echadas. Como podemos observar en 1999 y 2001 los porcentajes de captura de larvas echadas son elevados en los meses de octubre y noviembre, más un incremento significativo en diciembre. Para 1999 tenemos que las lluvias se incrementaron desde octubre a noviembre con valores de 117.4 y 202.1 mm; mientras que en el año 2001 los valores entre octubre y noviembre fueron de 294.5 y 103 mm. Por otro lado, en el año 2000 tenemos porcentajes mínimos de captura de echados para los meses de octubre a noviembre y una precipitación equivalente a 163.4 y 68 mm respectivamente. Esto nos indica que en noviembre del año 2000 no hubo muchos días de lluvia, lo cual influyó en la actividad reproductiva de la especie y en consecuencia, en el mejor rendimiento de la pesquería.

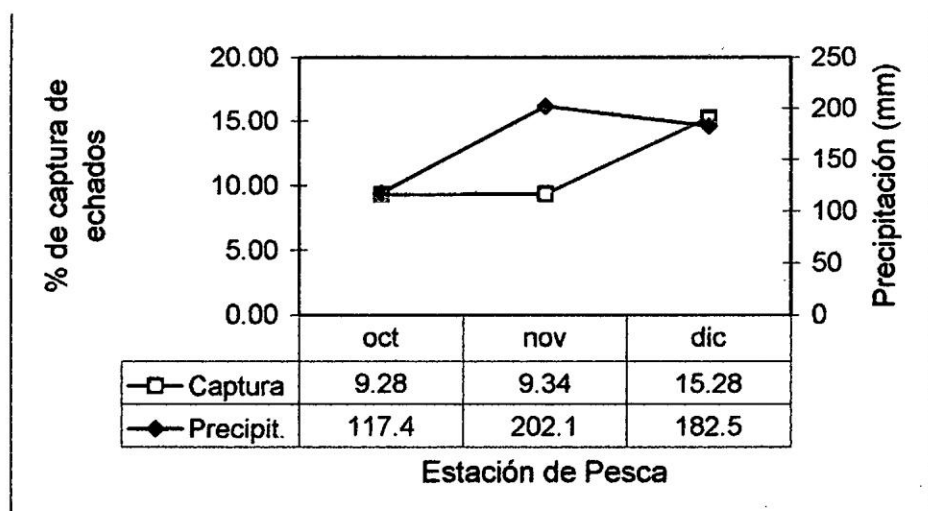


Figura N° 22. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación de precipitación en 1999. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto



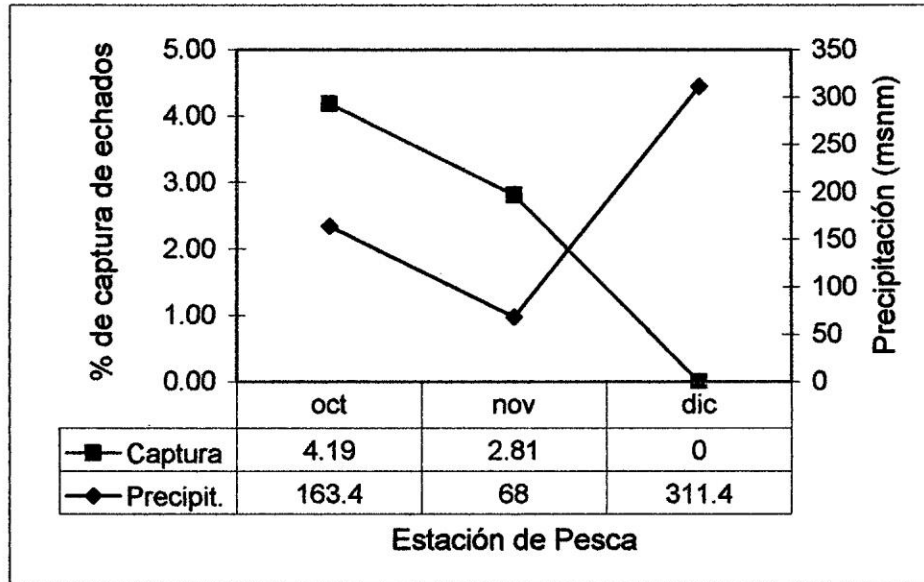


Figura N° 23. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación de precipitación en 2001. Fuente: Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto.

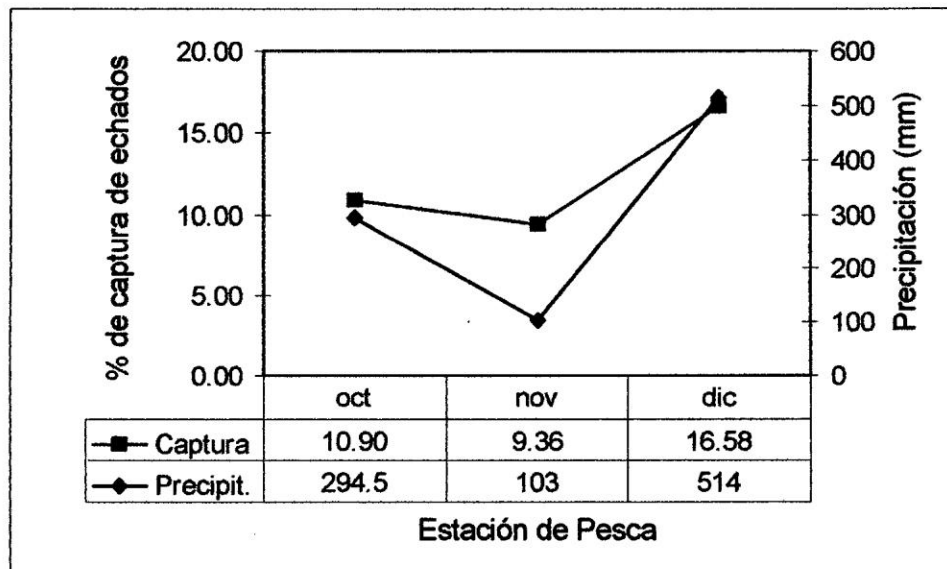


Figura N° 24. Porcentaje de captura de larvas echadas vs. la variación de precipitación en 2000. Dirección Regional de Agricultura. Elaborado por: Proyecto.

El análisis conjunto de estas comparaciones nos indica que la hipótesis planteada es posible; sin embargo se considera necesario hacer un

seguimiento de las campañas venideras a fin de conseguir mayor número de datos que permitan aplicar índices de correlación estadística y en consecuencia obtener resultados altamente confiables.

Aún así, estos resultados preliminares permitirán a los actores involucrados en esta pesquería, manejar otras variables que pueden ser útiles al momento de definir con el Estado las cuotas de captura para el área de estudio.

Suponiendo por ejemplo que se produzca un declive de los rendimientos de pesca en la cocha, estos no sólo podrían ser originados por el impacto de la pesca sobre el recurso, sino también como consecuencia del ciclo hidrológico y la precipitación pluvial.

### **4.8.3. Operaciones de pesca y resultados**

#### **4.8.3.1. Descripción del método de pesca**

La pesca de arahuana con fines ornamentales se refiere a la obtención de larvas o alevines vivos de esta especie para su comercialización, a través de la captura de los ejemplares machos adultos, ya que estos cuidan la prole en los primeros estadios de desarrollo, lo que compensa el pequeño número de crías producidas (Anexo N° 15). Dicho comportamiento consiste en la captación de las crías dentro de la boca por parte del macho a fin

de asegurar la supervivencia de las crías frente a posibles depredadores (RHIEL & BAENSH, 1991).

Teniendo en cuenta este comportamiento, los pescadores realizan la faena de pesca ornamental de arahuana en grupos de 4 a 7 miembros, los mismos que tienen funciones específicas al momento de la captura, la cual se desarrolla de la siguiente manera:

- La pesca se inicia con la búsqueda de los ejemplares adultos mediante la observación directa y teniendo en cuenta las zonas productivas aprovechadas en años anteriores. Esta acción lo realizan pescadores experimentados, que se desplazan en canoa por la orilla de la cocha (Anexo N° 20, 21 y 23).
- Una vez ubicado el cardumen se procede al extendido de la red agallera a lo largo de la orilla formando un semicírculo. Si la pesca se realiza en zonas abiertas de poca profundidad se procede a unir y extender dos redes de manera lineal. Esta acción es ejecutada por dos pescadores en una canoa, quienes se denominan "largadores" (Anexos N° 24 y 25).
- Luego se procede a golpear el agua con unas varas de caña brava redonda o "tanganas" de aproximadamente 2.5 metros de longitud, con el fin de hacer que los peces se dirijan hacia la red

y sean capturados. En el caso de la captura en orillas, por lo general hay un encargado de esta acción conocido como "paleador" (Anexo N° 26). Para el caso de la pesca en zonas abiertas de poca profundidad el número de "paleadores" es de 2 a 3, dependiendo de las condiciones del área (presencia de vegetación acuática).

- Una vez que las arahuanas caen en la red se procede a revisar de manera rápida la boca de cada uno de los ejemplares capturados para observar la presencia o no de larvas o alevines. Si no hubiera presencia de crías se procede a liberar a los ejemplares (Anexo N° 27, 28 y 29).
  
- Si hubiera presencia de larvas o alevines en la boca de las arahuanas capturadas, estos son colectados utilizando una red de mano de mango largo, mediante sacudidas suaves, sujetando firmemente la cabeza del ejemplar. Este procedimiento tiene que ejecutarse de manera rápida, de lo contrario, las arahuanas adultas suelen soltar las larvas o alevines de la boca. Cuando esto sucede las larvas o alevines son capturados directamente del agua utilizando las mismas redes de mano. Una vez obtenidas las crías se procede a liberar al reproductor de tal manera que no vuelva a enredarse en la red y sea victimado por depredadores (Anexo N° 30, 31, 32, 34, 35 y 37).

- Las larvas o alevines obtenidos son colocados en las cajas alevineras de madera, forradas con una bolsa plástica. Por lo general se usa una caja para el total de larvas o alevines obtenidos por progenitor. Se suele colocar ramas con hojas para cubrir las cajas y evitar la calentura por el sol. Si la faena de pesca es corta, por lo general se procede a dejar las cajas en las orillas en zonas sombreadas, para evitar movimientos bruscos y exceso de luz. Al terminar la faena de pesca estas cajas son recogidas, se procede al recambio de agua y son transportados al centro de acopio (Anexo N° 33 y 36).

El operativo de pesca ejecutado por la UPC Yacutaita es altamente selectivo, debido a que el diámetro de abertura de malla de la red trampa impide la captura de otras especies que no son objeto de la pesca. Es también altamente eficaz ya que permite la obtención de larvas y alevines por lance ejecutado, con un total de captura que varía entre 500 a 1000 individuos por faena, dependiendo de las zonas de menor o mayor producción.

En cuanto a los impactos de la pesca ejecutada por la UPC Yacutaita sobre el ecosistema de la cocha, existe la preocupación por parte del Estado de la posible repercusión que estaría originando el paleado del agua, que es parte del operativo de pesca, sobre la vegetación acuática y su fauna adherida, como también del posible impacto que genera la remoción de fondo

sobre la supervivencia de otras especies que comparten hábitat con la arahuana. Sobre el primer punto es necesario mencionar que son pocas las zonas de captura afectadas que presentan vegetación acuática, en relación al tamaño total aprovechable de la cocha, y que dicha vegetación muchas veces no es estable si no que se mueve de acuerdo a la dirección del viento y de la corriente del agua. Por tal motivo, el impacto sobre este micro hábitat no es significativo. Por lo general los pescadores buscan zonas despejadas a fin de obtener mejores rendimientos por faena de pesca. En cuanto al segundo punto podemos afirmar que no existe remoción de fondo que origine mayores impactos ya que los paleadores golpean el agua desde sus canoas, utilizando las tanganas para moverse de un lado a otro.

#### **4.8.3.2. Acopio y manejo de larvas y alevines**

Una vez en el centro de acopio las larvas y alevines son contados, separados y colocados en las cajas alevineras en cantidades de 70 a 80 individuos. Las cajas son colocadas una encima de otra, formando columnas de un máximo de doce cajas para el mejor manejo de las mismas al momento de realizar el recambio de agua.

Dichas cajas alevineras están hechas de madera topa cuyas dimensiones son de 37x37x 9.5 cm, forradas por una bolsa de plástico cada una (Anexo N° 37).

El recambio de agua de las cajas alevineras se realiza dos veces al día con un rango de 8 horas (por lo general el primer recambio se realiza en las primeras horas de la mañana y el segundo hacia media tarde).

Esta actividad se realiza con el fin de renovar el oxígeno disuelto en el agua y evitar la contaminación por excretas. La cantidad de agua depositada por caja depende del estadio de desarrollo de las larvas y alevines. Para el caso de las crías en estadio larval 1 y 2 (echados) el agua en la caja varía entre 1 y 2 cm de profundidad. Para el caso de los estadios larva 3 y alevine (paradas y voladoras) la cantidad de agua varía entre 4 y 5 cm.

El agua utilizada para el recambio es recogida de la misma cocha y depositada en recipientes de plástico de capacidad variable (entre 20 a 100 litros), con el fin de efectuar la sedimentación.

Este procedimiento permite que las partículas suspendidas en el agua a utilizar en el recambio sean separadas, evitando que éstas sedimenten en el fondo de las cajas alevineras y produzcan rozamiento con el saco vitelino de las larvas, lo que provocaría daño a esta estructura y produciría infecciones micóticas o bacterianas.

Sin embargo, el almacenamiento prolongado del agua para su sedimentación produce la pérdida del oxígeno disuelto en el mismo, lo que también afecta el desarrollo de los alevines. Ambos criterios se toman en cuenta para evitar la mortalidad en el acopio.

Asimismo, se observó la aplicación de tetraciclina, permanganato de potasio y sal común, para el tratamiento y prevención de enfermedades micóticas y/o bacterianas.

La aplicación de las sustancias arriba mencionadas por parte de los pescadores es totalmente empírica ya que no manejan dosificaciones y basan la utilización de éstos teniendo en cuenta la coloración que presenta el agua al reaccionar con la sustancia aplicada. Para el caso de la aplicación de sal el agua es saboreada para cuantificar la dosis.

Todo este sistema de acopio y manejo de larvas y alevines realizado por la UPC Yacutaita resulta ser relativamente eficaz, habiéndose encontrado algunas dificultades en el manejo de las larvas en estadio I o echados, ya que estas son muy susceptibles al manipuleo y al tratamiento de patologías, lo que produjo una mortalidad promedio equivalente al 10% de la captura total registrada para las campañas de aprovechamiento evaluadas. Por este motivo es necesario capacitar a los miembros de la UPC



Yacutaita en el manejo de dosificaciones para el tratamiento de patologías, lo que incrementaría la producción de la pesquería.

#### 4.8.3.3. Captura por unidad de esfuerzo

La Tabla N° 8 nos indica las correlaciones entre el número de alevines capturados y las unidades potenciales de esfuerzo asumidas. Como podemos observar, aunque las correlaciones obtenidas tengan relativa significancia, estos resultados apuntan al número de pescadores como la unidad de esfuerzo a considerar.

Tabla N° 8. Correlaciones entre el número de alevines capturados y unidades potenciales de esfuerzo.

Unidades de Esfuerzo	Correlaciones
BOYAS	0.31
<b>PESCADORES</b>	<b>0.57</b>
LANCES	0.23
TIEMPO	0.35

Fuente: Proyecto

#### 4.8.3.4. Rendimiento máximo sostenible

La Tabla N° 9 nos muestra los resultados del Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) de acuerdo a la aplicación de los modelos de Schaefer y Fox a los datos de captura (n° de ejemplares colectados) y esfuerzo (n° de pescadores) de la UPC Yacutaita.

Como podemos observar, para el caso del modelo de Schaefer se determinó un RMS equivalente a 26243 unidades para un esfuerzo de 19 pescadores. De acuerdo al modelo de Fox el RMS tiene un valor de 22494 unidades para un esfuerzo de 14 pescadores.

Tabla N° 9. Resultados del RMS al aplicar los modelos de Schaefer y Fox a los datos de la UPC Yacutaita.

Año	Rendimiento (ejemplares) Y(i)	Esfuerzo (pescadores/año) f(i) (x)	Schaefer Y/f (y)	Fox Ln(Y/f) (y)
1994	11030	35	315.14	5.75
1995	15280	36	424.44	6.05
1996	15160	35	433.14	6.07
1997	16790	22	763.18	6.64
1998	11840	26	455.38	6.12
1999	22255	14	1589.64	7.37
2000	28270	12	2355.83	7.76
2001	23045	12	1920.42	7.56
Promedio	17958.75	24	748.28	6.62
Desviación estándar	6005.603782	10.56949789	568.20	6.34
Intercepto (Schaefer: a, Fox: c)			2704.86	8.38
Pendiente (Schaefer: b, Fox: d)			-69.70	-0.07
<b>Rendimiento Sostenible Máximo</b>			<b>26243.39</b>	<b>22494.09</b>
<b>Esfuerzo</b>			<b>19.40</b>	<b>13.97</b>

Fuente: Proyecto

La Tabla N° 10 nos muestra las capturas para diferentes esfuerzos, señalándose los valores del RMS en negrita calculados para los modelos de Schaefer y Fox.

Como se puede observar, en ambos casos los rendimientos disminuyen una vez sobrepasados los valores del RMS. Esta tendencia se muestra con mayor detalle en las figuras N° 25 y 26.

Tabla N° 10. Capturas para diferentes esfuerzos.  
En negrita aparece el RMS.

PESCADORES	MODELO SCHAEFER	MODELO FOX
10	20079	21393
11	21320	21907
12	22422	22248
13	23385	22437
<b>14</b>	24208	<b>22494</b>
15	24891	22436
16	25435	22279
17	25840	22036
18	26106	21721
<b>19</b>	<b>26232</b>	21344
20	26219	20916
21	26066	20444
22	25774	19939
23	25342	19405
24	24772	18850
25	24061	18279
26	23212	17697

Fuente: Proyecto

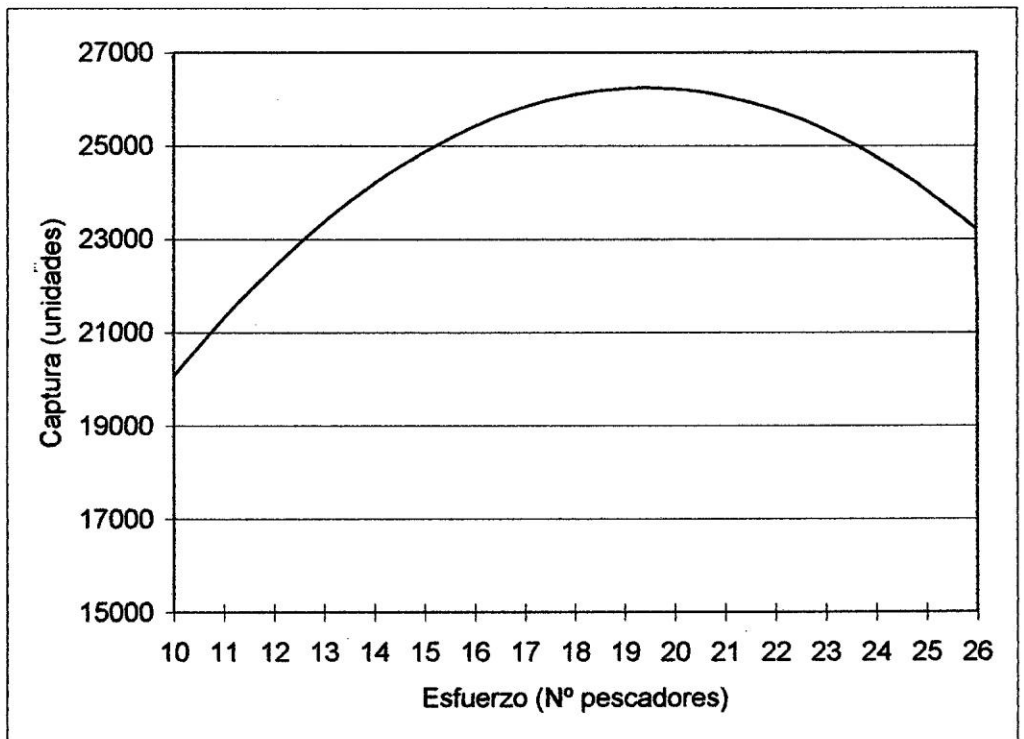


Figura N° 25. Curva del RMS según modelo de Schaefer.  
Fuente: Proyecto

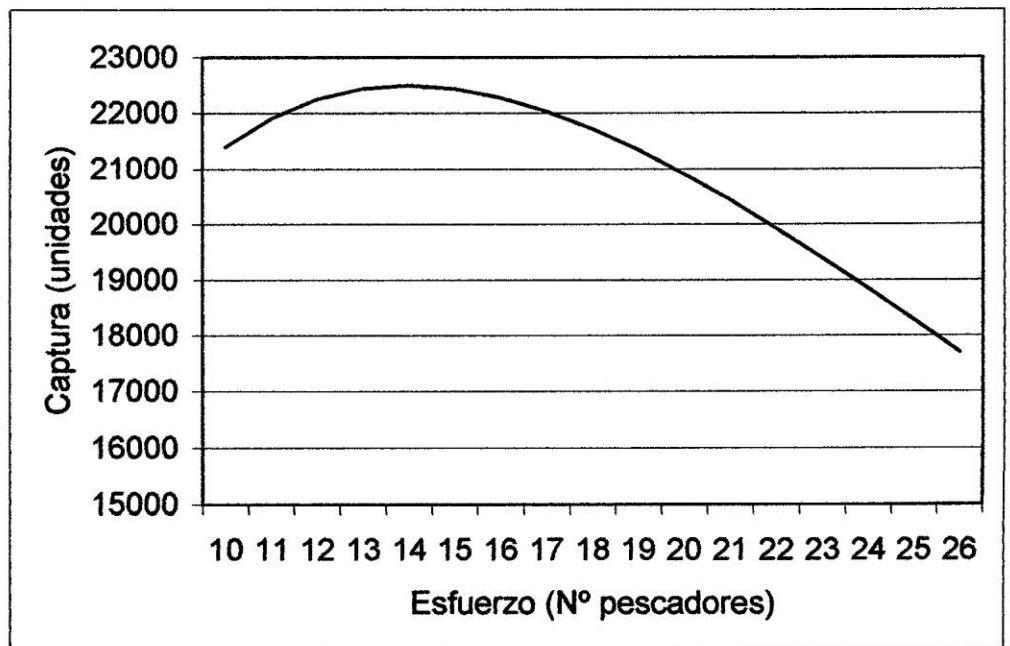


Figura N° 26. Curva del RMS según modelo de Fox.  
Fuente: Proyecto

No se puede demostrar por el momento que uno de estos modelos sea superior al otro. La elección entre los modelos es importante sólo cuando se observan valores relativamente grandes de  $f$  (esfuerzo).

#### **4.8.4. Comercialización**

Se pudo identificar las diferentes rutas, modalidades y canales de comercialización que utilizó la UPC Yacutaita para comercializar las larvas y alevines de arahuana en los años 2000 y 2001:

##### **4.8.4.1. Rutas de Comercialización**

La UPC Yacutaita utiliza dos rutas de comercialización, la primera consiste en transportar las cajas alevineras conteniendo la producción, desde el lugar de acopio hasta el varadero Achong por el río Yanayacu. Para el transporte de las cajas, hasta este punto, se utiliza un bote. Luego se procede a separar las bolsas alevineras que son colocadas en varas de madera (Anexo N° 38) para luego cargarlas a través de una trocha que sale al canal del Puinahua. Posteriormente las crías son llevadas por vía acuática a la comunidad de Manco Cápac para ser enviadas en lanchas hasta la ciudad de Iquitos. La segunda ruta corresponde al traslado directo del producto, partiendo en bote desde el puesto de vigilancia por el río Yanayacu, para luego salir al río Marañón y

luego al río Amazonas, llegando en aproximadamente 24 horas (con motor 15 HP) hasta el puerto Masusa de la ciudad de Iquitos (Anexo N° 38 y 39).

La elección de una ruta u otra por parte de la UPC Yacutaita depende de lo ofrecido por los acuaristas o intermediarios, ya que por lo general el precio del producto puesto en Iquitos es mucho mayor que el precio ofrecido en la reserva, sin embargo, esto condiciona al comprador a invertir en la implementación de la UPC para que estos realicen la pesca de las crías y luego las transporten hasta Iquitos.

#### **4.8.4.2. Modalidades de comercialización**

La UPC Yacutaita realiza la negociación del producto en el mismo centro de acopio, que consiste en llevar al acuarista o intermediario hasta el puesto de vigilancia en la cocha El Dorado para fijar el precio y realizar el conteo de las crías. Luego se realiza la entrega del producto. La responsabilidad del transporte de las crías hasta Iquitos es asumida por el comprador. La entrega y transacción se realiza también en el varadero Achong y es aquí donde el comprador asume la responsabilidad de los alevines. En el año 2000 la UPC Yacutaita realizó la entrega directamente en la ciudad de Iquitos, previa negociación con el comprador, con la finalidad de lograr un mejor precio que finalmente fue conseguido.

#### 4.8.4.3. Flujos de comercialización

Se lograron identificar 2 canales de comercialización de las larvas y alevines de arahuana procedentes de la cocha El Dorado, de acuerdo al acompañamiento que se le hizo a la UPC Yacutaita, las cuales presentamos a continuación:

- Productores → Acuaristas → Clientes Extranjeros
- Productores → Corredores → Acuaristas → Clientes Extranjeros

En ambos canales los productores están representados por los pescadores miembros de la UPC Yacutaita quienes capturan las larvas y alevines de arahuana para luego ofertarlos, en el primer caso, a los acuaristas, quienes a su vez lo venden a los clientes extranjeros. En el segundo, los pescadores ofertan el producto a los corredores que son los intermediarios, quienes por lo general trabajan para los acuaristas y en algunos casos en forma independiente. Estos corredores ofertan el producto a los acuaristas quienes finalmente exportan el producto al cliente extranjero.

#### 4.8.5. Estadísticas de captura de larvas y alevines de arahuana

La Tabla N° 11 indica las cifras de extracción de larvas y alevines de arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado, entre los años

1994 y 2001, así como el incremento de la producción de cada año con respecto al anterior. La figura N° 27 está construida con los valores de la segunda columna de la tabla en mención.

Tabla N° 11. Extracción de larvas y alevines de arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado – Años 1994-2001.

AÑO	CAPTURA TOTAL	INCREMENTO ANUAL	% DE INCREMENTO
1994	11030	-----	-----
1995	15280	4250	38.53
1996	15160	(-120)	(-0.76)
1997	16790	1630	9.71
1998	11840	(-4950)	(-29.5)
1999	22255	10415	87.96
2000	28270	6015	27.03
2001	23045	(-5225)	(-18.5)

Fuente: PRO NATURALEZA

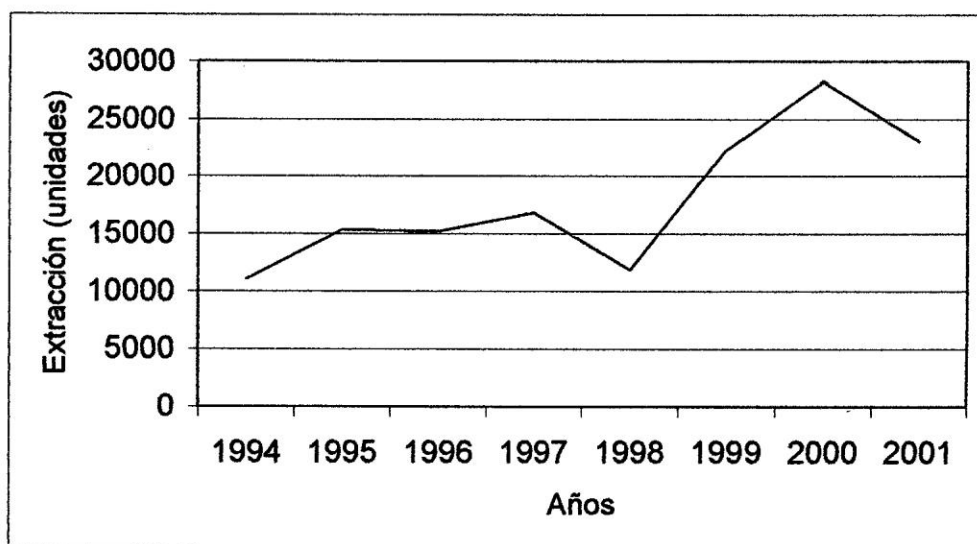


Figura N° 27. Extracción de crías de arahuana en la microcuenca de la cocha El Dorado – Años 1994-2001. Fuente: Proyecto



Estos resultados nos indican que la pesquería ornamental de arahuana en la cocha El Dorado se ha ido incrementando a lo largo de los años, debido a las acciones de control ejecutadas por la UPC Yacutaita que produjeron una disminución forzada del esfuerzo de pesca en la cocha y en consecuencia una recuperación de la población natural de la especie. Esta información, más los resultados expuestos en el acápite sobre la estación de pesca (ver 4.8.2.), el cual correlaciona la cantidad de producción de crías con la precipitación y nivel del río Ucayalí, son de vital importancia para los miembros de la UPC Yacutaita, puesto a que posibilita una mejor negociación de las cuotas de captura que serán establecidas por el Estado a la organización en las próximas campañas.

#### **4.8.6. Análisis socioeconómico de la pesquería ornamental de arahuana**

Los miembros de la UPC Yacutaita vienen desarrollando de manera organizada, desde hace ocho años, el manejo y aprovechamiento ornamental de la arahuana en la cocha El Dorado. En todo este tiempo el grupo ha venido superando una serie de limitaciones que la pesquería ornamental de esta especie exige, sobre todo si se ejecuta en un contexto tan conflictivo como el que se presenta al momento de desarrollar actividades extractivas al interior de una reserva nacional. Sin embargo, la UPC ha ido mejorando cada vez más sus sistemas de extracción, acopio, transporte y comercialización; avances que sin duda

reflejan un proceso de evolución, que ha traído consigo mejores beneficios económicos.

Antes de realizar el análisis económico de la actividad se presenta información adicional que permita tener una visión más completa de las variables inmersas en todo el proceso productivo y que por lo tanto influyen en el balance económico de la misma.

La Tabla N° 12 nos caracteriza los diferentes estadios comerciales que presenta la arahuana en sus primeras fases de desarrollo y el precio promedio ofrecido por los acuaristas e intermediarios. Esta caracterización se basa en las observaciones realizadas y teniendo en cuenta algunas particularidades morfológicas, estableciéndose finalmente tres estadios larvales previos al estadio de alevine (Anexo N° 16, 17, 18 y 19).

Las dos primeras fases larvales son las menos apreciadas debido a su bajo costo, el cual se debe a lo complicado de su manejo, su baja resistencia al manipuleo y su alta mortalidad por agentes patógenos.

La tercera fase larval y la fase de alevine son los estadios más cotizados por los pescadores debido a su mayor precio en el mercado ornamental. De acuerdo a las entrevistas realizadas a tres empresas acuaristas en la ciudad de Iquitos, la tercera fase larval requiere

mínimos cuidados y es la que menos mortalidad causa en el proceso de exportación a su destino final.

Los alevines también presentan alta sobrevivencia pero requieren alimento y un buen mantenimiento del agua previo a su comercialización. Además requieren una mayor concentración de oxígeno en las cajas al momento de ser enviados a su destino final.

Tabla Nº 12. Estadios de mayor demanda y características morfológicas.

Estadio	Característica	Precio \$
Larva 1	Denominada "echada". Son larvas transparentes de aproximadamente 1,5 cm. de largo, cuyo saco vitelino representa el 80% de su peso total. Estas larvas carecen de movimiento y no son capaces de flotar y nadar.	0.8
Larva 2	Denominada "echada". Son larvas que presentan cierta pigmentación, de aproximadamente 2,5 cm. de largo, cuyo saco vitelino representa el 50% de su peso total. Estas larvas pueden flotar y nadar por pequeños periodos de tiempo.	1.2
Larva 3	Denominada "parada". Son larvas que tienen pigmentación distintiva a la altura de las aletas laterales, de aproximadamente 4 cm. de largo, cuyo saco vitelino representa el 20% de su peso corporal. Estas larvas ya pueden nadar y flotar.	3.0
Alevine	Denominada "voladora". Son peces con características similares a la larva 3 pero sin presencia de saco vitelino. Tiene pigmentación mucho más desarrollada y 5 cm. de largo.	3.0

Fuente: Proyecto

Las Tablas Nº 13 y 14 nos muestran el monto generado por la venta de las crías de arahuana, obtenidos por la UPC Yacutaita en las campañas del año 2000 y 2001. Se presentan también las diferentes ganancias alcanzadas (de acuerdo a los precios pagados por los

clientes según los estadios ofrecidos), el total de la extracción de crías por cada año y el monto total anual generado por el aprovechamiento ornamental de este recurso en la cocha El Dorado.

La Tabla N° 15 nos muestra el promedio de los gastos operativos que realizó la UPC Yacutaita en los años 2000 y 2001 para ejecutar la pesca ornamental de arahuana en la cocha El Dorado.

Como podemos apreciar el gasto anual promedio realizado por la UPC, por campaña de aprovechamiento, fue de 10,000 nuevos soles, cantidad que representó aproximadamente el 16.5% y 18% de la ganancia total reportada respectivamente para cada año muestreado.

Tabla N° 13. Extracción de larvas y alevines de arahuana en la cocha El Dorado - UPC Yacutaita 2000.

Número entrega	Fecha entrega	Lugar de entrega	Cantidad	Estadio	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
01	28.10.00	Iquitos	8000	Paradas	2.30	18,400
01	28.10.00	Iquitos	350	Echadas	1.00	3,500
02	07.11.00	Iquitos	9760	Paradas	2.30	22,448
03	09.11.00	Achong	3100	Paradas	2.00	6,200
03	09.11.00	Achong	560	Echadas	0.80	448
04	17.11.00	Achong	3860	Paradas	2.00	7,720
05	24.11.00	Achong	2640	Paradas	1.80	4,752
<b>Total</b>			<b>28270</b>			<b>60,318</b>

Fuente: Proyecto

Tabla N° 14. Extracción de larvas y alevines de arahuana de la cocha El Dorado - UPC Yacutaita 2001.

Número entrega	Fecha entrega	Lugar de entrega	Cantidad	Estadio	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
01	30.10.01	Achong	3680	Paradas	3.00	11,040
01	30.10.01	Achong	450	Echadas	1.80	810
02	07.11.01	M.Cápac	5300	Paradas	2.80	14,840
02	07.11.01	M.Cápac	480	Echadas	1.50	720
03	13.11.01	M.Cápac	1280	Paradas	2.50	3,200
03	13.11.01	M.Cápac	589	Echadas	1.20	706
04	20.11.01	M.Cápac	2361	Paradas	2.50	5,902.5
04	20.11.01	M.Cápac	73	Echadas	1.00	73
05	24.11.01	M.Cápac	2431	Paradas	2.50	6,077
05	24.11.01	M.Cápac	223	Echadas	1.00	223
06	28.11.01	M.Cápac	2710	Paradas	2.00	5,420
06	28.11.01	M.Cápac	90	Echadas	1.00	90
07	05.12.01	M.Cápac	817	Paradas	2.00	1,634
08	08.12.01	M.Cápac	773	Paradas	2.00	1,546
08	08.12.01	M.Cápac	560	Echadas	1.00	560
09	10.12.01	M.Cápac	1228	Paradas	2.00	2,456
<b>Total</b>			<b>23045</b>			<b>55,298.8</b>

Fuente: Proyecto

Tabla N° 15. Promedio de Gastos Operativos por campaña – UPC Yacutaita (años 2000 y 2001)

Gastos Operativos	Costo en S/.
Mantenimiento de equipos, motor 15 HP, canoas, bote, etc.	2,000
Materiales para confección de redes	500
Cajas alevineras de topa	300
Bolsas alevineras de polietileno	200
Viáticos para cobranza	400
Combustible	2,000
Baldes de plástico de 50 litros	150
Alimentación	3000
Otros	1450
<b>Total</b>	<b>10,000</b>

Fuente: Proyecto

Teniendo en cuenta el ingreso promedio por campaña de pesca (equivalente a S/. 58,000) obtenido de la sumatoria de los ingresos totales de los años 2000 y 2001 (ver Tabla N° 13 y 14) dividido entre dos; y el promedio total de gastos operativos de la actividad (equivalente a S/. 10,000) para los mismos años (ver Tabla N° 15); se calculó el valor del indicador costo/beneficio que fue igual a 6. Este valor nos señala que la pesquería ornamental del arahuana en la cocha El Dorado, como actividad es altamente rentable, ya que para este indicador valores por encima de la unidad representan rentabilidad positiva.

En cuanto al análisis social, la pesquería ornamental de la arahuana en la cocha El Dorado genera empleo directo a 12 familias de la comunidad de Manco Cápac. Esto repercute en un incremento de la capacidad adquisitiva de dichos grupos familiares, que se refleja en la mejora de la calidad de vida.

La UPC Yacutaita viene desarrollando la actividad pesquera dentro del marco de las estrategias de gestión participativa local, de relación con las comunidades organizadas y de protección y manejo para la recuperación y uso sostenible de los recursos naturales, establecidas en el Plan Maestro de la RNPS. Siendo los lineamientos de dicho plan impulsar y fortalecer la participación de la población local en el manejo de los recursos y en la gestión del área, podemos afirmar que las acciones de manejo realizadas por la UPC Yacutaita contribuyen a la conservación del área y a la disminución de conflictos mediante el co-manejo de los recursos. Paralelamente, el hecho de que un grupo de pescadores esté obteniendo beneficios como resultado de un aprovechamiento ordenado de los recursos pesqueros, contribuye a que otras comunidades se organicen y se interesen en replicar la experiencia en otras zonas de la RNPS.

## 5. CONCLUSIONES

- Las zonas de alimentación (orilla y bosque inundado) de la especie arahuana varían de acuerdo al ciclo hídrico (vaciante y creciente), propios de la cuenca amazónica.
- El arahuana se alimenta con mayor frecuencia durante las primeras horas de la mañana y en las primeras horas de la noche.
- Del análisis del contenido estomacal se concluye que la arahuana es un depredador que pertenece al grupo de los carnívoros, lo que se deduce también por el tipo de estómago que presenta, el cual está conformado por paredes gruesas que lo diferencian del resto del tubo digestivo, típico de los peces carnívoros.
- De acuerdo a los valores del Índice de Importancia Relativa obtenidos en el estudio de los ítems alimentarios, se concluye que el arahuana tiene preferencia el grupo de los insectos (49%), habiéndose encontrado en los contenidos estomacales especies de los órdenes Coleoptera, Ortoptera y Himenoptera. En segundo lugar se ubica el grupo de los peces (44%), destacando los géneros *Coridora* y *Triportheus*. En tercer y cuarto lugar ubicamos a los grupos de los crustáceos (4%) y los arácnidos (3%), representados respectivamente por pequeños cangrejos de río y arañas no identificadas.



- La talla de primera madurez sexual, para la población de arahuana en el área de estudio, ocurre a partir de los 60 cm, talla en la que el 50% de las hembras colectadas presentaron grado de madurez igual o mayor a la tercera fase de madurez sexual.
- El arahuana es un reproductor parcial. El primer desove de la población de arahuana en el área de estudio está comprendido entre octubre y noviembre, con una mayor incidencia en el mes de noviembre. El segundo desove se asume sucede entre marzo y abril, de acuerdo a lo acotado por TELLO et al. (1992), y los datos de extracción de la DIREPE (2001).
- En el área de estudio, la arahuana hembra produce en promedio 250 óvulos. El número mínimo de óvulos encontrados fue de 175 unidades, pertenecientes a una hembra de 65.5 cm de longitud total y 1.88 Kg. de peso total. De la misma manera, el número máximo de óvulos encontrados fue de 328 unidades, reportados para una hembra de 72.5 cm de longitud total y 2.05 Kg. de peso total. Esto indicaría que en la RNPS existen condiciones más favorables para el desarrollo óptimo de la especie, como oferta de alimento, entre otros.
- Las hembras de arahuana presentan un solo ovario funcional (el izquierdo); característica reportada también para la especie paiche, *Arapaima gigas*. En los ovarios colectados se observó la presencia de dos tipos de oocitos: los maduros listos para el desove y los oocitos pequeños sin vitelo que serían desovados en el siguiente periodo reproductivo.

- La proporción de sexos obtenida para la población de arahuana en el área de estudio, de acuerdo al número total de ejemplares colectados por lance fue de 1:1.2.
- La media de la talla obtenida de las faenas de pesca ornamental del año 2001 es equivalente a 70.87 cm, la cual es menor que la media de la talla ocurrida en el año 2000, que tuvo un valor igual a 74.76 cm. Esto nos indica que el reclutamiento de nuevos individuos al stock reproductivo de la especie en la microcuenca de la cocha El Dorado se viene incrementando de manera continua y estable.
- El arahuana se distribuye en la microcuenca de la cocha El Dorado de acuerdo a las estaciones de creciente y vaciante. En época de vaciante la distribución se da entre 0 a 20 m de la orilla, con movimientos locales cortos y paralelos a la misma. Otro dato importante es que en la parte norte de la cocha, en época de máxima vaciante, existe una zona abierta de poca profundidad donde se observa una mayor presencia de arahuana independientemente de la orilla, en relación a otras zonas abiertas de la misma cocha con mayor profundidad. En la estación de máxima creciente la arahuana se distribuye por la tahuampa o bosque inundado aledaño a la cocha.
- En la cocha El Dorado de la RNPS el arahuana adulta es capturada para el aprovechamiento de sus crías mediante el empleo de redes agalleras de 5 y 4.5 pulg. de diámetro de abertura de malla, hechas con hilo número 12 y

9 respectivamente, de 40 y 60 brazas de largo y 3 brazas de ancho, cuyo diseño comprende flotadores en la relinga superior, sin plomos ni relinga inferior.

- La microcuenca de la cocha El Dorado presenta zonas de mayor concentración y en consecuencia de mayor explotación ornamental de arahuana. La mayor producción de larvas y alevines de arahuana se da en la zona denominada "Llanchama", con un 35.6% para el año 2000 y un 37.2% para el año 2001, de la captura total obtenida por año; seguido de la zona norte y alto Yanayacu con un 32.6% y 32.2% respectivamente; y, finalmente, la zona sur oeste con un 31.8% y 30.6%.
- En la microcuenca de la cocha El Dorado la captura de los ejemplares adultos machos de arahuana, para el aprovechamiento de sus crías, sucede con mayor frecuencia entre los 5 a 15 metros de la orilla, en todo el perímetro de la cocha. La pesca también se ejecuta en una zona abierta de poca profundidad que se encuentra ubicada en la zona norte de la cocha; como también en los caños aledaños de la misma en la zona de Llanchama y alto Yanayacu.
- En la microcuenca de la cocha El Dorado, la estación de pesca ornamental de arahuana corresponde a los meses de octubre a diciembre, la cual coincide con el inicio del ciclo reproductivo de la especie y la estación de vaciante. Esta última variable permite un aprovechamiento óptimo de la pesca debido al estiaje que se produce en la cocha, el cual reduce el

espacio de distribución local de la población de arahuana, optimizando el esfuerzo de captura. Ambas variables condicionan el tamaño de las capturas por campaña y están relacionadas entre si.

- El tiempo de duración de la estación de pesca varía de acuerdo a la probabilidad que tienen los pescadores de conseguir una producción que se aproxime a la cuota de captura establecida por el Estado para la campaña.
- El desarrollo gonadal está influenciada por la temperatura del agua, la cual se mantiene elevada cuando la estación de vaciante es estable y la precipitación es mínima, produciendo un rendimiento eficiente del desove y desarrollo de las crías, lo que a su vez mejora los niveles de captura. Caso contrario, cuando la creciente se adelanta y hay un incremento de la precipitación, el agua disminuye su temperatura, lo que produce un retraso del periodo de desove y un bajo desarrollo de las crías, lo que finalmente baja los rendimientos de captura por faena.
- El operativo de pesca ejecutado por la UPC Yacutaita es altamente selectivo, teniendo en cuenta el tamaño de abertura de malla de la red trampa que impide la captura significativa de otras especies que no son objeto de la pesca. Es también altamente eficaz, ya que permite la obtención casi total de larvas y alevines por lance, con un total de captura que varía entre 500 a 1000 individuos, dependiendo de las zonas de menor o mayor producción.

- El sistema de acopio y manejo de larvas y alevines realizado por la UPC Yacutaita resulta ser relativamente eficaz, habiéndose observado algunas dificultades en el manejo de las larvas en estadio I o echados, debido posiblemente a que estas son muy susceptibles al manipuleo y al tratamiento de patologías, lo que produjo una mortalidad promedio equivalente al 10% de la captura total registrada para las campañas de pesca evaluadas.
- Las correlaciones entre el número de alevines capturados y las unidades potenciales de esfuerzo asumidas apuntan al número de pescadores como la unidad de esfuerzo a considerar.
- Los Rendimientos Máximos Sostenibles (RMS) de acuerdo a la aplicación de los modelos de Schaefer y Fox a los datos de captura (nº de ejemplares colectados) y esfuerzo (nº de pescadores) de la UPC Yacutaita, determinaron un RMS equivalente a 26243 unidades para un esfuerzo de 19 pescadores. Para el modelo de Fox el RMS tiene un valor de 22494 unidades para un esfuerzo de 14 pescadores.
- La comercialización de las larvas y alevines de arahuana es la actividad que sustenta a la UPC Yacutaita en la RNPS, ya que es una de las que reporta beneficios económicos significativos para sus integrantes.
- Las estadísticas de extracción reportados para 1994 hasta 2001 nos indican que la pesquería ornamental de arahuana en la cocha El Dorado se ha incrementado a través de los años, debido a las acciones de control

ejecutadas por la UPC Yacutaita que produjeron una disminución del esfuerzo de pesca y en consecuencia una recuperación de la población natural de la especie.

- De acuerdo al indicador Costo/Beneficio la pesquería ornamental de arahuana, ejecutada en la cocha El Dorado por la UPC Yacutaita, es rentable.

## 6. RECOMENDACIONES

- La pesquería ornamental de arahuana en la cocha El Dorado se caracteriza básicamente por ser artesanal, estacional y específica. Cualquier proyecto de investigación que se quiera llevar a cabo posteriormente deberá enmarcarse dentro de estas características; y en ese sentido convendrá considerar diferentes aspectos tales como: tamaño de la flota, artes de pesca, esfuerzo pesquero, aparejos a utilizar; además de seguir investigando sobre la época de desove de la especie. Todo esto con el objetivo de mejorar los conocimientos sobre la biología, la evolución de la pesca y sus impactos sociales, económicos y ambientales.
- Es necesario que los actores involucrados en la pesca ornamental de la arahuana en la RNPS implementen un programa de investigación más intensivo sobre la biología y pesquería de esta especie, que incluya un monitoreo de cinco años como mínimo. El continuo monitoreo genera información necesaria para elaborar herramientas que permitan ir proponiendo nuevas medidas o modificando lineamientos de ordenamiento ya definidos. Esta información también permitirá elaborar modelos de predicción o por ejemplo desarrollar correlaciones entre la producción y el esfuerzo, que en líneas generales, indicará si la extracción actual es sostenible.
- Si bien es cierto, el presente estudio ha permitido avanzar con la caracterización de la pesquería ornamental de arahuana en la cocha El

Dorado, es todavía necesario continuar con la investigación participativa y la aplicación de métodos innovadores que permitan conocer más a fondo el funcionamiento de las UPC's, los beneficios económicos que genera su implementación y los impactos sobre la actividad misma y en el recurso en el área; a fin de mejorar los niveles competitivos de la actividad.

- Es preciso que las diferentes agrupaciones de pescadores o UPC's que se dedican al aprovechamiento del arahuana en la RNPS asuman, como parte del manejo, el continuo monitoreo de la actividad pesquera en sus respectivas zonas. Para esto es muy importante que Pro Naturaleza centre esfuerzos en la capacitación de los comuneros sobre el registro y la metodología a seguir. Este proceso es importante porque permitiría a los propios pescadores regular su actividad, como también les serviría de antecedente al momento de negociar con el Estado las cuotas de captura para cada campaña.
  
- Para el caso específico de la cocha El Dorado, se deben considerar algunas prioridades dentro de los temas de investigación para los próximos años. Se sugiere las siguientes:
  - Definir la unidad de esfuerzo más adecuada para implementar un programa de monitoreo pesquero más específico.
  
  - El cupo de captura no deberá exceder el RMS para no poner en peligro el equilibrio de la población de arahuana en el área de estudio. Los



actores involucrados en esta actividad deberán escoger el modelo que se considere más razonable en cada caso particular o el que mejor se ajuste a los datos observados, teniendo en cuenta aspectos socioeconómicos, la bioecología de la especie, entre otros.

- Estimar el potencial pesquero de la cocha en base a un monitoreo continuo de por lo menos cinco años y definir acciones y directrices que involucren a los pescadores y al Estado como participantes activos en los trabajos de ordenamiento de la pesquería ornamental en la zona.
- Realizar evaluaciones permanentes de la especie arahuana las que permitirán profundizar aspectos de su biología, con la finalidad de generar criterios que mejoren los planes de ordenamiento pesquero, como también las capacidades de gestión del grupo asociado.
- Continuar con el monitoreo de las capturas de larvas y alevines de arahuana y el registro del nivel del río Ucayali y las precipitaciones pluviales, a fin de contar con datos suficientes que permitan confrontar estas variables y determinar el grado de correlación entre ellas.
- Realizar investigación en el manipuleo y tratamiento de patologías para los primeros estadios de desarrollo del arahuana, para transferir la tecnología a los pescadores a fin de incrementar los índices de supervivencia de las crías capturadas.

## 7. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la microcuenca de la cocha El Dorado, ubicada en la cuenca del río Yanayacu Pucate de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS).

El objetivo general de la tesis es "*realizar estudios sobre la biología y estructura de la población adulta del arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) y evaluar los sistemas de aprovechamiento de la especie en la microcuenca de la cocha El Dorado – RNPS*". Como objetivos específicos del estudio se plantearon: 1) determinar la biología trófica y reproductiva del arahuana, 2) aportar criterios generales para el ordenamiento pesquero y la explotación sostenible de la especie.

Los resultados más sobresalientes se mencionan a continuación: el arahuana presenta reproducción parcial cuya frecuencia de desove ocurre una vez por año. Su periodo reproductivo o de desove está comprendido entre octubre y febrero, con una mayor incidencia en el mes de noviembre. Las hembras producen en promedio 250 óvulos. La población de arahuana, que habita el área de estudio, se encuentra en condición estacionaria y se distribuye en la zona de acuerdo a las estaciones de creciente y vaciante. El reclutamiento de nuevos individuos al stock reproductivo, en la microcuenca de la cocha El Dorado, es continuo y estable. La pesca ornamental del arahuana se desarrolla entre los meses de octubre a diciembre, lo cual coincide con el inicio del ciclo reproductivo de la especie y la estación de vaciante; ambas variables

condicionan el tamaño de las capturas por campaña y están relacionadas entre si. El operativo de pesca ejecutado por la UPC Yacutaita es altamente selectivo. Es también altamente eficaz ya que permite la obtención de casi el total de larvas y alevines por lance ejecutado. El sistema de acopio y manejo de las crías de arahuana realizado por la UPC Yacutaita resultó ser medianamente efectivo, habiéndose observado algunas dificultades en el manejo de las larvas en estadio I o echados. Los Rendimientos Máximos Sostenibles (RMS) resultantes de la aplicación del modelo de Schaefer, a los datos de captura y esfuerzo de la UPC Yacutaita, determinaron un RMS equivalente a 26,243 unidades para un esfuerzo de 19 pescadores. Para el modelo de Fox se encontró un valor de RMS de 22,494 unidades para un esfuerzo de 14 pescadores. La pesca ornamental de larvas y alevines de arahuana realizada por la UPC Yacutaita es rentable y ha permitido la conservación tanto de la especie como del área de estudio.

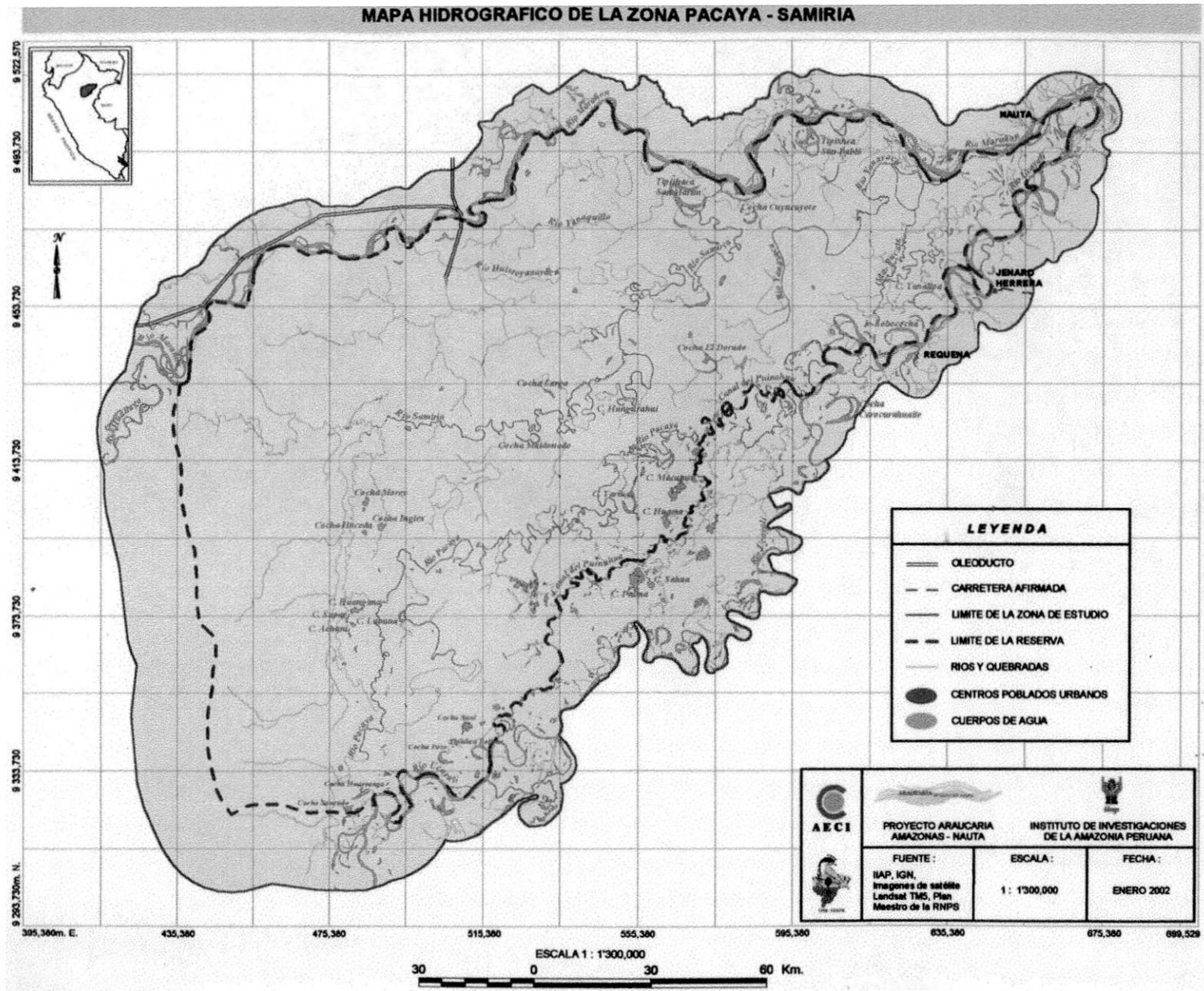
## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARKHIPCHUK, V. 1999. Chromosome database. Database of Dr. Victor Arkhipchuk.
- AXELROD, H.R. 1967. The Arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*. In: Breeding Aquarium fishes. Book I.T.F.H. Publications Inc. Neptune City. N.J: 318-320.
- BARROS, M. 1993. Épocas de Reproducción, tallas de captura y algunas relaciones biológico-pesqueras de la cojinova negra (*Caranx crysos*) (Mitchill, 1815) en el área del parque nacional natural Tayrona. Santa Martha-Colombia.
- BAPTISTE, L. 1988. Ecología básica de los peces de consumo en el sector de Araracuara, río Caquetá y afluentes, Amazonas. Tesis Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá, Colombia. 150 p.
- BAYLEY, P.B., B. VÁSQUEZ, F. GUERSI, P. SOINI and P. PINEDO. 1992. Environmental review of the Pacaya-Samiria National Reserve in Perú and assessment of Project.
- BRAWM, E. y R. BOCK. 1985. Form and function of barbels in *Osteoglossum bicirrhosum* (Pisces, Osteoglossidae) during aquatic surface respiration. AMAZONIANA, IX (3):353-370.
- BRITTAN, M.R. 1965. The black arauana. Trop. Fish. Hobbyist, 14(1): 5-11.
- CALA, P. 1973. Estudios ictiológicos Colombianos: 1. Presencia de *Osteoglossum* en los llanos (Orinoquia). Lozania 18:9-15.
- CASTRO, D.M.; y C.A. SANTAMARÍA. 1993. Estudio preliminar del desarrollo de la "Arawana" (*Osteoglossum bicirrhosum*) (Vandelli, 1829) a diferentes densidades de siembra. Colombia Amazónica 6(2):61-72.
- CONVENIO ANDRÉS BELLO. 2002. *Osteoglossum bicirrhosum*. Página Web: [www.cab.int.co/biocat/biofauna/especie/](http://www.cab.int.co/biocat/biofauna/especie/).
- Dirección Regional de Agricultura, 2002. Datos de precipitación y nivel del río Ucayali. Oficina Técnica. Iquitos - Perú.
- DIREPE. 2000. Resumen del debate sobre la explotación ornamental del arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Dirección Regional de Pesquería. Iquitos - Perú.
- DIREPE. 2001. Estadísticas de extracción de recursos pesqueros para la región Loreto. Dirección Regional de Pesquería. Iquitos - Perú.

- DORDA, J. y A. GARVIA. 2000. Informe Preliminar - PADESPA PERU.
- FAO. 2002. Página Web: [www.fao.org/fishbase/summary/species](http://www.fao.org/fishbase/summary/species).
- FOX, W.W. Jr. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99: 80-88.
- GLOBO RURAL. 2000. Situación de la pesquería de arahuana. Artículo Periódico. Revista de Desarrollo. Edición N° 545. Brasil.
- GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest: explorations in Amazonia natural history. California University Press, Berkeley. 280 p.
- IIAP, ARAUCARIA, AECI, CTAR LORETO. 2002. Caracterización biofísica de la zona Pacaya Samiria. CD ROOM.
- LASSO, C. 1996. Composición y aspectos bioecológicos de las comunidades de peces del Hato El Frío y Caño Guaritico, Llanos de Apure, Venezuela. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Sevilla.
- MALDONADO. 2000. Página Web: [www.cab.int.co/biocat/biofauna/especie/](http://www.cab.int.co/biocat/biofauna/especie/)
- MAUPIN, T. s.f. *O. bicirrhosum* En: Arawanas Spawned-Fry Doing Well.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2001. Plan Maestro de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA. Primera Edición. Lima – Perú.
- MUÑOZ, D., MONJE, C. y T. WALSCHBURGER. 1990. Algunos aspectos sobre la biología del "Arawana" *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli (Peces : Osteoglossidae) en el Parque Nacional Natural Cahunari, Amazonas, Colombia. Documento Interno Fundación Puerto Rastrojo. Santafé de Bogotá, Colombia. 10 p.
- PESSOA, L. 1981. Desenvolvimento embrionario e larval, alimentação e reprodução do aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli, 1829, do lago Janauacã - Amazonas, Brasil. Tesis Mestrado Ciencias Biológicas. Universidade do Amazonas e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. Manaus, Amazonas, Brasil. 45 p.
- PINKAS, L., OLIPHANT, M. and I.L.K. IVERSON. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Depart. Of Fish and Game. 152, 105 pp.

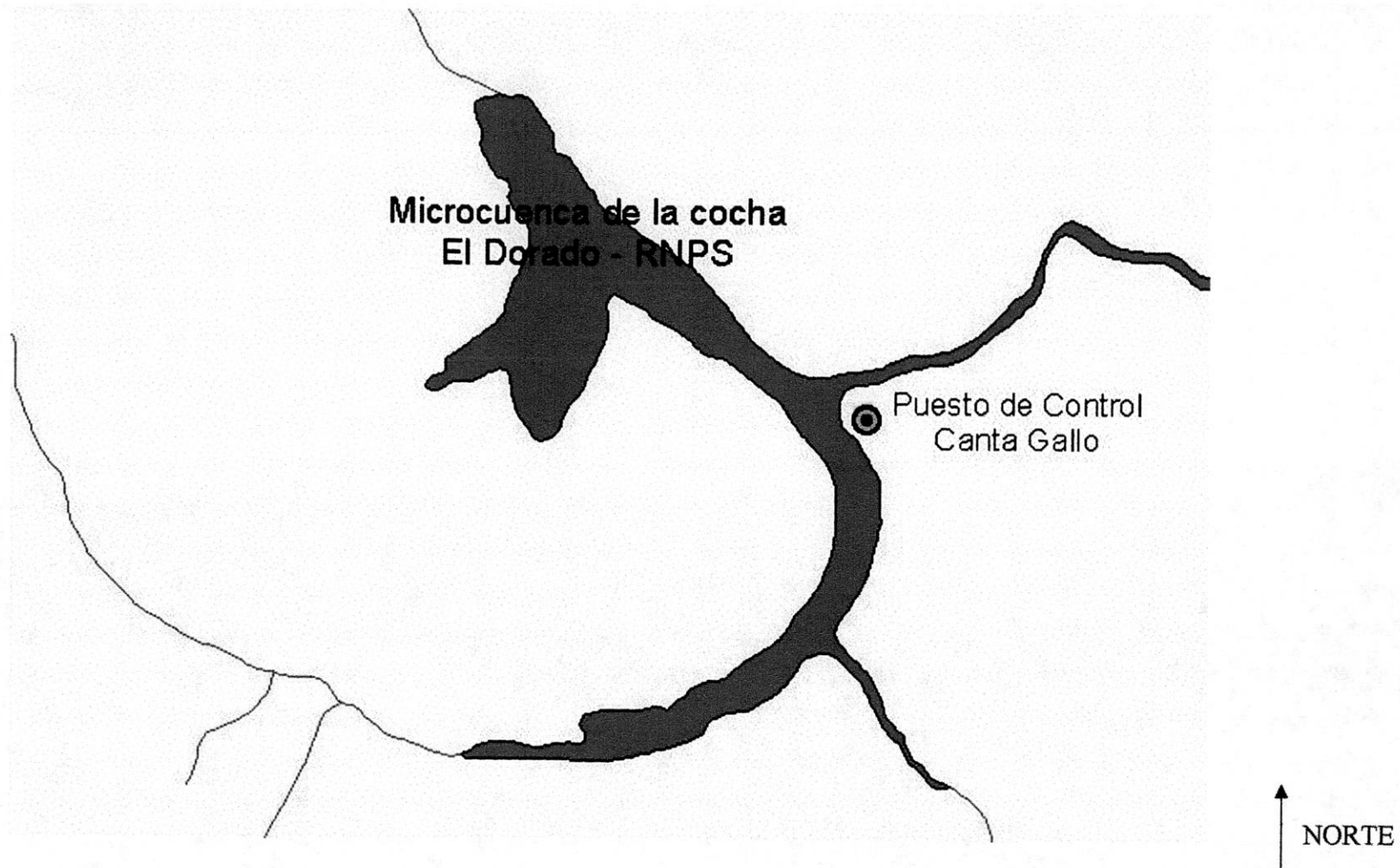
- PRADA-PREDREROS, S. Y C. AGUILAR-GALINDO. 1997. Hábitos alimentarios y reproductivos de *Osteoglossum bicirrhosum*, Pisces: Osteoglossidae (Vandelli, 1829) en el corregimiento de La Pedrera, Amazonas - Colombia. En: IV Simposio Colombiano de Ictiología. Resúmenes de Conferencias y Exposiciones. (Adriana Santos Martínez, editora). Instituto de Estudios Caribeños, sede San Andrés. Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, Colombia.
- PRO NATURALEZA. 2000. Manejo de peces ornamentales en los cuerpos de agua de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Perfil de Proyecto.
- RHIEL, R. y H.A. BAENSH. 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
- RODRIGUEZ, F.; M. RODRIGUEZ; P. VÁSQUEZ. 1995. Realidad y Perspectivas de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Editado por Luis Valera. Lima-Perú. 132 pp.
- SAINT-PAUL, U., ZUANON, J., VILLACORTA, M. A., GARCÍA, M., FABRÉ, N. N., BERGER, U., y W.J. JUNK. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental biology of fishes* 3 (2000): 235-250.
- SCHAEFER, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 1(2): 27-56.
- SCHWARTS, H.W. y D. LEVY. 1968. *Osteoglossum*, The arauaná. *Tropical Fish. Hobbyist*: 84-92. (PESSOA, 1981:92).
- TANG, M. 2002. Plan de Manejo de Recursos Pesqueros. Programa Pacaya Samiria. Junglevagt for Amazonas WWF-DK/AIF. Editorial Ceta. Iquitos-Perú. 92 p.
- TELLO, S., MONTREUIL, V., MACO, J., ISMIÑO, R. y H. SÁNCHEZ. 1992. Bioecología de peces de importancia económica de la parte inferior de los ríos Ucayali y Marañón. IIAP. *Folia Amazónica* 4(2):75-93.
- TRESIERRA, A. y Z. CULQUICHICÓN. 1993. *Biología Pesquera*. 1ra. edición. Editorial Libertad. Trujillo-Perú. 432.
- UPC YACUTAITA. 2000. Plan de Manejo y Aprovechamiento Sostenible de *Osteoglossum bicirrhosum* (arauana) en la RNPS.

# **ANEXOS**

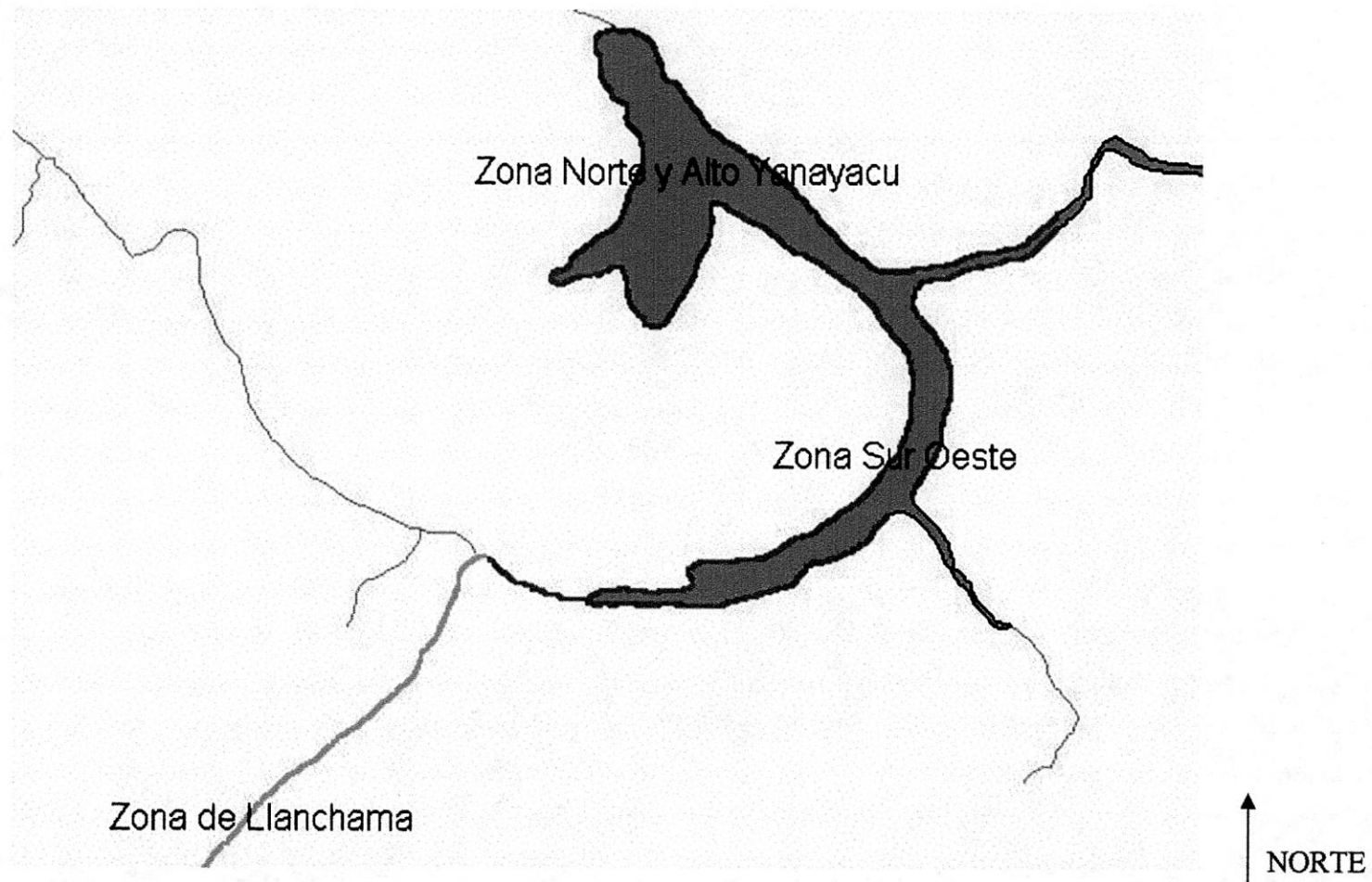


Anexo N° 1. Reserva Nacional Pacaya Samiria. Fuente IIAP

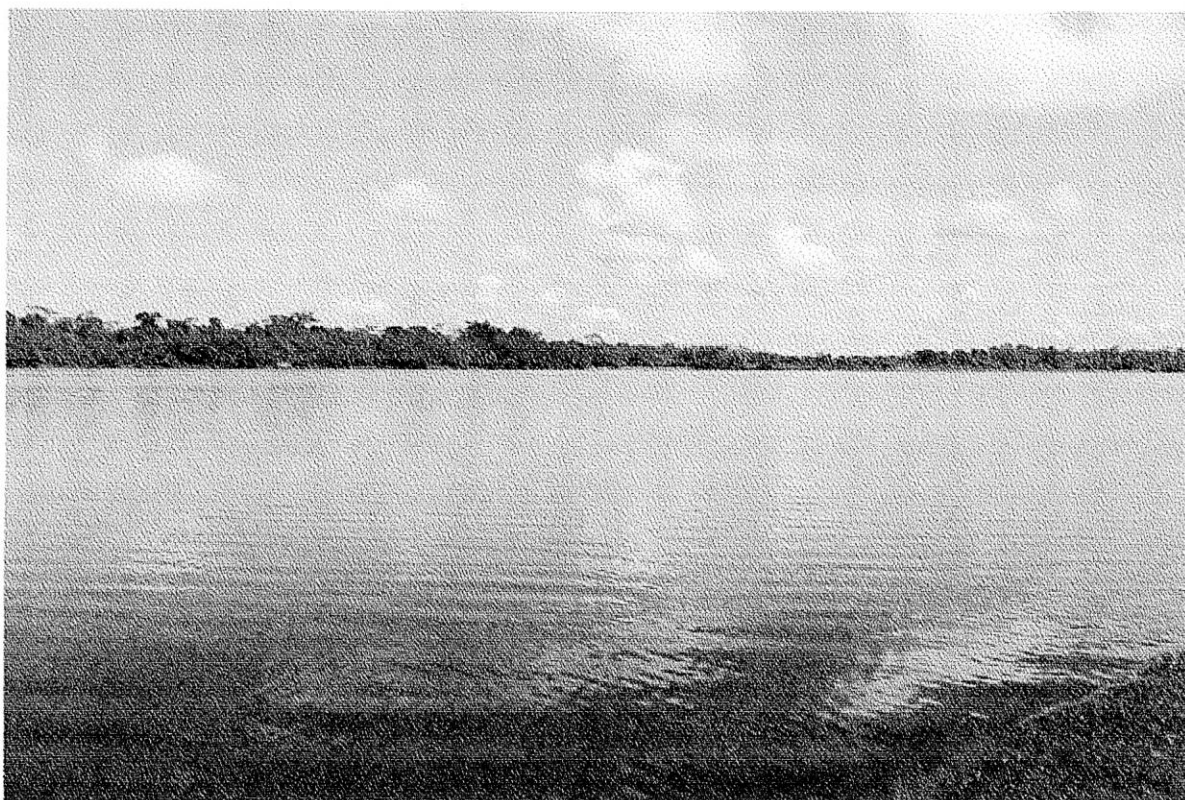




Anexo N° 2. Área de estudio – Microcuenca de la cocha El Dorado. Fuente Proyecto



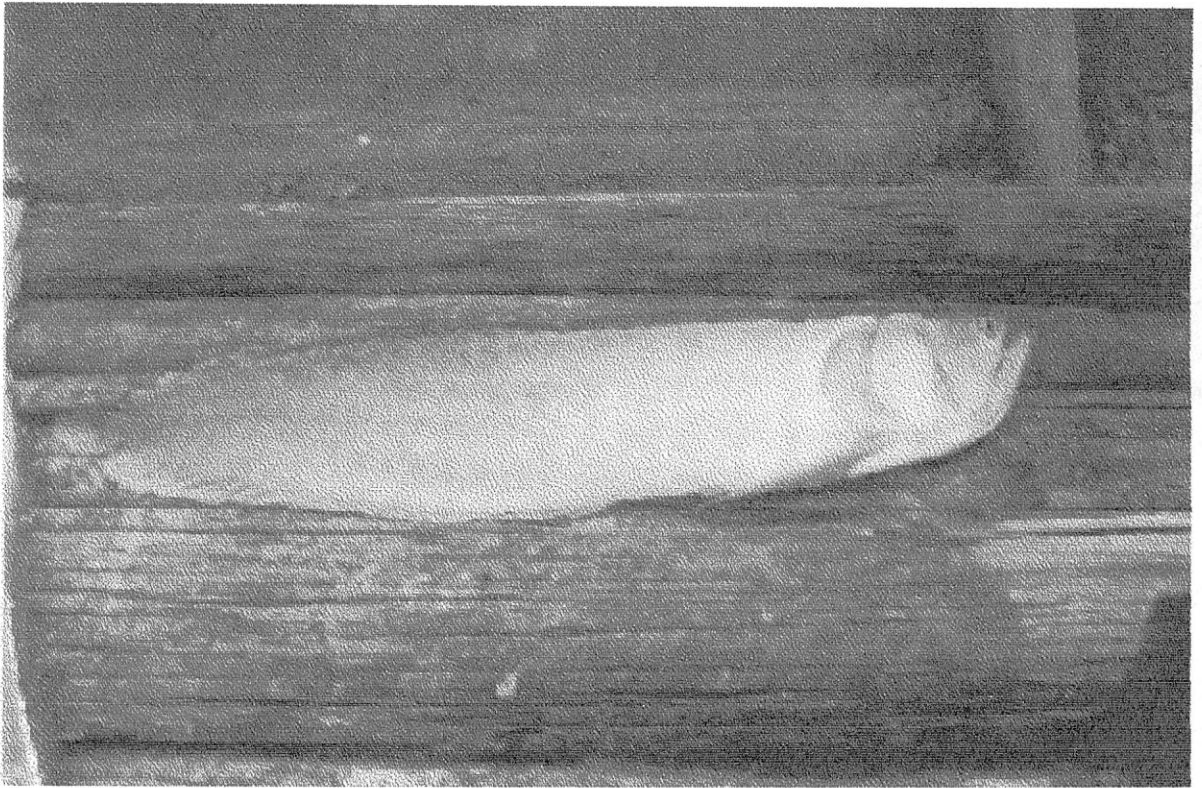
Anexo N° 3. Zonificación de la microcuenca de la cocha El Dorado. Fuente Proyecto



Anexo N° 4. Vista Panorámica de la cocha El Dorado – RNPS. Fuente: Proyecto



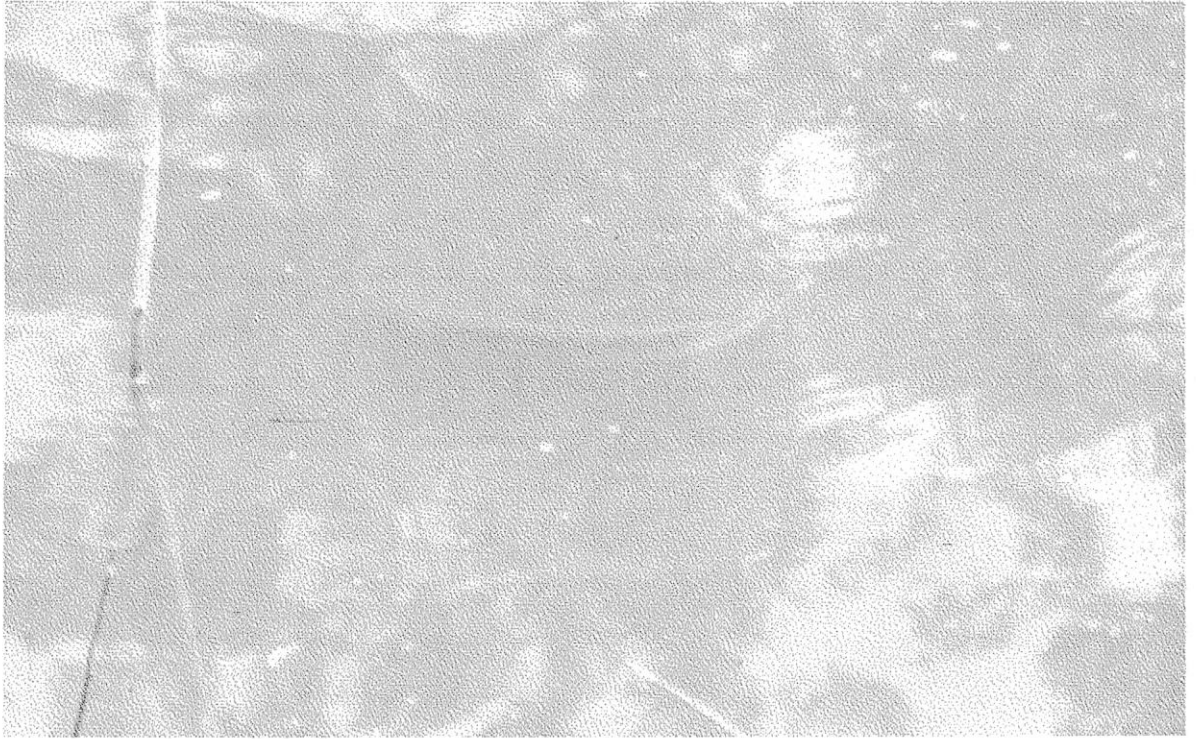
Anexo N° 5. Estación de vigilancia Canta Gallo. UPC Yacutaita - Cocha El Dorado.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 6. Ejemplar adulto de arahuana. Fuente: Proyecto



Anexo N° 7. Ejemplares de arahuana colectados. Fuente: Proyecto



Anexo N° 8. Observación directa de ejemplar de arahuana; nótese la facilidad con que puede ser detectada la especie en su medio natural debido a su preferencia por el estrato superior del espejo de agua. Fuente: Proyecto



Anexo N° 9. Estimación de los datos biométricos de las arahuanas colectadas.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 10. Disección de un ejemplar de arahuana para estudio biológico.  
Fuente: Proyecto



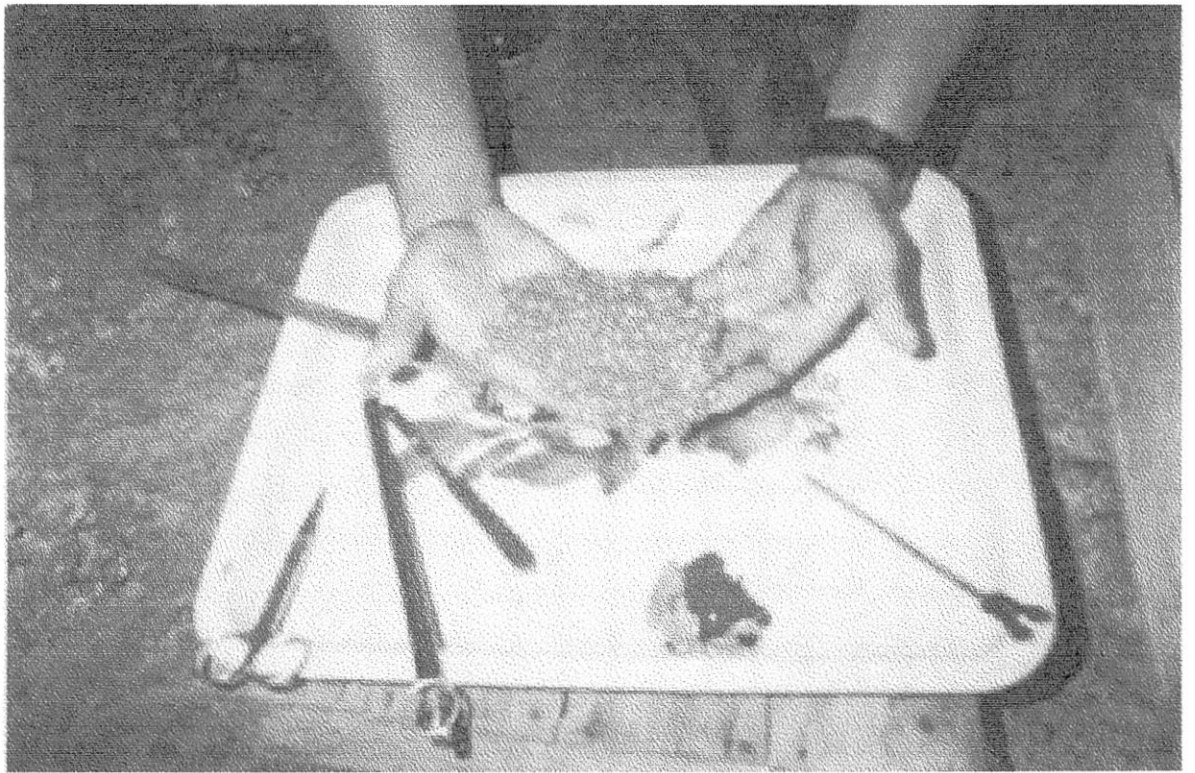
Anexo N° 11. Disección eficaz de un ejemplar de arahuana donde se pueden observar intactos los diferentes órganos para el estudio biológico. Fuente: Proyecto



Anexo N° 12. Estimando el peso de las gónadas colectadas de las hembras adultas de arahuana para estudio biológico. Fuente: Proyecto



Anexo N° 13. Midiendo el diámetro de los óvulos de hembra madura de arahuana para estimar su estado de madurez sexual. Fuente: Proyecto

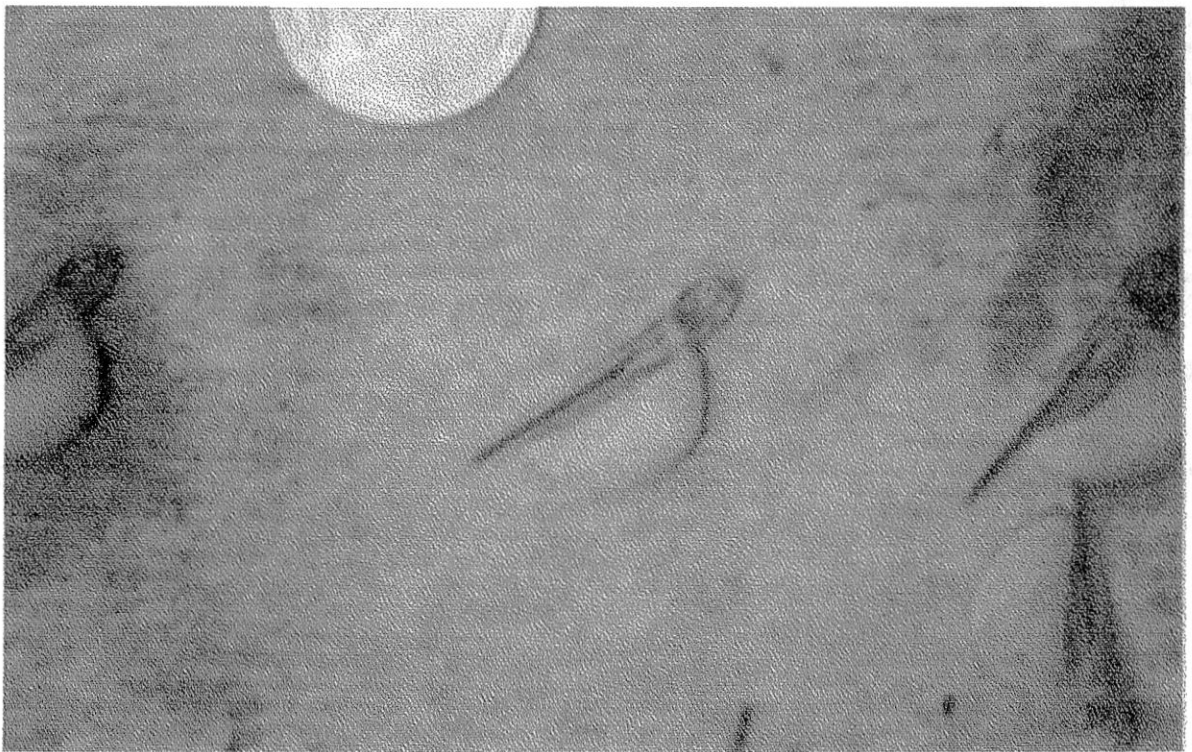


Anexo N° 14. Óvulos de hembra madura de arahuana listos para ser contados.  
Fuente: Proyecto

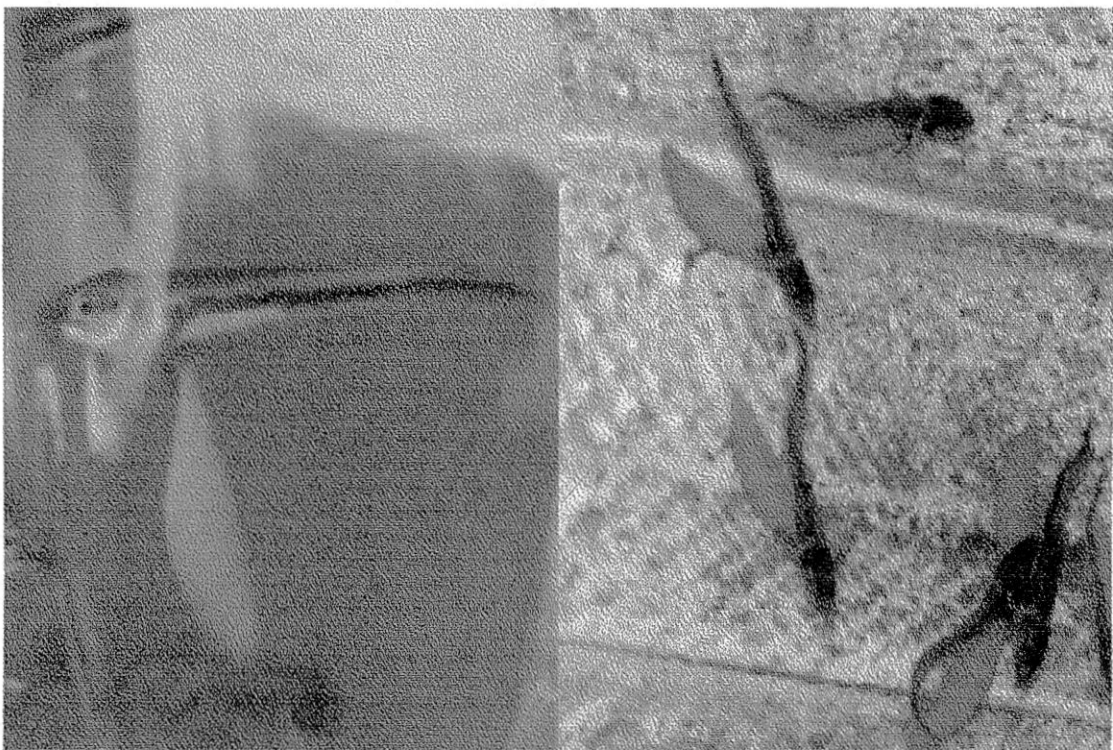


Anexo N° 15. Ejemplar adulto de arahuana capturado antes de la eclosión de los huevos; nótese que la boca del reproductor es el sitio de incubación.

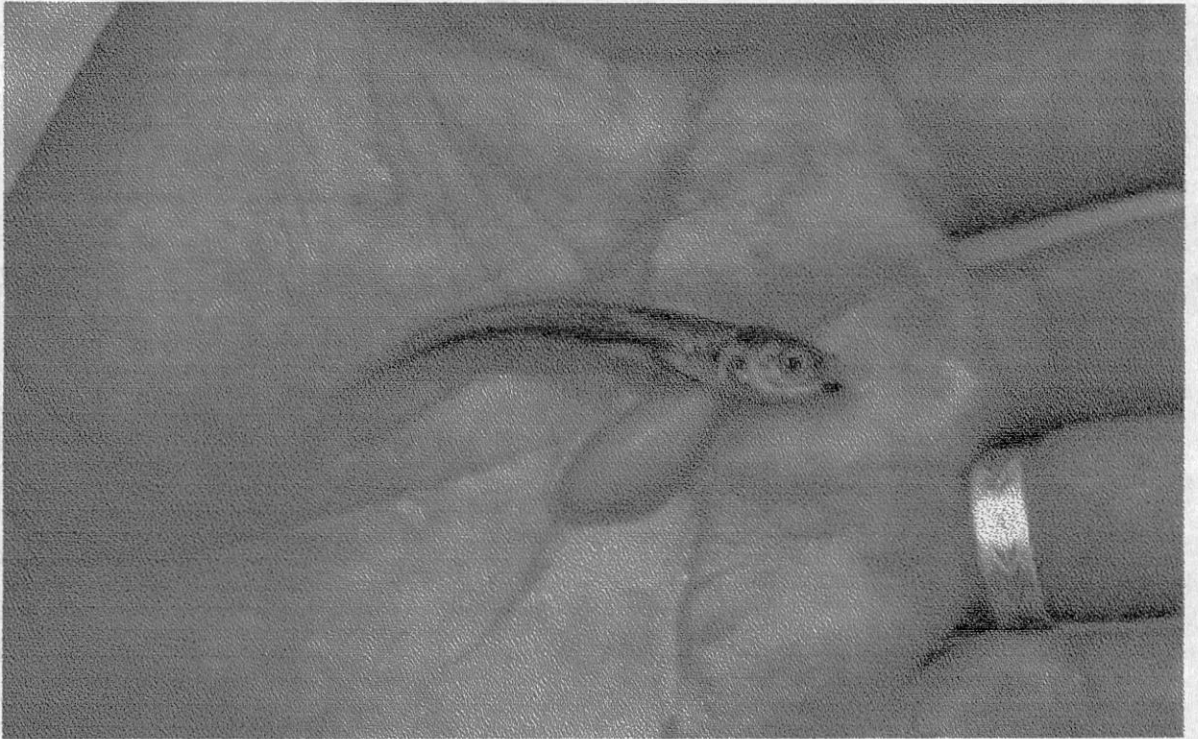




Anexo N° 16. Crías de arahuana en estadio larval I "echadas"; nótese el tamaño del saco vitelino en relación al cuerpo de los ejemplares, lo que les impide nadar con facilidad. Fuente: Proyecto



Anexo N° 17. Crías de arahuana en estadio larval II "paradas"; nótese el saco vitelino en proceso de absorción y el mayor desarrollo de las larvas que ya pueden nadar de forma continua. Fuente: Proyecto



Anexo N° 18. Cría de arahuana en estadio larval III "paradas"; nótese el saco vitelino a punto de ser absorbido en su totalidad y una mayor pigmentación de la larva.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 19. Crías de arahuana en estadio de alevine "voladoras"; nótese que el saco vitelino ya fue absorbido y el pez presenta las características del adulto.  
Fuente Proyecto



Anexo N° 20. Miembros de la UPC Yacutaita iniciando faena de pesca ornamental de arahuana. El primer paso consiste en ubicar a los reproductores. Fuente: Proyecto



Anexo N° 21. Zona de distribución de reproductores de arahuana localizada. Los pescadores toman en cuenta anteriores zonas de captura. Fuente: Proyecto



Anexo N° 22. Verificación de la presencia de reproductores en la zona localizada a cargo de un miembro especialista de la UPC Yacutaita. Fuente: Proyecto



Anexo N° 23. Miembros de la UPC Yacutaita iniciando extendido de la red trampa para la captura de los adultos de arahuana que contienen las crías en la boca. Fuente: Proyecto



Anexo N° 24. Miembros de la UPC Yacutaita finalizando extendido de la red trampa.  
Fuente: Proyecto



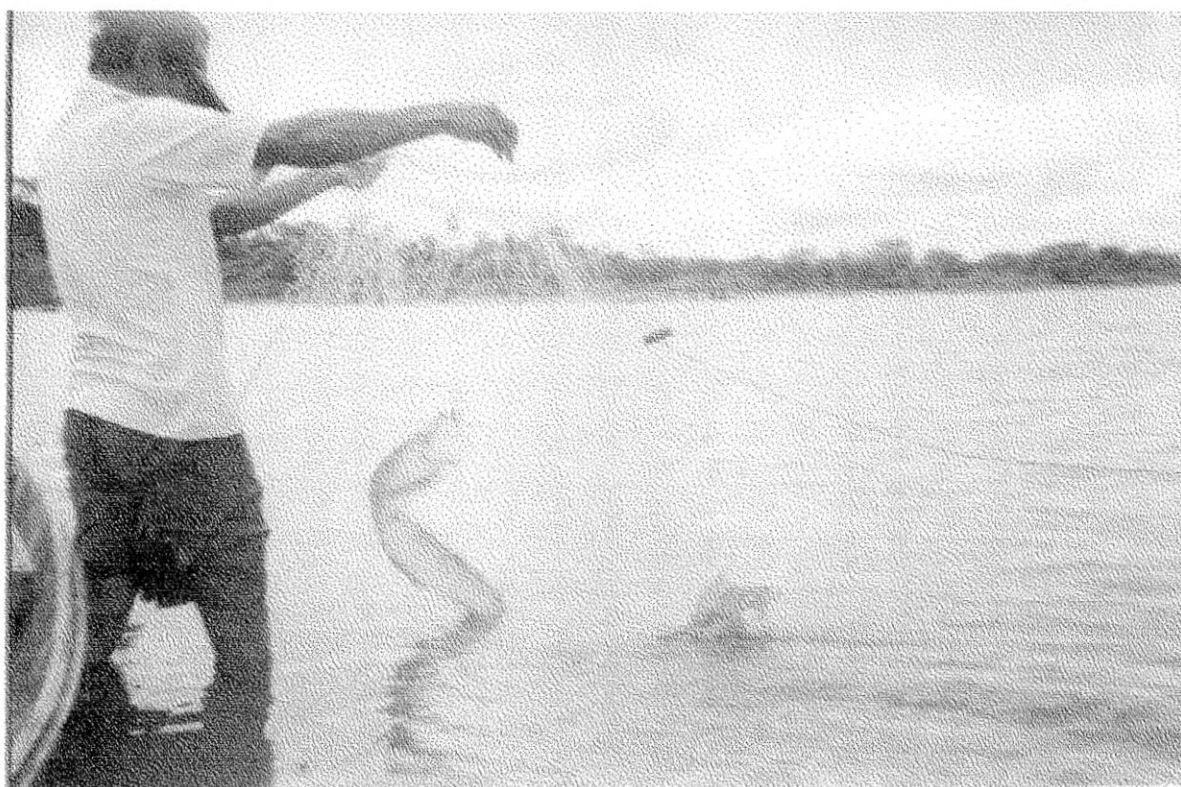
Anexo N° 25. Miembros de la UPC Yacutaita "paleando" el agua con el propósito de dirigir a los reproductores hacia la red para su respectiva captura. Fuente: Proyecto



Anexo N° 26. Reproductores de arahuana atrapados en la red trampa.  
Fuente: Proyecto



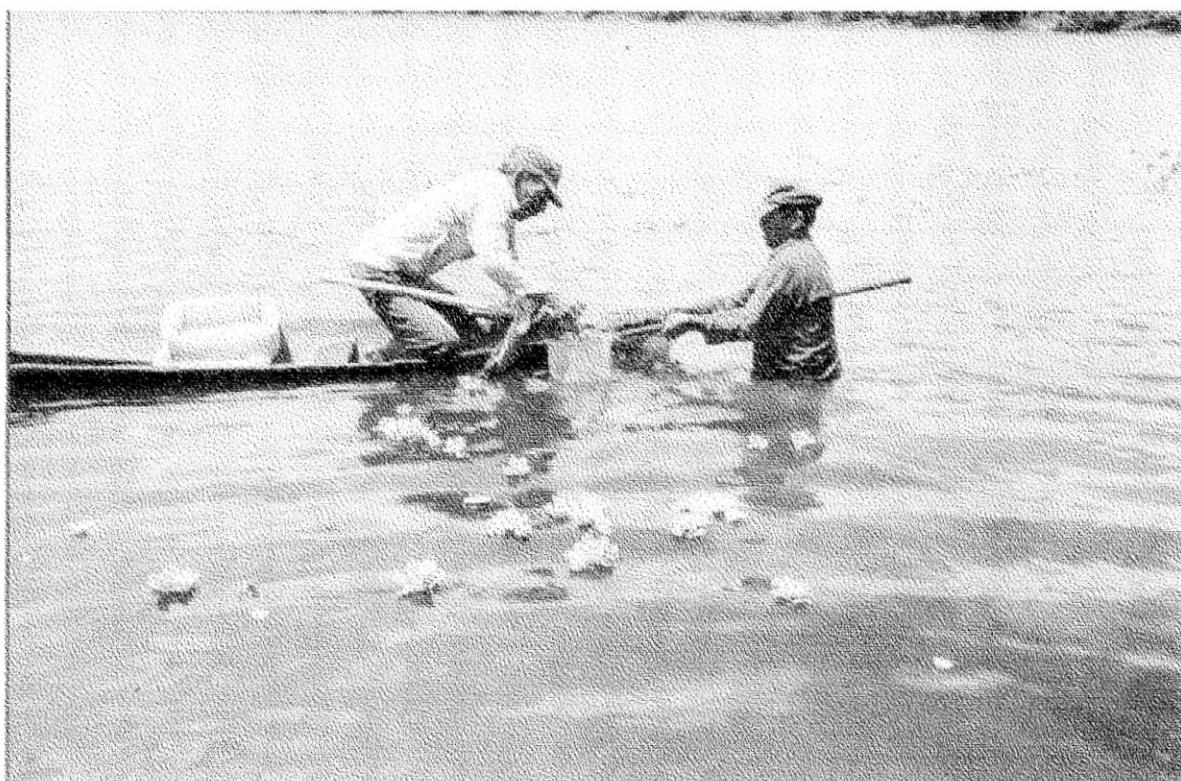
Anexo N° 27. Reproductor de arahuana capturado. Verificación de la captura.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 28. Miembro de la UPC Yacutaita liberando a un ejemplar adulto de arahuana que no presentaba crías en la boca. Fuente: Proyecto

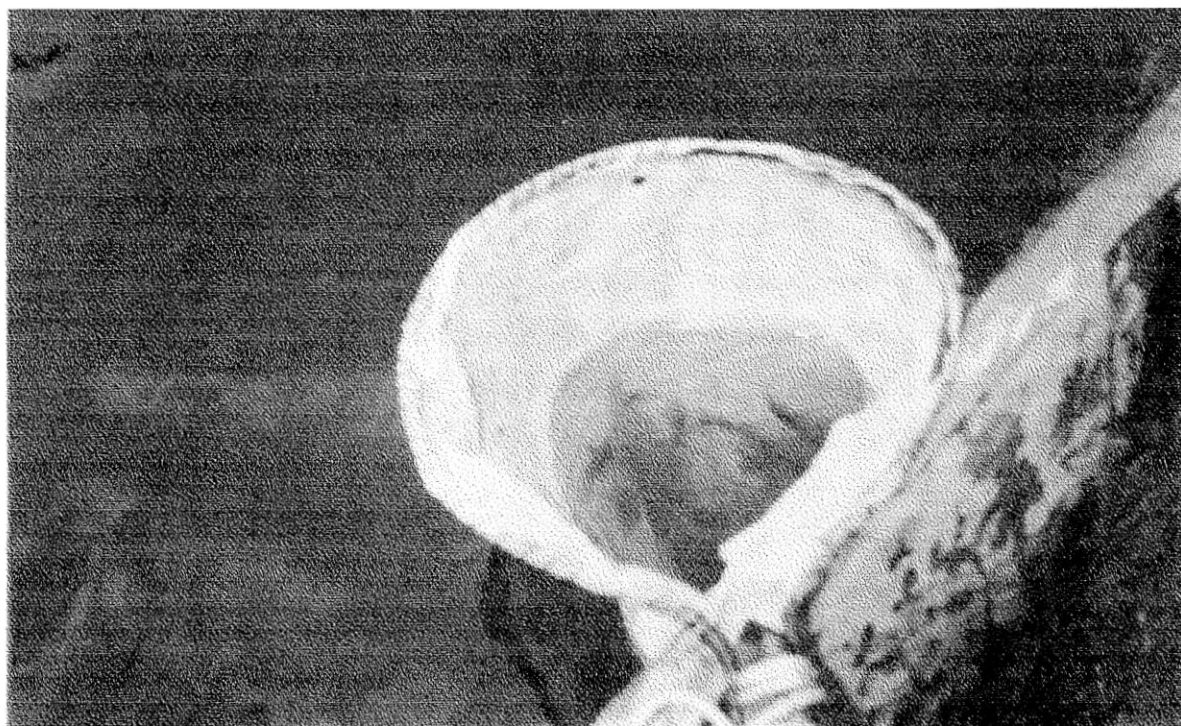


Anexo N° 29. Miembro de la UPC Yacutaita verificando la presencia de crías en la boca de un ejemplar adulto de arahuana capturado. Fuente: Proyecto



Anexo N° 30. Vaciado de las crías desde la boca del reproductor hacia la red de mano, después de esta acción se procede a la liberación del reproductor.

Fuente: Proyecto



Anexo N° 31. Crías de arahuana capturadas vivas para su posterior comercialización.

Fuente: Proyecto

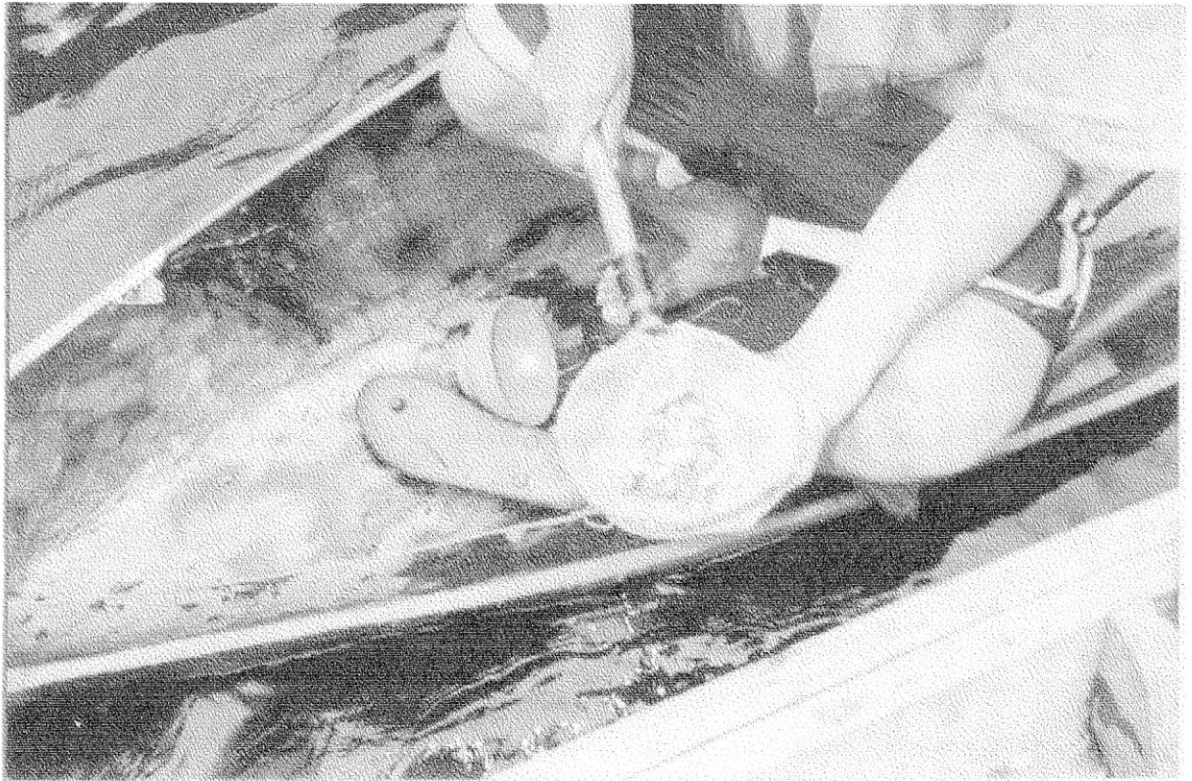




Anexo N° 32. Miembro experto de la UPC Yacutaita encargado de colocar y estabular las crías de arahuana en las cajas alevineras. Fuente: Proyecto



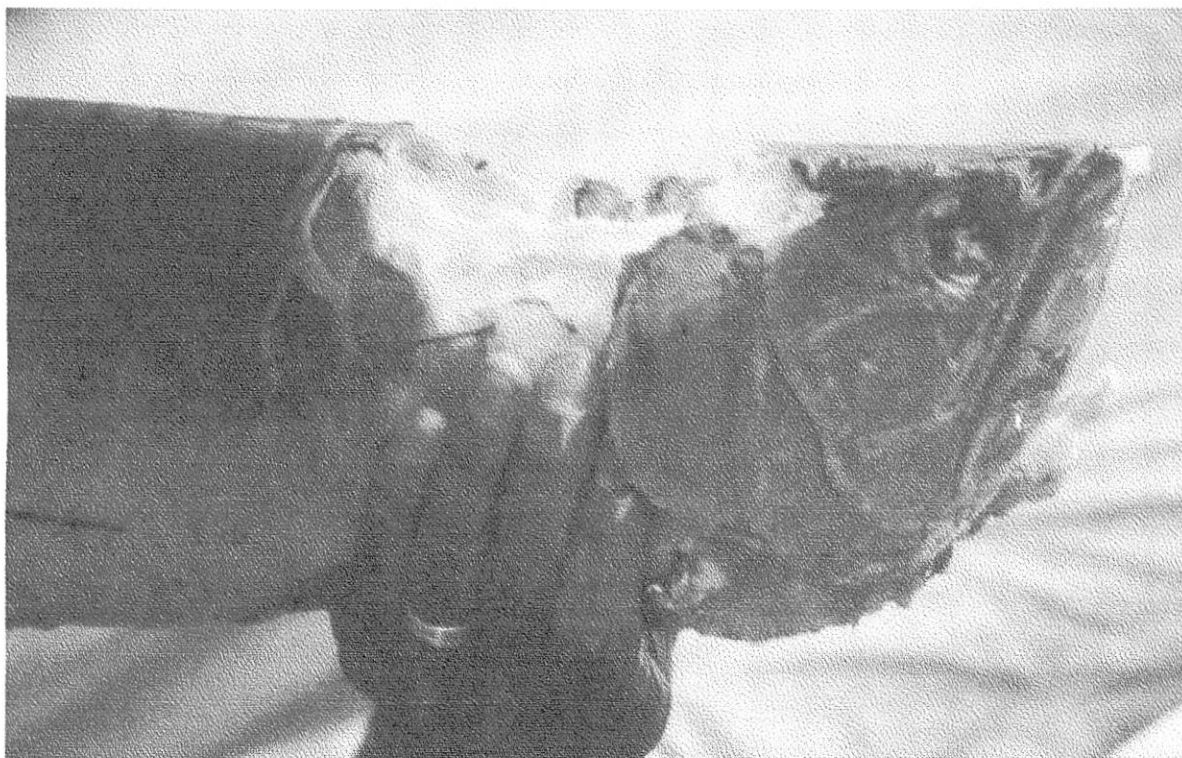
Anexo N° 33. Miembro de la UPC Yacutaita recolectando crías de arahuana que fueron expulsadas de la boca del reproductor cuando éste cayó de la red. Fuente: Proyecto



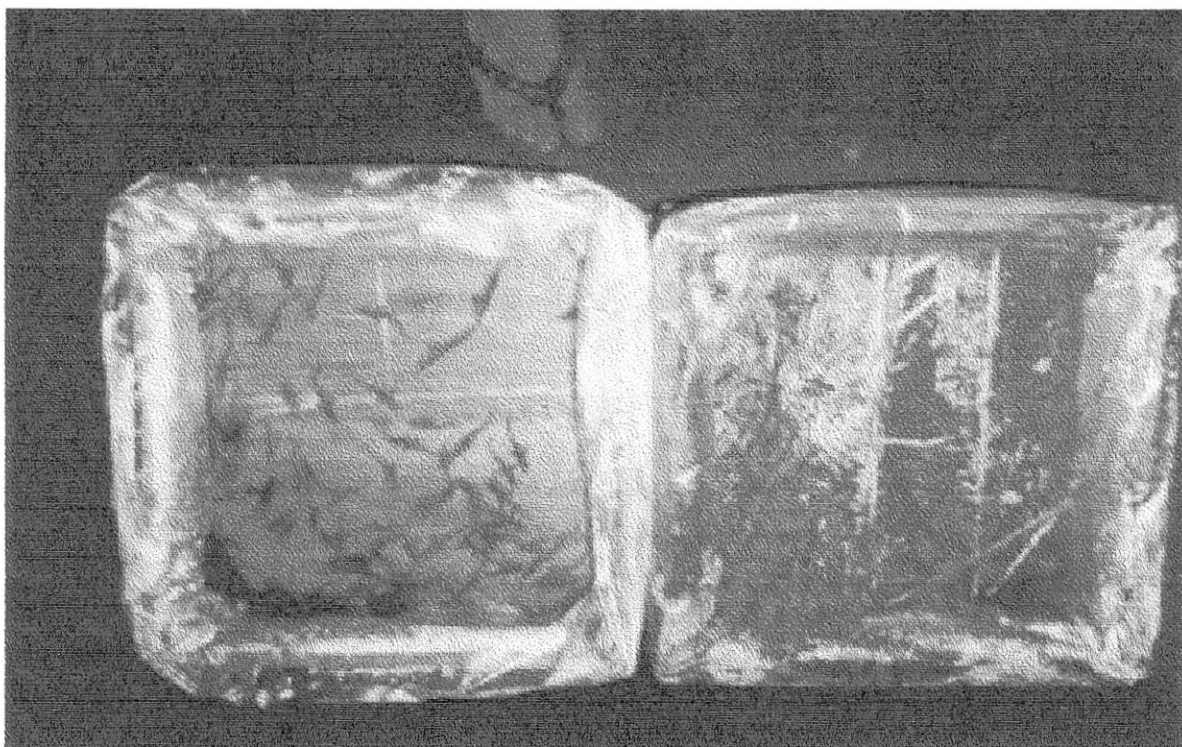
Anexo N° 34. Miembro de la UPC Yacutaita mostrando larvas de arahuana colectadas, nótese la presencia del saco vitelino. Fuente: Proyecto



Anexo N° 35. Contando las crías capturadas por reproductor; por lo general se emplea una caja alevinera para coleccionar las crías de un mismo reproductor. Fuente: Proyecto



Anexo N° 36. Ejemplar adulto de arahuana victimado por "pirañas" (*Serrasalmus sp.*) por no ser liberado a tiempo de la red trampa.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 37. Cajas alevineras conteniendo larvas y alevines de arahuana; nótese que las crías se colocan por caja de acuerdo a su estadio.  
Fuente: Proyecto



Anexo N° 38. Metodología empleada por la UPC Yacutaita para el transporte a hombro de las crías de arahuana por tierra. Fuente: Proyecto



Anexo N° 39. Preparación de las cajas y bolsas alevineras para el transporte de las crías de arahuana por agua. Fuente: Proyecto