

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**DETERMINACION DEL CONTENIDO MINERAL EN PAICHES  
ADULTOS (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) DE AMBIENTE  
NATURAL Y CAUTIVERO DE LA AMAZONIA PERUANA**

Tesis

Para Optar el Título de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**SILVA MACETAS, CRISTIHAM ULISES**

**PROMOCIÓN 2004-II**

**Tingo Maria - Perú**

**2010**



L02

S55

Silva Macetas, Cristiham U.

Determinación del Contenido Mineral en Paiches Adultos (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) de Ambiente Natural y Cautiverio de la Amazonía Peruana. Tingo María, 2010

47 h.; 19 cuadros; 5 fgrrs.; 46 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

**1. ARAPAIMA GIGAS 2. ALIMENTACION - PAICHES 3. ABSORCION - MINERALES  
4. AMBIENTE NATURALES 5. CRIANZA - CAUTIVERIO 6. PERU.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

-----  
"Año de la Consolidación Económica y Social del Perú"

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 5 de enero de 2010, a horas 8:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

**DETERMINACION DEL CONTENIDO MINERAL EN PAICHES ADULTOS (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) DE AMBIENTE NATURAL Y CAUTIVERIO DE LA AMAZONIA PERUANA.**

Presentada por el bachiller **Cristiham Ulises SILVA MACETAS**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 5 de enero de 2010

  
.....  
Ing. WALTER A. PAREDES ORELLANA  
Presidente



  
.....  
MARCO ANTONIO ROJAS PAREDES  
Miembro

  
.....  
M.Sc. JUAN LAO GONZALES  
Miembro Asesor

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo sacrificio y perseverancia brindada en esta tesis están dedicados a todas las personas, e instituciones públicas y privadas en especial a los criadores, precursores e investigadores de esta especie.

A mis Padres, JUANA y ULISES con todo el cariño y agradecimiento, quienes con amor y sacrificio hicieron posible para continuar estudios superiores.

A mis hermanos DANTE, GISELA y MAGALY por compartir sacrificios, alegrías y tristezas, que son inspiraciones para superarme, a LIZ MARITE el amor de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios, por guiarme y darme fuerza en todo momento de mi vida.
- A La Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater en mi formación profesional en especial a los profesores de la Facultad de Zootecnia.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, de esta manera al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA).
- Al Proyecto BIODAMAZ por el financiamiento y facilidades brindadas para la ejecución del estudio.
- Al Ph.D. Manuel Sandoval Chacon por sus consejos, enseñanzas y asesoría en compartir su filosofía de realizar investigación.
- Al Ing. MSc. Juan Lao Gonzáles por su confianza y asesoría.
- Al Dr. Dennis Del Castillo Torres por darme la oportunidad de realizar esta investigación.
- Al Ing. Salvador Tello, por las observaciones y sugerencias brindadas.
- Al Ing. Hernán Tello Director del Proyecto BIODAMAZ
- Al Dr. Fred Chu Koo, por sus consejos y apoyo brindado.
- A la Dra. Carmen Rosa García Dávila por los consejos y apoyo.
- A Werner Chota y Diana Castro por su amistad y apoyo.
- Al Dr. Fernando Alcántara Bocanegra, Blga. MSc. Palmira Padilla Pérez Blgo. Homero Sánchez, Blga. Aurea García, y a la Blga. Rosa Ismiño por la confianza, enseñanzas y asesoría ofrecida.
- Al Blgo Javier Noriega y Felipe Vela del programa Pro naturaleza.
- Al Blgo Javier Del Águila jefe de la Reserva Nacional Pacaya Samiria

- A la organización social de pescadores artesanales OSPPA YACU TAYTA fieles guardianes de la cocha el Dorado, de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, por su apoyo colaboración, por compartir sus experiencias y sus enseñanzas brindadas.
- A los pobladores de la comunidad de Manco Capac de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, por su hospitalidad y cariño.
- A los Blgo. Pesq. Ricardo Oliva, Carmela Rebaza, Mariano Rebaza, Sonia Deza, por sus enseñanzas y orientación a esta actividad
- Al personal administrativo del IIAP, Sra. Mercedes Torres, secretaria del PEA y al Administrador Juan Huansi.
- Al Personal Administrativo del Proyecto BIODAMAZ, Sra. Carolina Bazalar, Sra. Jannett Salas, Srta. Danny Lomas y Abrahán por el apoyo y comprensión necesario para el desarrollo y culminación de los trabajos de campo y gabinete.
- Al personal técnico que labora en el Programa de Ecosistemas Acuáticos: Lamberto Arévalo, Hugo Marichin, Edwin Agurto, Italo Orbe, Cherry Yahuarcani, Asunción Apuela, Medardo Montoya, Germán Orbe, Sixto Valderrama, Domingo García, Luis Zafra, Edgar Taricuarima, Roberto Flores, Reiner Flores por el apoyo brindado durante la ejecución del estudio.
- Al Sr. Santiago Alves, pionero en la crianza del paiche en Iquitos, por su apoyo y enseñanza.

- A los Jurados de tesis, por las correcciones, observaciones y apoyo incondicional Ing. Walter Paredes Orellana, Ing. Marco Rojas Paredes y Ing. Juan Lao Gonzales al Med Vet. Daniel Paredes Lopéz.
- A la Sra. Luz Jara secretaria de la Facultad de Zootecnia.
- A la Ing. Vanesa Melchor Sandoval por el apoyo en el laboratorio.
- A la Sra. Glelia Ríos y Concepción Ariza por su colaboración, apoyo y enseñanza en el laboratorio.
- A la Sra. Mariela Astoquilca y Luis Gonzales por su apoyo y comprensión.
- Al Sr. Walter Hidalgo, pionero en la crianza del paiche en Tingo Maria
- A mis amigos de la Universidad: Héctor Huarcaya, Ericsson Arévalo, Edwin Andrés, Javier Hurtado, Julio Misajel, Jerson Duran, Miguel Castañeda, Miguel Herazo, Rosario Quintanilla, Freddy Guzmán, Jeydi Cárdenas, Cecilia Tarazona, Katy Alvarado, Jimiton Lozano, Henry Revilla, Lidia Morales, Beatriz Sandoval, Uriel Quispe, Paquita Lao, Danitza Domínguez, Johan Vela, Helmut Calvay, Heber Cornelio, Vanesa Melchor, por su apoyo y solidaridad en esta tarea.
- A mis colegas tesistas del IIAP Iquitos: Antonio Yuto, Carlos Del Águila, Javier Velásquez, Juan García, Nydia Eléspuro, Magali Del Risco, Soraya Pérez, Bruno Vásquez, , Erland Terrones, Adela Ruiz, Adriana Iglesias, Narda Dinnis, Jannett Machuca, Priscila Casado, Erika Davila, Jaime Suárez, Eloy Soberon, Juan y Elmer.
- A todos y cada uno de los que colaboraron a mantener la ilusión para alcanzar el éxito. Esto también es de Ustedes.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Ubicación Taxonómica del paiche .....	4
2.2. Características morfológicas del paiche .....	6
2.3. Alimentación del paiche .....	7
2.4. Características del paiche criado en cautiverio.....	8
2.5. Funciones de los minerales .....	9
2.5.1. Calcio .....	10
2.5.2. Fósforo.....	11
2.5.3. Magnesio .....	12
2.5.4. Sodio, Potasio y Cloro.....	13
2.5.5. Hierro .....	14
2.5.6. Zinc .....	15
2.5.7. Manganeso .....	15
2.5.8. Cobre .....	16
2.6. Calidad de agua.....	17
2.6.1. Color y Turbidez del agua .....	17
2.6.2. Oxígeno disuelto .....	17
2.7. Minerales en la piscicultura.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1. Lugar y fecha de ejecución del trabajo .....	21
3.2. Ambientes.....	21
3.2.1. Ambiente natural.....	21
3.2.2. Ambiente en cautiverio.....	22
3.3. Colección de muestras .....	22
3.4. Procesamiento de muestras .....	23
3.5. Análisis de las muestras .....	25
3.5.1. Determinación de macrominerales Ca, Mg, Na y K .....	25

3.5.2. Determinación de microminerales Cu, Mn, Zn y Fe .....	26
3.5.3. Determinación de fósforo .....	26
3.6. Variable independiente .....	27
3.7. Tratamientos .....	27
3.8. Variables dependientes .....	27
3.9. Variables a registrar .....	27
3.9.1. Factores físico químicos de calidad de agua .....	27
3.9.2. Contenido mineral de pez forraje .....	27
3.10. Análisis estadístico .....	28
IV. RESULTADOS .....	29
4.1. Contenido de macro minerales en tejidos de paiche adultos .....	29
4.2. Contenido de micro minerales en tejidos de paiche adultos .....	30
4.3. Contenido de minerales en pez forraje .....	33
4.4. Contenido de minerales en el agua de ambiente natural y cautiverio .....	33
4.5. Calidad de agua de ambiente natural y cautiverio .....	34
V. DISCUSION .....	35
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
VIII. ABSTRACT .....	40
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	42
X. ANEXOS .....	49

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Contenido de minerales en músculo de paiche juvenil y adulto alimentados con pez forraje criados en estanques.....	20
2. Contenido de minerales en tejidos de paiches juveniles alimentados con pez forraje en jaulas flotantes. ....	20
3. Contenido de macrominerales en tejidos de paiche adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedente de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) <sup>1</sup> .....	29
4. Contenido de microminerales (ug/g) en tejidos de paiche adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedente de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) <sup>1</sup> .....	30
5. Contenido de minerales en pez forraje procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) <sup>1</sup> .....	33
6. Contenido de minerales (mg/L) en el agua de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) donde habita o se cultiva el paiche.....	33
7. Calidad de agua de ambientes natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) donde habita o se cultiva el paiche <sup>1</sup> .....	34
8. Datos biométricos de paiches adultos procedente de ambientes natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ).....	50
9. Lectura de minerales en musculo de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	51
10. Lectura de minerales en hígado de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	52
11. Lectura de minerales en riñón de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	53
12. Lectura de minerales en aleta de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	54
13. Lectura de minerales en escama de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	55
14. Lectura de minerales en branquia de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	56

15. Lectura de minerales en intestino de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	57
16. Lectura de minerales en hueso de paiches adultos procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	58
17. Datos biométricos y lectura de minerales en pez forraje entero procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	59
18. Lectura de minerales en agua procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .....	60
19. Calidad de agua procedente de ambiente natural (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ) .	61

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Flujo grama de procesamiento de muestras de paiche para análisis...	24
2. Contenido de macrominerales (%) en tejidos blandos de paiches adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedentes de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ).....	31
3. Contenido de macrominerales (%) en tejidos duros de paiches adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedentes de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ).....	31
4. Contenido de microminerales (ug/g) en tejidos blandos de paiches adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedentes de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ).....	32
5. Contenido de microminerales (ug/g) en tejidos duros de paiches adultos ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedentes de ambientes naturales (T <sub>1</sub> ) y cautiverio (T <sub>2</sub> ).....	32

## RESUMEN

El experimento se realizó en Loreto-Perú en noviembre del 2005, con el objetivo de determinar el contenido mineral en músculo, aleta, escama, branquias, hígado, riñón, hueso e intestinos de paiches adultos (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829); en pez forraje entero del género *Cichlassoma sp* y agua procedentes de dos ambientes (natural y cautiverio). Se planteo demostrar si el tipo de ambiente natural o cautiverio tiene efecto sobre el contenido de minerales en tejidos de paiches. Para lo cual se colectó muestras de 22 paiches de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (T<sub>1</sub>) y 8 muestras del centro de investigaciones de Quistococha (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana) y de criadores de la carretera Iquitos-Nauta (T<sub>2</sub>). La cuantificación de minerales: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K); Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Hierro (Fe) se realizó por Absorción atómica (EAA) con llama de aire y acetileno utilizando un equipo Perkin Elmer modelo, Video 12; el Fósforo (P) se cuantificó por el método del metavanadato de amonio (modificado), utilizando un Espectrofotómetro de luz visible Genesys 10. Los resultados, de macro minerales en tejidos de paiches; fueron: 6.29 y 4.36 % de P; 0.176 y 0.152 % Mg; 0.398 y 0.545 % Na; 0.117 y 0.178 % K en aleta; asimismo 10.760 y 5.837 % P en muestras hueso para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> en cada uno de minerales respectivamente. Estos macro minerales mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) mediante la prueba de t Student, en cambio los demás

tejidos no mostraron diferencias estadísticas. El contenido de micro minerales en tejidos de paiches fueron de 2.393 y 3.301  $\mu\text{g/g}$  de Cu; 10.923 y 15.672  $\mu\text{g/g}$  de Zn en músculo; de 115.354 y 32.35  $\mu\text{g/g}$  de Cu; 1.826 y 2.830  $\mu\text{g/g}$  de Mn; 444.709 y 244.883  $\mu\text{g/g}$  de Zn en hígado, 2.337 y 4.655  $\mu\text{g/g}$  Mn; 955.982 y 553.873  $\mu\text{g/g}$  Zn en riñón; también 2.794 y 9.540  $\mu\text{g/g}$  Cu en aleta; 2.185 y 2.875  $\mu\text{g/g}$  Mn, en escama para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> en cada uno de minerales respectivamente. El contenido de macro minerales en pez forraje presentaron concentraciones de  $3.684 \pm 0,355^b$  y  $5.482 \pm 0,546^a$  % de Ca;  $0.154 \pm 0.018^b$  y  $0.424 \pm 0.019^a$  % de Na;  $0.417 \pm 0.032^b$  y  $0.762 \pm 0.078^a$  % de K;  $2.217 \pm 0.159^b$  y  $4.308 \pm 0.541\%$  de P para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> en cada uno de minerales respectivamente. Los micro minerales en pez forraje fue de  $12.807 \pm 2.354^a$  y  $3.910 \pm 0.162^b$   $\mu\text{g/g}$  de Cu para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> respectivamente. El contenido de minerales en el agua vario significativamente de  $15.258 \pm 0.617^a$  y  $2.313 \pm 0.172^b$  % de Ca;  $2.865 \pm 0.225^a$  y  $0.786 \pm 0.113^b$  % de Mg;  $1.464 \pm 0.055^b$  y  $3.284 \pm 0.535^a$  % de K;  $0.141 \pm 0.004^b$  y  $0.167 \pm 0.009^a$  % de Mn para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> en cada uno de minerales respectivamente. En conclusión, la concentración de Ca en tejidos de paiche no mostró diferencias significativas, sin embargo la concentración de Na y K en aleta, Na en branquias, Cu y Zn en músculo; Mn en hígado, riñón y escama al igual que el Cu en aleta son mayores en paiches procedentes de cautiverio que ambiente natural. La concentración de Mg en aleta, P en riñón, aleta y hueso Cu y Zn en hígado y Zn en riñón son mayores en paiches procedente de ambiente natural que de cautiverio. Las características de calidad de agua fueron las apropiadas para la crianza de paiche para ambos ambientes. Finalmente el tipo de ambiente no tiene gran efecto sobre el contenido de minerales en tejidos de paiches.

## I. INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica en general, posee ríos con extensos planos de inundación que caracterizan la región hidrográfica de la amazonia donde habita el paiche, *Arapaima gigas*. En la actualidad el paiche se encuentra ampliamente distribuido en la cuenca del río Amazonas, que comprende Perú, Colombia y Brasil, (REBAZA *et al.*, 1999); esta especie habita y se reproduce en los ecosistemas de aguas lenticas tales como várzeas, igapós y caños (PINTO, 1999); también se reproducen en ambientes controlados impulsando de manera complementaria su aprovechamiento y conservación (REBAZA *et al.*, 1999).

El paiche, es una de las especies más representativas de la ictiofauna amazónica, por su importancia sociocultural, científica, ecológica, y económica; es resistente al manipuleo y de gran importancia para la piscicultura, por su alto valor comercial en el mercado nacional e internacional, en razón a la excelente calidad de su carne carente de espinas intramusculares, (REBAZA *et al.*, 1999).

Todos los animales, requieren minerales como parte de nutrientes esenciales para su crecimiento, producción y reproducción; la deficiencia o exceso de estos elementos son los responsables de una baja producción, expuesto a enfermedades y problemas reproductivos. En los peces, los

minerales es un proceso vital para la osmoregulación, siendo biodisponibles y necesarios (TACON, 1989).

El grado de absorción de minerales en los peces, varía según el hábitad, alimentación y la etapa fisiológica, esto determina la concentración de minerales para cubrir sus requerimientos y cumplir sus funciones respectivas. Para el caso del paiche aun no se ha reportado la concentración de minerales en diversos tejidos, procedentes de ambientes naturales como de ambientes en cautiverio, así mismo el agua de estos dos ambientes tiene características físico químicas particulares, también se requiere identificar la presencia de minerales en el agua y pez forraje en los dos tipos de ambiente.

Por lo que es de importancia efectuar estudios pioneros para determinar la concentración mineral en paiches adultos y con esta base considerar o inferir la suplementación mineral adecuada, lo cual es indispensable para fomentar su crianza en cautiverio,

Para tal efecto se planteó demostrar si el tipo de ambiente natural o ambiente en cautiverio, tiene efecto sobre el contenido de minerales en tejidos de paiches adultos, de manera que puedan presentar cambios en la concentración de dichos elementos.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Determinar la concentración de minerales en músculo, hígado, riñón, intestino, aleta, escama branquias y hueso de paiches adultos, procedentes de ambiente natural y cautiverio.
- Determinar la concentración de minerales en pez forraje, procedentes de ambiente natural y cautiverio
- Determinar la concentración de minerales y características físico-químicas del agua en ambientes naturales y cautiverio donde habita y se cultiva el paiche.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Ubicación Taxonómica del paiche

El paiche pertenece a la familia *Arapaimidae*, también llamado pez de lengua ósea; considerado un pez primitivo, es el mayor representante de la familia y exclusivo del ambiente amazónico. Forma parte del orden *Osteoglossiformes*. La familia *Arapaimidae*, se divide en tres subfamilias: *Arapaiminae*, *Osteoglossinae* y *Heterodinae*, distribuidas en América del Sur, África, Australia y el Sudeste Asiático (FINK y FINK, 1978; NELSON, 1994; LI y WILSON, 1996). Los *Arapaimideos* en la Amazonía están formados por dos géneros y tres especies: *Arapaima gigas*, *Osteoglossum bicirrhosum* y *Osteoglossum ferreirai*. GÉRY, (1969) y FRANCO (2005).

Es conocida con tres nombres comunes en Sudamérica, "paiche" en la Amazonía Peruana, debido al vocablo indígena original "payshi"; "pirarucú" en la Amazonía Brasileira, palabra de origen tupi pira: pez y urucum: coloración rojo y "arapaima" en Guyana, debido al nombre guyano original warapaima (FLORES, 1980).

En la actualidad el paiche se encuentra ampliamente distribuido en la parte norte de Sud América (cuenca del río Amazonas), desde Ucayali y Loreto en Perú, Guyana Francesa, Ecuador, Bolivia, Colombia (Leticia) y Venezuela (cuenca baja del Orinoco) hasta Manaus, Pará y Bahía en Brasil, La

especie fue introducida a Cuba (desde Perú) en 1973 y a México (desde Brasil) en 1964. IMBIRIBA *et al.*, (1996); REBAZA *et al.*, (1999); DEL AGUILA, (2002).

Su distribución natural en la Amazonía Peruana más importante, se encuentran en la Reserva Nacional Pacaya Samiria; creada en 1940 para proteger a esta especie de la presión de pesca. No es un pez migratorio ni gregario, se une a su pareja sólo en época de reproducción SANCHEZ, (1961); REBAZA *et al.*, (1999); ROJAS, (2004).

En cuanto a su habitat, según GOULDING (1980), PINTO (1999). ALCANTARA (1999), DEL AGUILA (2002) y ROJAS (2004), el paiche habita en los ecosistemas de aguas lénticos tales como lagos, várzeas, igapós, tahuampas y caños, no encontrándose en zonas de fuerte correntada, ni en aguas ricas en sedimentos, con un pH ligeramente ácido con temperatura entre 24 y 31 ° C (BARD e IMBIRIBA, 1986). Con este comportamiento, el paiche se torna una excepción entre las especies de gran porte que habita en aguas negras y tranquilas del continente.

Por su rusticidad, el paiche es menos exigente en la calidad de agua, se adapta a condiciones de cautiverio; su respiración aérea (boyada) le obliga a salir a la superficie cada cierto tiempo (McCONNELL, 1987; GOULDING, 1980).

## **2.2. Características morfológicas del paiche**

El cuerpo del paiche es de forma alargada con sección circular elipsoidal y revestido con escamas, la cabeza es pequeña (10% del peso corporal), la lengua ósea, la boca es superior, grande y oblicua con prognatismo de la mandíbula inferior donde se observan dos placas óseas laterales y una palatina que funcionan como dientes las cuales retienen a la presa matándolas antes de la deglución. El tubo digestivo es corto como en todo pez carnívoro (BARD e IMBIRIBA, 1986).

El cuerpo es subcilíndrico y alargado cubierto de grandes y espesas escamas de tipo cicloide que se comprime en forma progresiva a medida que se acerca hacia la aleta caudal. Las aletas están provistas de radios blandos que les proporcionan mucha flexibilidad; presenta una coloración castaño-clara a partir del octavo mes; (Sawaya (1946), citado por DEL AGUILA, 2002).

Los paiches tienen respiración mixta; utilizan las branquias, para la respiración acuática y la vejiga natatoria altamente vascularizada para la respiración aérea, el cual se comunica con el tubo digestivo y funciona como pulmón. Esta características evolutiva se puede asociar a los niveles bajos de oxígeno disuelto en los ríos de la cuenca Amazónica y por la insuficiencia de las branquias para procesar la oxigenación. Los paiches deben utilizar ambos sistemas como un proceso vital a lo largo de toda su vida; (Luling, (1964), citado por DEL AGUILA 2002; SOUZA, 1990).

### 2.3. Alimentación del paiche

El paiche es un predador piscívoro presenta hábito alimenticio esencialmente carnívoro se alimenta de peces y crustáceos (BARD e IMBIRIBA, 1986; CARVALHO y NASCIMENTO, 1992), también de moluscos, plancton e insectos acuáticos; en estado alevín se alimenta del plancton; (QUEIROZ y SARDINHA, 1999).

La alimentación del paiche se basa en el consumo de peces pequeños entre las especies de peces de las cuales se alimenta el paiche incluye: bujurqui” *Cichlassoma amazonarum*; “mojara” *Gymnocorymbus thayeri*; “ractacara” *Psectrogaster amazónica*; “chio-chio” *Psectrogaster rutiloides*; *Prochilodus*, *Cichlassoma Pseudorinelepis*, *Schizodon*, *Leporinus*, *Anostomus*, *Triportheus* y *Tetragonopteros*. (DEL AGUILA, 2002), (ALCANTARA *et al.*, 1992)

Los piscicultores, antes de la crianza de paiche crían pez forraje “bujurqui” *Cichlassoma amazonarum* en los estanques donde se van a destinar los paiches esto demuestra el grado de adaptabilidad (IMBIRIBA, 1991). En cautiverio, la alimentación de los alevinos debe estar constituida por peces pequeños como post-larvas y alevinos de especies de elevada proliferación; otra alternativa es cortar los peces forrajeros en pequeños pedazos (IMBIRIBA *et al.*, 1996). Además acepta raciones balanceadas (CRESCÊNCIO, 2001; ITUASSÚ, 2002; ALDEA, 2002; PADILLA, 2002).

#### **2.4. Características del paiche criado en cautiverio**

El paiche es una especie de gran rusticidad, velocidad de crecimiento y extraordinario desenvolvimiento ponderal, su carne es de excelente calidad y de gran aceptación en el mercado (IMBIRIBA *et al.*, 1996). Es un pez de respiración aérea, mecanismo respiratorio que hace que pueda tolerar altas densidades en ambientes con bajas concentraciones de oxígeno disuelto en agua, además pueden tolerar altas concentraciones de amonio (BRAUNER y VAL, 1996; CAVERO *et al.*, 2004).

Una de las dificultades de la crianza del paiche es su régimen alimenticio carnívoro, sin embargo esto puede ser solucionado según el método de crianza (IMBIRIBA *et al.*, 1996); a través de la asociación del paiche con animales domésticos (cerdos, bovinos, búfalos y aves), es posible aprovechar los residuos de las excretas orgánicas como fertilizante para el aumento de la población de peces forrajeros que servirán de alimento al paiche transformando un producto no comercial en otro altamente rentable. Es conveniente criar en el mismo estanque al pez "forraje" y al paiche para evitar los elevados costos de producción (CARVALHO y NASCIMENTO, 1992; ALCÁNTARA y GUERRA, 1992).

Con el fin de mejorar el desempeño productivo del paiche, varios grupos de investigadores han experimentado la utilización de raciones balanceadas con alto contenido de proteínas obteniendo resultados variados, quienes reportan que el paiche tiene que ser entrenado desde temprana edad a comer ración artificial, caso contrario el aprovechamiento de la dieta no es

eficiente (CRESCÊNCIO, 2001; ITUASSÚ, 2002; ALDEA, 2002; PADILLA, *et al.*, 2002), sin embargo, las mejores tasas de crecimiento del paiche han sido obtenidas utilizando alimentación a base de pez forraje (IMBIRIBA *et al.*, 1996), (SANDOVAL, 2008).

Ningún pez regional criado comercialmente se aproxima al peso alcanzado por el paiche y a pesar de las tasas de conversión elevadas normales para muchos peces carnívoros, la ganancia de peso diario del paiche es notable, lo que confirma el excelente potencial que esta especie tiene para la producción intensiva (HONCZARYCK y MAEDA, 1998; VENTURIERI y BERNARDINO, 1999).

## **2.5. Funciones de los minerales**

Los minerales, en los peces tienen funciones estructurales y metabólicas son constituyentes esenciales de las estructuras esqueléticas, tales como huesos y dientes; juegan un papel clave en el mantenimiento de la presión osmótica y consecuentemente, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo animal; regulan el pH de la sangre y otros fluidos corporales; sirven como constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas y hormonas o como co-factores en el metabolismo, catalizadores y activadores enzimáticos GUILLAUME *et al.*, (2004), McDOWELL; (1992) y CASTELLÓ (1993).

Según, GUILLAUME *et al.*, (2004) y HEPHER (1993), los peces requieren minerales como factores esenciales para el metabolismo y crecimiento. Son capaces de absorber parte de los minerales requeridos

directamente del agua a través de las branquias o incluso a través de toda la superficie corporal.

La absorción de minerales del agua es un proceso importante para la osmoregulación en peces de agua dulce así como también importante desde el punto de vista nutricional; sin embargo, la absorción de minerales varía entre las especies de peces, y con las variaciones en ciertos factores ambientales, como concentración de minerales, temperatura y pH del agua. Parece ser que los minerales absorbidos del agua no satisface el requerimiento total por lo tanto es necesario un aporte complementario en la dieta ya sea en el alimento natural o en la alimentación complementaria, GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

Según GUILLAUME *et al.*, (2004), McDOWELL (1992) La clasificación más común de los minerales es en macro elementos y micro elementos. los macro elementos son requeridos en más de 100 partes por millón (ppm) y frecuentemente se expresan en porcentaje, entre ellos están: cloro, sodio, calcio, fósforo, magnesio, potasio y azufre. Los micro elementos son requeridos en cantidades menores de 100 ppm entre ellos están: hierro, yodo, cobalto, cobre, fluor, manganeso, molibdeno, selenio, zinc, cromo, boro, arsénico, plomo, vanadio, níquel, estaño, silicio, litio.

### **2.5.1. Calcio**

Según GUILLAUME *et al.*, (2004) y McDOWELL (1992), el calcio es un componente esencial de los huesos, cartílago y del exoesqueleto de peces. Es considerado como un activador de varias enzimas claves, incluyendo

la lipasa pancreática, la fosfatasa ácida, colinesterasa, ATPasa, y succinil dehidrogenasa. Estimula la contracción muscular y regula la transmisión del impulso nervioso de una célula a otra. El calcio en conjunción con los fosfolípidos, regula la permeabilidad de las membranas celulares y consecuentemente sobre la captación de nutrientes por célula; participa en la absorción de vitamina B12, a partir del tracto gastrointestinal.

El calcio es absorbido a través del tracto gastrointestinal, por las branquias, piel y aletas de peces y crustáceos. En general, la absorción de calcio de la dieta, es facilitada por la acción de la lactosa presente en la dieta y por la elevada acidez gástrica, GUILLAUME *et al.*, (2004) y HEPHER (1993).

### **2.5.2. Fósforo**

Según GUILLAUME *et al.*, (2004), McDOWELL (1992), las principales funciones biológicas del fósforo pueden ser resumidas como sigue: es un componente esencial de huesos, cartílago y exoesqueleto de crustáceos, también de los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas (caseína), ésteres de fosfato altamente energéticos (ATP), hexosa fosfatos, fosfato de creatina y varias enzimas claves; debido a que es componente de estas sustancias con importancia biológica, el fósforo juega un papel central en el metabolismo celular y energético. Los fosfatos inorgánicos sirven como buffers importantes en la regulación del balance normal ácido-base (es decir pH) de los fluidos corporales.

Las sales solubles de fósforo pueden ser absorbidas a través de la piel, aletas y branquias de peces. Entre los alimentos vegetales, incluyendo

cereales y oleaginosas, el 50–80% del fósforo existe en forma de sales de calcio o magnesio del ácido fítico. Esta forma orgánica del fósforo primero debe ser hidrolizada, dentro del tracto gastrointestinal por la enzima fitasa, a inositol y ácido fosfórico, antes de que pueda ser utilizado y absorbido por el animal. Como con el calcio, la absorción del fósforo inorgánico es facilitado por la elevada acidez gástrica; así, entre más solubles sea la sal, mayor será la disponibilidad y absorción de fósforo, McDOWELL (1992).

### **2.5.3. Magnesio**

GUILLAUME *et al.*, (2004) y McDOWELL (1992), indican que las principales funciones biológicas del magnesio se da como componente esencial de huesos, cartílago y del exoesqueleto de crustáceos; es un activador de varios sistemas enzimáticos claves, incluyendo quinasas, mutasas, ATP asas musculares y las enzimas coliesterasa, fosfatasa alcalina. Por su papel en la activación enzimática, el magnesio estimula el músculo y la irritabilidad nerviosa, está involucrada en la regulación del balance ácido-base intracelular y juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos.

El magnesio es fácilmente absorbido a través del tracto gastrointestinal, branquias, piel y aletas de peces y crustáceos. A semejanza del calcio y fósforo, una proporción de magnesio contenido en las materias alimenticias vegetales, puede estar presente en forma de fitina (sal de Ca ó Mg del ácido fítico). GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

#### **2.5.4. Sodio, Potasio y Cloro**

El sodio potasio y cloro se encuentran en casi todos los fluidos y tejidos blandos del cuerpo; el sodio y el cloro se encuentran principalmente en los fluidos celulares, mientras que el potasio se encuentra principalmente dentro de las células. Desempeñan una función vital en el control de la presión osmótica y en el equilibrio ácido-base. Igualmente juegan papeles importantes en el metabolismo del agua, GUILLAUME *et al.*, (2004).

El sodio es el principal ión monovalente de los fluidos extracelulares los iones de sodio constituyen el 93% del total de los iones (bases) encontrados en el torrente sanguíneo. Aunque el principal papel del sodio en los animales está asociado con la regulación de la presión osmótica y el mantenimiento del balance ácido-base, también ejerce un efecto en el proceso de irritabilidad muscular y juega un papel específico en la absorción de carbohidratos, GUILLAUME *et al.*, (2004).

El potasio es el principal catión de los fluidos intracelulares, y regula la presión osmótica intracelular y el balance ácido-base. Al igual que el sodio, el potasio tiene un efecto estimulante en la irritabilidad muscular. Además es requerido para la síntesis de glicógeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa, GUILLAUME *et al.*, (2004).

El cloro es el principal anión monovalente en los fluidos extracelulares, los iones cloro, constituyen aproximadamente el 65% del total de aniones en el plasma sanguíneo y otros fluidos extracelulares dentro del cuerpo (p. Ej. el jugo gástrico). Por lo tanto el cloro es esencial para la

regulación de la presión osmótica y del balance ácido-base, GUILLAUME *et al.*, (2004).

El cloro también juega un papel específico en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre, así como el mantenimiento del pH del jugo digestivo. El potasio, sodio y cloro son absorbidos del tracto gastrointestinal y a través de la piel, aletas y branquias de peces y crustáceos, GUILLAUME *et al.*, (2004).

#### **2.5.5. Hierro**

El hierro interviene en los procesos respiratorios es un componente esencial de los pigmentos respiratorios, hemoglobina y mioglobina, participa el transporte de electrones y oxígeno dentro del cuerpo; así mismo, es cofactor de varios sistemas enzimáticos, incluyendo los citocromos, catalasas, peroxidasa y las enzimas xantina, aldehído oxidasa y la succinil deshidrogenasa; CASTELLO, (1993); GUILLAUME *et al.*, (2004).

El hierro es absorbido a través del tracto gastrointestinal branquias, aletas y piel de peces y crustáceos. La disponibilidad y absorción del hierro, generalmente es abatida al tener ingesta elevadas de fosfato, calcio, fitatos, cobre y zinc en la dieta. En general, las fuentes inorgánicas de hierro son más rápidamente absorbidas, que las fuentes orgánicas, el hierro ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ), es más fácilmente absorbido que el férrico ( $\text{Fe}^{+++}$ ). Sustancias reductoras, tal como la vitamina C propicia la absorción de hierro no-hemo. CASTELLO, (1993); GUILLAUME *et al.*, (2004).

### **2.5.6. Zinc**

Interviene en la síntesis de ácidos nucleídos y en la actividad de muchas enzimas deshidrogenasas fosfatasas alcalina, carboxipeptidasas anhidrasa carbónica su deficiencia causa bajo crecimiento y alta mortalidad erosión de las aletas y cataratas. Su absorción se ve afectado por los niveles de Ca, P Na ó K. de 15 a 30 ppm son suficiente para truchas y carpa. GUILLAUME *et al.*, (2004), CASTELLO, (1993)

El zinc juega papel vital en el metabolismo de los lípidos, proteínas y carbohidratos, ya que es un componente activo o cofactor de importantes sistemas enzimáticos; GUILLAUME *et al.*, (2004).

El zinc es absorbido del tracto gastrointestinal, también a través de branquias, aletas y piel de peces y crustáceos. La disponibilidad y absorción del zinc, ofrecido en la dieta, es reducida en la presencia de fitatos, así como por una ingesta alta de calcio, fósforo y cobre HEPHER (1993). Sin embargo, el zinc dietético es más eficazmente absorbido que el zinc del agua (NRC, 1993).

### **2.5.7. Manganeso**

El manganeso es un componente esencial de la enzima piruvato carboxilasa, también actúa Como cofactor o componente de varios sistemas enzimáticos claves, es esencial en la formación de huesos (por. ejemplo: en la síntesis de mucopolisácaridos), regeneración de células sanguíneas, metabolismo de carbohidratos y el ciclo reproductivo GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

El manganeso es absorbido del tracto gastrointestinal, a través de branquias, aletas y piel de peces y crustáceos. La disponibilidad y absorción del manganeso ofrecido en la dieta es reducida en presencia de fitatos, así como por una elevada ingesta de calcio GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

#### **2.5.8. Cobre**

El cobre es un componente esencial de numerosos sistemas enzimáticos de oxidación-reducción, el cobre está íntimamente involucrado en el metabolismo del hierro y por lo tanto en la síntesis y mantenimiento de las células rojas de la sangre. Se piensa que es indispensable para la formación del pigmento melanina y por ende en la pigmentación de la piel, así como para la formación de huesos y tejido conectivo y para el mantenimiento de la integración de la vainas de mielina de las fibras nerviosas GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

El cobre es absorbido del tracto gastrointestinal, por las branquias, aletas y piel de peces y crustáceos. La disponibilidad y absorción del cobre ofrecido en la dieta se ve reducida en presencia de fitatos, así como por una elevada ingesta de zinc, hierro, molibdeno, cadmio, sulfatos inorgánicos, y carbonato de calcio GUILLAUME *et al.*, (2004), HEPHER (1993).

## **2.6. Calidad de agua**

### **2.6.1. Color y Turbidez del agua**

Según REBAZA *et al.* (1999) los estanques y embalses construidos en la región Amazónica normalmente contiene una gran cantidad de material húmico en suspensión, debido a la materia vegetal parcialmente descompuesta, este material transmite al agua un característico color oscuro como de un café claro, por lo que usualmente se le denomina "agua negra". Este color restringe también la penetración de la luz y reduce el crecimiento del plancton.

LAZCANO (2002) menciona que, el color del agua generalmente es producido por la presencia de algunos metales como el hierro y el magnesio los que se oxidan fácilmente por la acción del cloro y algas o micro organismos como, cianófitas que dan un color azulado o celeste a las aguas y clorófitas las que dan un color verde. Sin embargo, en la mayoría de los casos la presencia de color se debe principalmente a la excesiva vegetación que exististe en la fuente o laguna. Las fuentes de agua superficiales generalmente arrastran las partículas de arcilla, limo y detritos que son los componentes primordiales que originan la turbidez del agua.

### **2.6.2. Oxígeno disuelto**

Según LAZCANO (2002) el oxígeno disuelto (OD), la cantidad adecuadas para la vida de los peces y otros organismos acuáticos es 4ppm. La concentración de oxígeno disuelto se relaciona con la actividad fotosintética, con el grado de septicidad. No debe existir demora en la determinación del OD

en todas las muestras de agua. La preservación de las muestras, por periodo de 4 a 8 horas puede verificarse agregando al frasco 0.7 ml. de  $H_2SO_4$  concentrado y 1 ml de nitrito de sodio al 2% (2 g de  $NaN_3$  en 100 ml de agua destilada), con este tratamiento se detiene la activación biológica que se consume el oxígeno, si el frasco se almacena de 10 a 20 °C.

## **2.7. Minerales en la piscicultura**

Existen trabajos descriptivos conducidos en la ciudad de Pucallpa por el Instituto Veterinario de investigaciones Tropicales y de altura - IVITA en 1977, que reportan análisis de fósforo, calcio y cloro, siendo el fósforo el limitante, encontrándose valores muy bajos en los embalses muestreados; con valores próximos a cero en la época de creciente, han medido valores hasta de 9.69 mg/L, de calcio hasta 2.13 mg/L de fósforo y cloro por encima de 10 mg/L, indica que el rango de calcio como valor crítico para aguas tropicales es de 5-10 mg/L. GUEVARA *et al.* (1977)

La afinidad de los elementos metálicos por las diversas especies estaría asociada además de la dieta alimentaria, al estado metabólico de las mismas. Estas fluctuaciones en el contenido metálico estarían condicionadas por la variabilidad ambiental natural relacionada entre otros factores a las características del hábitat, la disponibilidad del alimento, tamaño, edad del organismo, y la variabilidad estacional que condicionaría el estado fisiológico de la especie y los factores históricos de vida como la migración y reproducción, JACINTO *et al.*, (2007).

La diferencia de la presión osmótica en el agua conlleva a una pérdida de sales y una absorción de agua a través de la piel con eliminación renal de una orina muy diluida, aunque muy abundante en volumen (alrededor de 100 ml/kg/día). A nivel branquial, la pérdida de sodio se ve compensada por una eficacia aumentada de bomba de sodio. Las concentraciones en minerales disueltos suelen ser escasas y sobre todo muy variables HEPHER (1993).

Cuando los cuerpos de agua tienen nutrientes en concentraciones elevadas de fósforo, en forma de fosfatos, se produce el fenómeno de eutrofización. El que origina un crecimiento acelerado de algas como consecuencias indeseables para el ecosistema y difícil de controlar. LAZCANO (2002)

GONZÁLES *et al.*, (2006); realizaron investigaciones en el instituto limnológico de la Universidad de Zulia Venezuela, para medir la concentración de minerales en tejido muscular de diferentes especies de peces y obtuvieron como resultado que en el músculo de los peces las concentraciones son las siguientes Fe entre 31,26 µg/g a 68,36 µg/g; Mn entre 2,02 µg/g a 4,16 µg/g y Zn 19,09 µg/g a 28,89 µg/g.

GONZÁLES *et al.*, (2007), realizaron trabajos en concentración de K, Na, Ca, Mg, Fe en tejido en tejido muscular de *Piaractus brachipomus* donde obtuvieron los siguientes resultados 45,322 µg/g en promedio para la concentración de hierro; 3497,48 µg/g en la concentración de calcio, 1528,95 µg/g en la concentración de magnesio, 3529,66 µg/g en la concentración de sodio y 16488.90 µg/g de Potasio.

DEL ÁGUILA *et al.* (2007), realizaron trabajos de investigación, para medir la concentración de minerales en músculo del paiche juvenil y adulto, alimentados con pez forraje criados en estanques.

Cuadro 1. Contenido de minerales en músculo de paiche juvenil y adulto alimentados con pez forraje criados en estanques.

Mineral	Juvenil	Adulto
Ca %	0.043	0.033
Mg %	0.099	0.106
Na %	0.911	1.039
K %	0.277	0.242
Cu mg/Kg	2.361	2.886
Mn mg/Kg	0.853	2.317
Zn mg/Kg	13.046	13.835
Fe mg/Kg	27.536	19.333

Fuente: DEL AGUILA *et al.* (2007).

GONZALES (2009), evaluó el contenido de minerales en diferentes tejidos de paiches juveniles, alimentados con pez forraje criados en jaulas flotantes.

Cuadro 2. Contenido de minerales en tejidos de paiches juveniles alimentados con pez forraje en jaulas flotantes.

Tejido	Ca %	Mg %	Na %	K %	Cu ug/g	Mn ug/g	Zn ug/g	Fe Ug/g
Músculo	0.065	0.182	0.402	1.228	28.103	1.038	13.080	25.303
Hígado	0.058	0.078	0.078	0.440	81.033	1.783	153.500	1065.360
Riñón	0.215	0.135	0.685	0.365	27.768	7.380	158.340	1147.030
Aleta	9.688	0.348	0.602	0.218	10.033	11.470	83.753	47.883
Escama	10.820	0.218	0.442	0.078	3.233	6.365	59.720	29.360
Branquia	11.912	0.305	0.420	0.185	6.730	10.630	79.250	68.155
Intestino	0.085	0.115	0.555	0.140	15.738	8.498	147.623	255.005
Hueso	25.620	0.365	0.588	0.125	4.503	11.53	85.54	23.398

Fuente: GONZALES (2009).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de ejecución del trabajo**

El trabajo de campo del presente estudio se realizó en la ciudad de Iquitos región Loreto, en el Centro de Investigaciones Quistococha (CIQ) del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP, ubicado en Latitud 03° 45' 0586 S, longitud 73° 14' 40 97 O altitud 122.4 m.s.n.m. y la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Los análisis de las muestras se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal, y laboratorio de Espectrofotometría de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS Tingo María. Las muestras se colectaron en noviembre del 2005.

El trabajo de investigación se inicio en setiembre del 2005 y se culmino en diciembre del 2006.

#### **3.2. Ambientes**

Se consideró dos ambientes.

##### **3.2.1. Ambiente natural**

Reserva Nacional Pacaya-Samiria (RNPS) específicamente, la Cocha el dorado, donde se colectó las muestras de agua y de tejidos de paiche y pez forraje. La reserva está ubicada en la región Loreto, con una extensión superficial de 2 080 000 ha, (CIGAP - IIAP 2006). Este lago posee la mayor

cantidad de paiche adultos en condiciones naturales, donde el manejo de poblaciones de paiche se viene desarrollando por la organización social de pescadores artesanales OSPPA YACUTAYTA fieles guardianes de la cocha el Dorado; posee un espejo de agua de 611 ha, cuyas coordenadas UTM son X 574833, Y 9439355 (CIGAP-IIAP 2006).

### **3.2.2. Ambiente en cautiverio**

Centro de Investigaciones Quistococha (CIQ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), que posee estanques con ejemplares de paiches adultos en ambientes en cautiverio con un área de 2940 m<sup>2</sup> de espejo de agua en promedio,. Geográficamente está ubicado a 03° 48.9' 9" de latitud sur y 073° 19' 18.2" de longitud oeste, con una altitud de 128 m.s.n.m.; situado a 4.5 km. de la ciudad de Iquitos en la margen derecha de la carretera Iquitos – Nauta

Asimismo se colectó muestra de agua, pez forraje y tejidos de paiches procedentes de piscicultores ubicados en el eje de la carretera Iquitos-Nauta (90 Km.), en este ámbito existen piscicultores que crían paiches adultos en estanques de tierra construidos exclusivamente para este propósito existiendo estanques de 2500 m<sup>2</sup> en promedio.

### **3.3. Colección de muestras**

Las muestras se colectaron de 22 paiches adultos procedente de ambiente natural y de 8 paiches adultos de ambiente en cautiverio entre machos y hembras capturados aleatoriamente para los dos ambientes de estudio. Para la captura de paiches se utilizó una red paichetera, los tejidos

colectados fueron: músculo, aleta, escama, branquias, hígado, riñón, hueso e intestino siguiendo la metodología descrita por SANDOVAL (1994). Las muestras de pez forraje fueron 10 procedente de ambiente natural y 5 de cautiverio del genero *Cichlassoma sp.* "bujurqui"; para la captura se utilizó una red chinchorro de paño anchovetero.

Las muestras de agua fueron colectadas en envases de plástico de polipropileno previamente lavados con agua destilada desionizada. Se colecto 25 ml. de agua superficial por cada ambiente de estudio con sus repeticiones.

Se registró parámetros físico-químico del agua de los dos ambientes de estudio como transparencia con un disco de secchi, alcalinidad, dureza, amonio, nitritos, nitratos y CO<sub>2</sub> se midió con un kit de análisis de agua dulce marca La Motte; la temperatura y oxígeno disuelto con un oxímetro digital marca HACH modelo YDO 200; pH y conductividad con el equipo Waterproof pH & EC/TDS

#### **3.4. Procesamiento de muestras**

Las muestras después de ser colectadas fueron trasladadas al Laboratorio de Bromatología (LB); ubicado en el Centro de Investigaciones Quistococha (CIQ), del Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Para determinar de materia seca y almacenamiento siguiendo la metodología descrita por SANDOVAL (1994). Posteriormente estas muestras se traslado a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la ciudad

de Tingo María Provincia de Leoncio Prado Región Huánuco, para continuar con el procesamiento y análisis respectivos.

Las muestras secas fueron corregidas en una estufa de aire caliente a 105 °C por 16 horas y luego incineradas en una mufla Linn Hig Therm a 550 °C por 16 horas iniciando con 200 °C aumentando cada hora 100°C. Posteriormente se realizó la digestión con ácido clorhídrico al 50 y 10 %, se filtró en papel watman N° 42 y finalmente enrazados a 25 mL con agua destilada-desionizada y/o oxido de lantano al 0.1%. Las muestras de agua fueron lecturas directas. Los crisoles y demás materiales fueron lavados con detergente exento de fosfatos *Extram MA-03* Para su posterior uso SANDOVAL (1994).

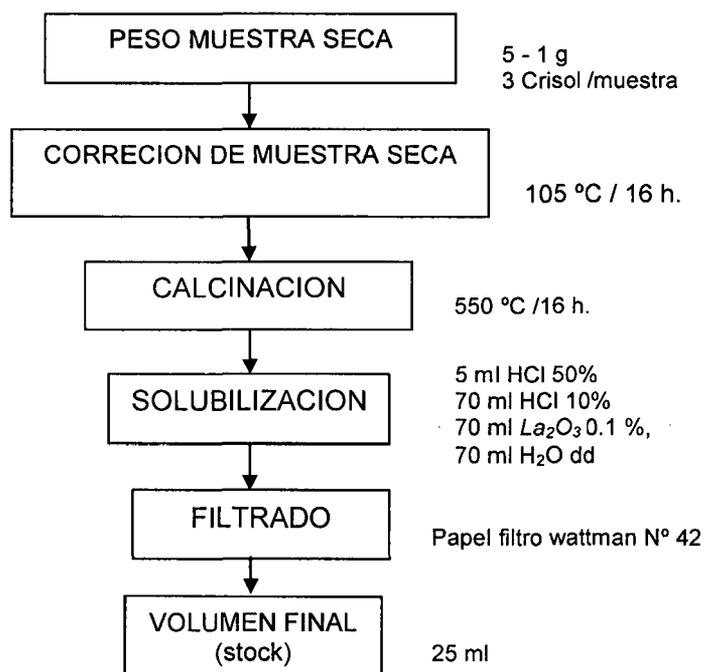


Figura 1. Flujo grama de procesamiento de muestras de paiche para análisis

### 3.5. Análisis de las muestras

La cuantificación de macro minerales: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K); y micro minerales: Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Hierro (Fe) se realizó por Absorción atómica (EAA) con llama de aire y acetileno utilizando un equipo Perkin Elmer modelo, Video 12; para Fósforo (P) mediante el método de color amarillo del metavanadato de amonio (modificado).

El agua utilizada, tanto en la preparación de reactivos, curvas de calibración, fue agua bidestilada y desionizada obtenida con un sistema NANOPURE UV, Marca Barnstead, de conductividad de 18MW/cm.

#### 3.5.1. Determinación de macro minerales Ca, Mg, Na y K

Se graficó la curva con la lectura de absorción de los estándares, respectivamente. Se diluyó las muestras contenidas en las botellas stock (25ml) con óxido de lantano ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) al 0.1 % solo para el Ca y Mg y agua destilada desionizada para N y K, si tenían concentraciones altas. Se tomó lectura de las muestras en el EAA.

Fórmula para calcular la concentración de macro minerales:

$$\text{Concentrac ion en \%} = \left[ \frac{\text{Lectura Abs} * \text{Volumen Stock} * \text{Factor Dilución}}{\text{Peso Muestra Seca } \text{g}} \right] \div 10000$$

### 3.5.2. Determinación de micro minerales Cu, Mn, Zn y Fe

Se graficó la curva con la lectura de absorción de los estándares de Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc, respectivamente. Las muestras se diluyó con agua destilada desionizada cuando las concentraciones fueron altas.

Fórmula para calcular la concentración de micro minerales.

$$\text{Concentrac ión en ug/g} = \left[ \frac{\text{Lectura Abs.} * \text{Volumen Stock} * \text{Factor Dilución}}{\text{Peso Muestra Seca (g)}} \right]$$

### 3.5.3. Determinación de fósforo

Para la determinación de fósforo se realizo una curva a partir de la solución Standard de fósforo de 50 ppm, se tomó alícuotas de 0.4, 0.8 y 1.20 ml. Se puso en tres tubos de ensayo de 10 ml. La preparación de la Se llevó a volumen de 2 ml con agua destilada desionizada respectivamente, se añadió 3 ml de bicarbonato de sodio al 0.5M y 5 ml de metavanadato de amonio. los cuales tuvieron una concentración de 2, 4 y 6 ppm respectivamente se homogenizó y después de 30 minutos se procedió a leer a una longitud de onda de 470 nm, para todas las muestras se pipeteó de 1 uL a 2 ml de la solución madre o stock luego colocados en tubos de 10 ml. Se añadió 3 ml de solución de bicarbonato de sodio a 0.5 M y 5 ml de metavanadato de amonio.

Fórmula para calcular la concentración de fósforo.

$$\text{Concentrac ión en\%} = \left[ \frac{\text{Abs.} * \text{Volumen Stock} * \text{Volumen final (ml)}}{\text{Peso muestra seca} * \text{Volumen usado (Stock)}} \right] \div 10000$$

### **3.6. Variable independiente**

Tipo de Ambiente

### **3.7. Tratamientos**

T<sub>1</sub> = Ambiente natural

T<sub>2</sub> = Ambiente cautiverio

### **3.8. Variables dependientes**

- Macro minerales

Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K) Fosforo (P).

- Micro minerales

cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Hierro (Fe)

### **3.9. Variables a registrar**

Se tomó en cuenta dos factores que consideramos importantes que influyen sobre la composición mineral de los tejidos analizados.

#### **3.9.1. Factores físico químicos de calidad de agua**

Temperatura, transparencia, pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, CO<sub>2</sub>, nitritos, nitratos, amonio, cloruros, color y conductividad eléctrica

#### **3.9.2. Contenido mineral de pez forraje**

Contenido mineral de pez forraje de ambiente natural y cautiverio.

### 3.10. Análisis estadístico

Los resultados de la concentración de minerales se analizaron mediante la prueba de t de student, aplicándose el Software InStat 2, (California, USA). Cuya fórmula es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

Donde:

$\bar{x}_A$  = media muestral grupal de las observaciones del factor A

$\bar{x}_B$  = media muestral grupal de las observaciones del factor B

$S_p^2$  = varianza ponderada

$n_A$  = número de observaciones del factor A

$n_B$  = número de observaciones del factor B

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Contenido de macro minerales en tejidos de paiche adultos

En el cuadro 3 se presenta los resultados de macro minerales en tejidos de paiches adultos procedente de ambientes naturales (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>). Se puede observar que el nivel de mineral varía en función al tejido analizado. La mayoría de estos datos no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

Cuadro 3. Contenido de macro minerales (%) en tejidos de paiche adultos (*Arapaima gigas*) procedente de ambientes naturales (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>)<sup>1</sup>

Tejido	TTO	Ca	Sig	P	Sig	Mg	Sig	Na	Sig	K	Sig
Músculo	T1	0.041	NS	0.622	NS	0.100	NS	0.212	NS	0.966	NS
	T2	0.050		0.788		0.086		0.258		0.916	
Hígado	T1	0.020	NS	0.962	NS	0.046	NS	0.448	NS	0.685	NS
	T2	0.024		0.720		0.042		0.340		0.796	
Riñón	T1	0.024	NS	0.695	NS	0.049	NS	0.389	NS	0.722	NS
	T2	0.035		0.460		0.042		0.456		0.636	
Intestino	T1	0.037	NS	0.370	NS	0.042	NS	0.351	NS	0.516	NS
	T2	0.033		0.364		0.046		0.450		0.403	
Aleta	T1	12.66	NS	6.290	***	0.176	**	0.398	*	0.117	**
	T2	12.47		4.360		0.152		0.545		0.178	
Escama	T1	21.44	NS	11.258	NS	0.266	NS	0.488	NS	0.058	NS
	T2	18.086		8.615		0.243		0.541		0.063	
Branquia	T1	13.86	NS	4.874	NS	0.161	NS	0.433	NS	0.126	NS
	T2	10.17		4.595		0.175		0.508		0.145	
Hueso	T1	19.315	NS	10.760	***	0.251	NS	0.499	NS	0.052	NS
	T2	18.975		5.837		0.223		0.450		0.070	

<sup>1</sup>Valores representan promedio. \* Significancia (P<0.05) NS=No Significativo n T<sub>1</sub>=22, nT<sub>2</sub>=8

#### 4.2. Contenido de micro minerales en tejidos de paiche adultos

En el cuadro 4 se muestran los resultados del contenido de micro minerales cobre, manganeso, zinc y hierro en tejidos de paiches procedentes de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>). El ritmo de variación se da en los tejidos blandos.

Cuadro 4. Contenido de micro minerales (µg/g) en tejidos de paiche adultos (*Arapaima gigas*) procedente de ambientes naturales (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>)<sup>1</sup>

Tejido	TTO	Cu	Sig	Mn	Sig	Zn	Sig	Fe	Sig
Músculo	T1	2.393	*	1.226	NS	10.923	***	25.752	NS
	T2	3.301		2.132		15.672		27.914	
Hígado	T1	115.354	*	1.826	**	444.709	*	5168.315	NS
	T2	32.35		2.830		244.883		4112.993	
Riñón	T1	3.631	NS	2.337	**	955.982	*	1047.699	NS
	T2	5.605		4.655		553.873		576.840	
Intestino	T1	6.046	NS	3.371	NS	123.709	NS	115.985	NS
	T2	7.051		4.557		133.236		160.040	
Aleta	T1	2.794	**	2.525	NS	142.360	NS	68.546	NS
	T2	9.540		3.078		166.839		92.492	
Escama	T1	2.987	NS	2.185	*	114.186	NS	42.247	NS
	T2	3.436		2.875		93.568		56.930	
Branquia	T1	2.151	NS	1.767	NS	87.029	NS	51.370	NS
	T2	3.111		2.903		85.586		84.066	
Hueso	T1	1.750	NS	1.515	NS	97.524	NS	41.384	NS
	T2	1.890		1.662		72.295		29.540	

<sup>1</sup>Valores representan promedio. \* Significancia (P<0.05) NS=No Significativo n T<sub>1</sub>=22, nT<sub>2</sub>=8

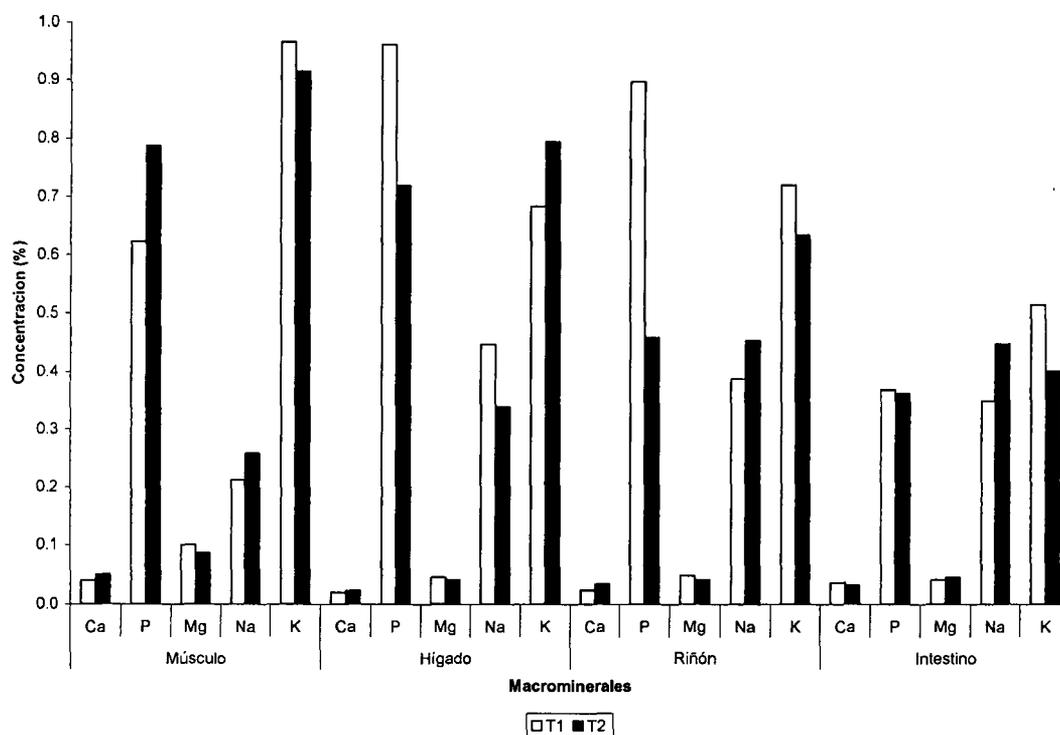


Figura 2. Contenido de macro minerales (%) en tejidos blandos de paiches adultos (*Arapaima gigas*) procedentes de ambientes naturales ( $T_1$ ) y cautiverio ( $T_2$ )

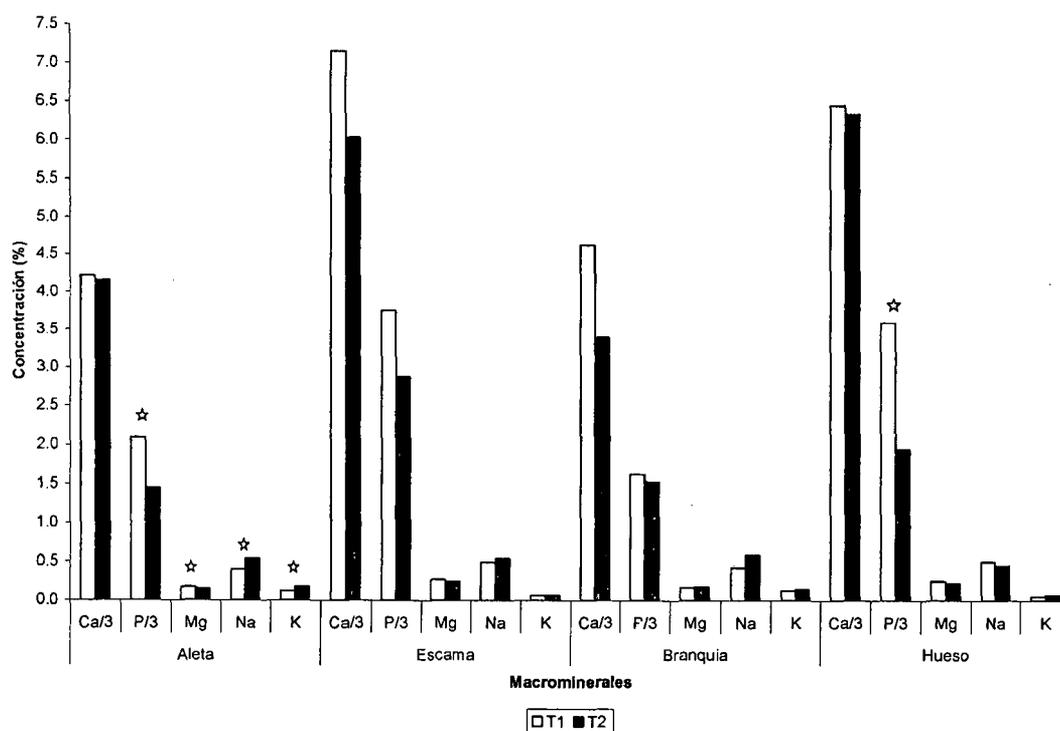


Figura 3. Contenido de macro minerales (%) en tejidos duros de paiches adultos (*Arapaima gigas*) procedentes de ambientes naturales ( $T_1$ ) y cautiverio ( $T_2$ )

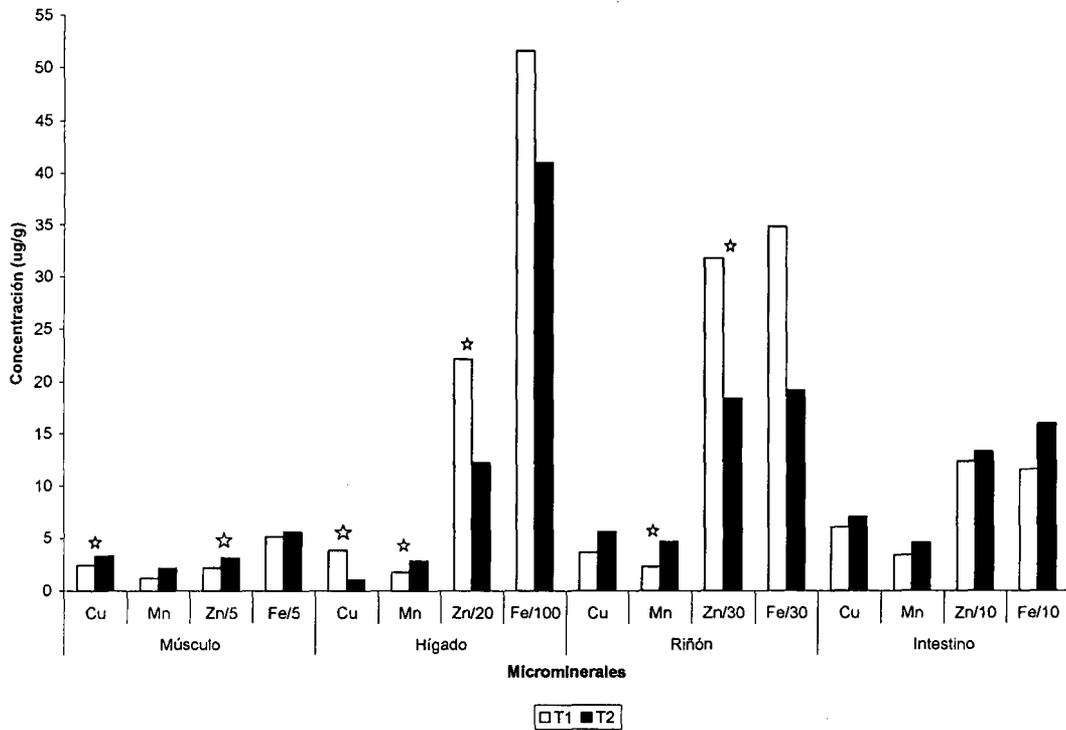


Figura 4. Contenido de micro minerales ( $\mu\text{g/g}$ ) en tejidos blandos de paiches adultos (*Arapaima gigas*) procedentes de ambientes naturales ( $T_1$ ) y cautiverio ( $T_2$ )

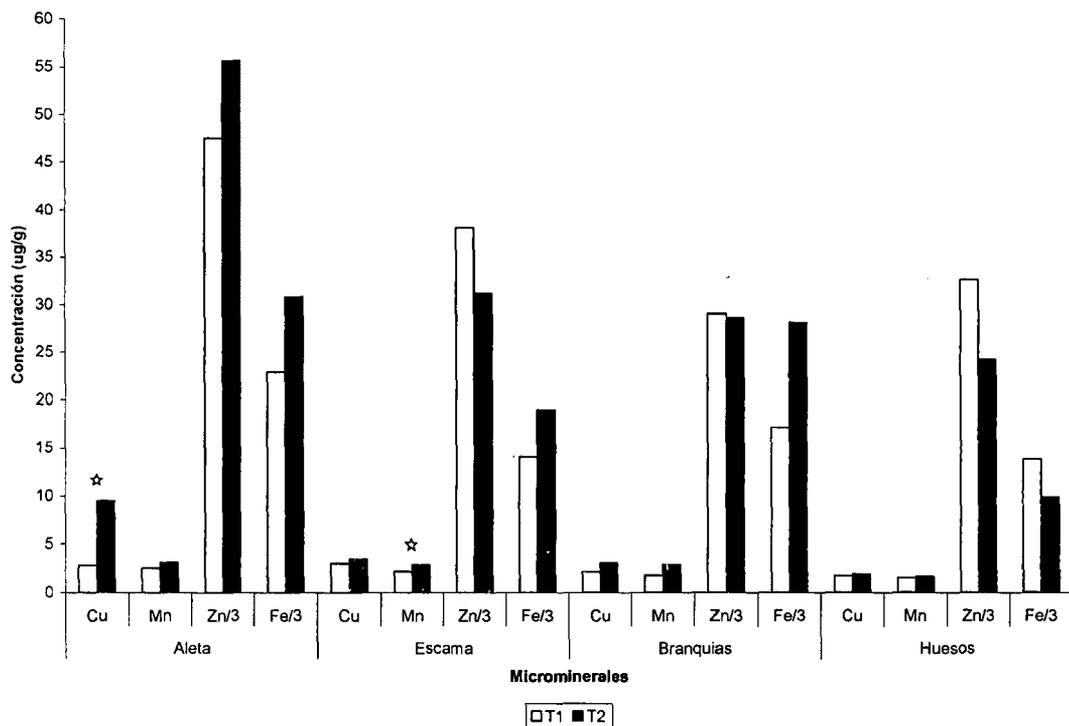


Figura 5. Contenido de micro minerales ( $\mu\text{g/g}$ ) en tejidos duros de paiches adultos (*Arapaima gigas*) procedentes de ambientes naturales ( $T_1$ ) y cautiverio ( $T_2$ )

### 4.3. Contenido de minerales en pez forraje

El cuadro 5 muestra el contenido de minerales en pez forraje entero procedentes de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>)

Cuadro 5. Contenido de minerales en pez forraje procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>)<sup>1</sup>

MINERAL	T1	T2	Sig
Ca (%)	3,684 ± 0,355 <sup>b</sup>	5,482 ± 0,546 <sup>a</sup>	*
Mg (%)	0,100 ± 0,017	0,160 ± 0,020	NS
Na (%)	0,154 ± 0,018 <sup>b</sup>	0,424 ± 0,019 <sup>a</sup>	***
K (%)	0,417 ± 0,032 <sup>b</sup>	0,762 ± 0,078 <sup>a</sup>	**
P (%)	2,217 ± 0,159 <sup>b</sup>	4,308 ± 0,541 <sup>a</sup>	***
Cu (µg/g)	2,266 ± 0,235	2,576 ± 0,646	NS
Mn (µg/g)	12,807 ± 2,354 <sup>a</sup>	3,910 ± 0,162 <sup>b</sup>	*
Zn (µg/g)	60,713 ± 9,354	85,402 ± 6,599	NS
Fe (µg/g)	136,778 ± 49,025	148,822 ± 12,992	NS

<sup>1</sup>Valores representan promedio ± SEM. \* Significancia (P<0.05) NS=No Significativo n T<sub>1</sub>=10, nT<sub>2</sub>=5

### 4.4. Contenido de minerales en el agua de ambiente natural y cautiverio

El cuadro 6 muestra el contenido de minerales de agua superficial procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

Cuadro 6. Contenido de minerales (mg/L) en el agua de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>) donde habita o se cultiva el paiche<sup>1</sup>

MINERAL	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Sig
Ca	15.258 ± 0.617 <sup>a</sup>	2.313 ± 0.172 <sup>b</sup>	***
Mg	2.865 ± 0.225 <sup>a</sup>	0.786 ± 0.113 <sup>b</sup>	***
Na	92.950 ± 2.308	92.262 ± 2.461	NS
K	1.464 ± 0.055 <sup>b</sup>	3.284 ± 0.535 <sup>a</sup>	**
P	ND	ND	ND
Cu	ND	ND	ND
Mn	0.141 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.167 ± 0.009 <sup>a</sup>	*
Zn	0.047 ± 0.003	0.048 ± 0.002	NS
Fe	0.302 ± 0.022	0.352 ± 0.032	NS

<sup>1</sup>Valores representan promedio ± SEM, \*Significancia (P<0.05), NS=No Significativo ND=No detectado nT<sub>1</sub>=19, nT<sub>2</sub>=24.

#### 4.5. Calidad de agua de ambiente natural y cautiverio

Cuadro 7. Calidad de agua de ambientes natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>) donde habita o se cultiva el paiche<sup>1</sup>

Parámetros	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Profundidad (m)	2.18	1.93
Temperatura del Agua (°C)	28.84	28.98
Color Aparente	NEGRO	VERDE OSCURO
Transparencia (cm)	44.38	28.00
Ph	7.87	7.38
Conductividad Eléctrica (uS)	373.69	56.80
Sólidos Totales (ppm)	193.13	27.00
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9.54	5.11
Alcalinidad (ppm)	108.60	21.60
Dureza (ppm)	117.00	23.60
Amonio (ppm)	0.90	1.93
Cloruros (ppm)	9.44	14.00
Nitratos (ppm)	<0.05	<0.05
Nitrito (ppm)	<0.05	<0.05
CO <sub>2</sub> (mg/L)	10.00	8.10

<sup>1</sup>Valores representan promedio. \* Significancia (P<0.05) NS=No Significativo  
nT<sub>1</sub>=19, nT<sub>2</sub>=24

## V. DISCUSION

Los resultados de concentración de macro minerales (Ca, P, Mg, Na y K) en los diferentes tejidos del paiche reflejan de manera similar a lo que se presenta en otras especies de animales; este comportamiento se debe a la función que cada uno de estos elementos juega en los diferentes tejidos (Mc DOWELL, 1992). Se conoce que el Ca y P son esenciales para mantener una estructura ósea adecuada en los seres vivos, encontrándose en este tipo de tejidos las más altas concentraciones (GUILLAUME *et al.*, 2004) este comportamiento también se puede observar en los tejidos estructurales de los paiches evaluados, como por ejemplo en aletas, escamas, branquias y huesos donde se encontró los niveles más altos de Ca y P; sin embargo, los niveles de minerales de paiches adultos encontrados en este trabajo son inferiores a los de otras especies domésticas, probablemente debido a que la explotación es intensiva y la alimentación se suplementa con minerales para cubrir sus requerimientos nutricionales (CARVALHO, 1992; CRESCÊNCIO, 2001).

El nivel de Ca en músculo tanto en paiches procedente de ambiente natural como en cautiverio, encontrados en este trabajo, son ligeramente mayores a los reportados por DEL AGUILA (2007); pero menores a los encontrados por GONZALES (2009), este comportamiento probablemente se debe a la diferencia de edades de animales muestreados y a la ración que consumieron en cada experimento.

Analizando los resultados para ver la influencia del tipo de ambiente en los que se criaron los paiches de este estudio (natural y en cautiverio), se observa que en la mayoría de los datos (87.5%) en los diferentes tejidos, no existe diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) lo que indicaría que el ambiente tiene poca influencia en modificar la concentración de Ca, Mg, Na, K de los tejidos analizados, pese a que algunos parámetros de calidad de agua como la transparencia, pH y concentración de amonio son mejores en el agua de ambiente natural, como se puede observar en el cuadro 7; sin embargo para el caso del P, en aletas y huesos de paiches de ambiente natural llega a ser altamente significativa la superioridad, probablemente por proceso de eutrofización que se dan en ambientes naturales. LAZCANO (2002).

Las concentraciones de macro y micro elementos encontrados en los tejidos del paiche, en nuestro estudio, tienen cierta similitud a los reportados para otros peces de agua dulce. Estudios realizados en Venezuela por GONZÁLES *et al*, (2007) reportan para el "paco" *Piaractus brachipomus*, las siguientes concentraciones de minerales en el músculo: Ca 349.74  $\mu\text{g/g}$ ; Mg 1528.95  $\mu\text{g/g}$ ; Na 3529.66  $\mu\text{g/g}$ ; K 16488.90  $\mu\text{g/g}$  y Fe 45.32  $\mu\text{g/g}$ . En otros estudios conducidos por los mismos autores y trabajando con *Doncella Pseudoplatystoma fasciatum*, se reportó el contenido de los siguientes minerales: Ca 387.05  $\mu\text{g/g}$ ; Mg 951.00  $\mu\text{g/g}$ ; Na 1386.73  $\mu\text{g/g}$ ; K 11626.41  $\mu\text{g/g}$  y Fe 26.03  $\mu\text{g/g}$ .

Se nota que la composición mineral del pez forraje, así como la del agua tienden a reflejar la composición de los paiches evaluados en algunos

minerales como por ejemplo el Cu y el Fe; es conocido que los peces a partir de su hábitat absorben parte de sus requerimientos minerales (HEPHER, 1993 y GUILLAUME *et al.*, 2004).

Los resultados de micro elementos presentados en el cuadro 4 muestran tendencias a ser más susceptibles de variar por acción del medio en que son criados (el 22.5 % de los resultados son diferentes estadísticamente,  $p < 0.05$ ), siendo más incidente en los tejidos blandos; por ejemplo para el Cu, Mn y Zn existe diferencias significativas en el hígado, riñón y músculo; siendo los de ambiente en cautiverio en su mayoría superiores, lo cual parece estar influenciado por el mayor nivel de minerales del pez forraje consumido, como se puede apreciar en el cuadro 5 de la composición del pez consumido en cada uno de los tratamientos.

Los resultados obtenidos en macro y micro elementos en el presente trabajo, tienden a ser inferiores a los obtenidos por GONZALES (2009) quien analizó tejidos de paiches juveniles en cautiverio alimentados con pez forraje y ración balanceada que contenía un suplemento mineral; esta tendencia es más incidente en elementos como el Ca, Mg, Cu y Mn y sobre todo en tejidos blandos como el músculo, hígado y riñón. Este comportamiento probablemente se debe a una mayor estabilidad de estos minerales al formar estructuras duras como las escamas, aletas de los paiches adultos criados tanto en ambiente natural como en cautiverio.

## VI. CONCLUSIONES

- La concentración de Ca en tejidos de paiche no mostraron diferencias significativas en paiches procedentes de ambiente natural y cautiverio.
- La concentración de Na y K en aleta, Na en branquias, Cu y Zn en músculo, Mn en hígado, riñón y escama es mayor en paiches procedentes de cautiverio; al igual que el Cu en aleta.
- La concentración de Mg en aleta, P en riñón, aleta y hueso Cu y Zn en hígado y Zn en riñón es mayor en paiches procedente de ambiente natural.
- El contenido de minerales en pez forraje presentaron diferencias significativas de  $3,684 \pm 0,355^b$  y  $5,482 \pm 0,546^a$  % de Ca,  $0,154 \pm 0,018^b$  y  $0,424 \pm 0,019^a$  % de Na,  $0,417 \pm 0,032^b$  y  $0,762 \pm 0,078^a$  % de K,  $2,217 \pm 0,159^b$  y  $4,308 \pm 0,541^a$  % de P,  $12,807 \pm 2,354^a$  y  $3,910 \pm 0,162^b$   $\mu\text{g/g}$  de Cu para ambiente natural y cautiverio respectivamente
- El contenido de minerales en el agua vario significativamente de  $15.258 \pm 0.617^a$  y  $2.313 \pm 0.172^b$  % de Ca,  $2.865 \pm 0.225^a$  y  $0.786 \pm 0.113^b$  % de Mg,  $1.464 \pm 0.055^b$  y  $3.284 \pm 0.535^a$  % de K,  $0.141 \pm 0.004^b$  y  $0.167 \pm 0.009^a$  % de Mn para ambiente natural y cautiverio respectivamente.
- Las características de calidad de agua fueron las apropiadas para la crianza de paiche. Para ambos ambientes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Desarrollar trabajos similares bajo condiciones de selva alta y en diferentes etapas fisiológicas del paiche.
- Realizar estudios de suplementación mineral en paiches en diferentes etapas fisiológicas.
- Evaluar el impacto de la concentración de metales pesados en los tejidos del paiche procedente de ambientes naturales y crianza en cautiverio.

## VIII. ABSTRACT

### **DETERMINATION OF MINERAL CONTENT IN ADULTS PAICHES (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) FROM NATURAL AND CAPTIVITY ENVIRONMENT IN THE PERUVIAN AMAZON**

The experiment was conducted in Loreto, Peru, in November 2005 with the objective of determining the mineral content in muscle, fins, scales, gills, liver, kidney, bone and intestines of adult paiches (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829), in entire fodder fish *Cichlassoma sp* and water from two environments (natural and captivity). It was planned to show whether the type of wild or captive environment had effect on the mineral content in tissues of paiches. For this purpose 22 paiches of the Pacaya Samiria National Reserve (T<sub>1</sub>) and 8 samples from Quistococha Research Center (Research Institute of the Peruvian Amazon) and breeders of the Iquitos-Nauta (T<sub>2</sub>) were collected. The quantification of minerals: calcium (Ca), magnesium (Mg), Sodium (Na), Potassium (K), Copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn), iron (Fe) was determined by atomic absorption (AAS) with air-acetylene flame using a Perkin Elmer model Video 12; the phosphorus (P) was quantified by the method of ammonium metavanadate (modified), using a visible light spectrophotometer Genesys 10. The results of macro minerals in paiches tissues, were 6.29 and 4.36% P, 0.176 and 0.152% Mg, 0.398 and 0.545% Na, 0.117 K and 0.178% in fin; also 10.760 and 5.837% P in bone samples for T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> in each mineral

respectively. These macro minerals showed significant differences ( $p < 0.05$ ) by Student t test, whereas other tissues showed no statistical differences. The content of trace minerals in tissues of paiches were 2.393 and 3.301 ug/g of Cu, 10.923 and 15.672 ug/g Zn in muscle, of 115.354 and 32.35 ug/g of Cu; 1,826 and 2.830 ug/g of Mn; 444.709 and 244,883 ug/g of Zn in liver, 2.337 and 4.655 ug/g Mn; 955.982 and 553.873 ug/g Zn in the kidney, also 2.794 and 9.540 ug/g Cu in fin; 2.185 and 2.875 ug/g Mn, in scale for T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> in each mineral respectively. The content of macro minerals in forage fish were  $3.684 \pm 0.355^b$  and  $5.482 \pm 0.546^b$  % of Ca;  $0.154 \pm 0.018^b$  and  $0.424 \pm 0.019^a$  % of Na;  $0.417 \pm 0.032^b$  and  $0.762 \pm 0.078^a$  % of K;  $2.217 \pm 0.159^b$  and  $4.308 \pm 0.541^a$  % of P for T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> in each mineral, respectively. The trace minerals in forage fish was  $12.807 \pm 2.354^a$  and  $3.910 \pm 0.162^b$  ug/g of Cu to T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> respectively. The mineral content of water varied significantly from  $15.258 \pm 0.617^a$  and  $2.313 \pm 0.172^b$  % of Ca;  $2.865 \pm 0.225^a$  and  $0.786 \pm 0.113^b$  % of Mg;  $1.464 \pm 0.055^b$  and  $3.284 \pm 0.535^a$  % of K;  $0.141 \pm 0.004^b$  and  $0.167 \pm 0.009^a$  % of Mn for T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> in each mineral, respectively. In conclusion, Ca concentration in tissues of paiche showed no significant difference, however the concentration of Na and K in fin, gill Na, Cu and Zn in muscle, Mn in liver, kidney and scales like the Cu in fin are higher in captivity paiches than those from natural environment. The concentration of Mg in fin, P in kidney, bone and Cu and Zn in liver and Zn in kidney are higher in paiches from natural environment than those from captivity. The water quality characteristics were appropriate for raising paiche in both environments. Finally, the type of environment does not have much effect on the mineral content in tissues of paiches.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ALCANTARA, F. 1999. Observaciones sobre en el comportamiento reproductivo del paiche *Arapaima gigas* en cautiverio; folia Amazonia IIAP Iquitos, Perú. p. 11-96 Vol. N° 2
- ALCANTARA, F. y GUERRA, H. 1992. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui *Cichlassoma bimaculatum* como presa. Folia Amazónica. 4(1):129-139p.
- ALDEA, M. 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 54p.
- BRAUNER, J.; VAL, L. 1996. The interaction between O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. F.; Randall, D. J. (Ed.). Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. (9): 101-110p.
- CAMPOS, L. 2001 Historia biológica del paiche o pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía IIAP Iquitos, Perú p 27.

- CARVALHO, L. NASCIMENTO, C. 1992. Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos. Belém, EMBRAPA-CPATU. 21p. (Circular Técnica, 65).
- CASTELLO, F. 1993. Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de La reproducción. Edit- Universidtat, Barcelona, España.
- CAVERO, S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A.; FONSECA F.; ITUASSÚ, D.; ROUBACH, R.; ONO, E. 2004. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.513-516.
- CIGAP-IIAP 2006. Centro de Información Geográfica de la Amazonía Peruana – IIAP – Iquitos Perú.
- CRESCÊNCIO, R. 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Tesis de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. INPA. Manaus-Brasil. 26p
- DEL AGUILA, C.; SANDOVAL, M.; CHU, F.; GARCÍA, R. 2007. Determinación del valor nutricional de la carne de paiche *Arapaima gigas* en filete. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Iquitos Perú.
- DEL AGUILA, J. 2002. Plan de manejo de paiche en las cochas de punga. ed. Ceta Iquitos, Perú p. 45-49.
- ENCARTA, 2004. Enciclopédia Microsoft.
- FINK, I.; FINK, V. 1978. A Amazônia Central e seus peixes. Suplemento. Acta Amazônica. 8 (4): 19-42p.

- FLORES, G. 1980. Desarrollo sexual del paiche *Arapaima gigas* Cuvier en las zonas reservadas del estado (ríos Pacaya y Samiria). (67): 1-14p.
- FONTENELE, O. y VASCONCELOS. A. 1982. O pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), nos açudes do Nordeste: Resultados de sua aclimação e prováveis causas de depleção de seus estoques. Bol. Tec. DNOCS. Fortaleza, 40(1): 43 – 66pp.
- FRANCO, H. 2005. Contribución al conocimiento de la reproducción del pirarucú *arapaima gigas* (cuvier, 1817) (pisces: arapamidae) en cautiverio. Universidad de la Amazonia. Caquetá – Colombia.
- GÉRY, J. 1969. The freshwater fishes of South America. In: Fitthan, E. J. Biogeography and Ecology in South America. The Hague: 828-848p. (Monography-Biology, 002).
- GONZALES, L. 2009. Efecto de dos tipos de alimentación sobre el contenido mineral en tejidos de juveniles de paiche (*arapaima gigas* sp cuvier 1829), criados en jaulas, en tingo maría. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- GONZÁLEZ, A., MÁRQUEZ, A., SENIOR, W., MARTÍNEZ, G. 2007. Constituyentes minerales del morocoto *Piaractus brachypomus* en el Orinoco medio de Venezuela. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente. Venezuela. Revista Científica, FCV-LUZ 17(4): 325 – 329 p.
- GONZÁLEZ, A.; MÁRQUEZ, A.; SENIOR, W.; MARTÍNEZ, G. 2006. Concentration of K, Na, Ca, Mg, Fe, proteins and fatty in the lined catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* of the middle Orinoco in

- Venezuela. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente. Venezuela.  
Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia 29(2).
- GOULDING, M. 1980. The Fishes and the Forest: explorations in Amazonian natural history. Berkeley, University of California. 280p.
- GUEVARA H, REBAZA M. y REBAZA C. 1977 Informe del proyecto cultivo de peces tropicales en Pucallpa. Convenio UNMSM-Ministerio pesquería.
- GUILLAUME, J., KAUSHIK, S., BERGOT, P., MÉTAILLER, R. 2004. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Tra. Por Aixa Sopeña, Madrid, España. Edit. Aedos S. A. 475p.
- HEPHER, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanque. Trad. por Palacios R. 1993. 1ra Edición. Edit. Limusa S. A. D: F. México. 406p.
- HONCZARYCK, A. & MAEDA, S. 1998. Crescimento do pirarucu *Arapaima gigas*, utilizando dieta a base de ensilado biológico de pescado. In: Anais do I Congresso Sul-Americano de Aqüicultura. Recife, PE. Brasil. 93-100p.
- IMBIRIBA, E. 1991. Producao e manejo de alevinos de pirarucú *Arapaima gigas*. EMBRAPA-CEPTA circular Técnica Nº. 57, marzo, Belén. Brasil.
- IMBIRIBA, E.; J. LOURENCO; L. DE MOURA y L. GÓES, 1996. Criação de Pirarucú. Brasil, Coleção Criar Nº 2.
- ITUASSÚ, R. 2002. Exigência protéica de juvenis de pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Tesis de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior. INPA. Manaus-Brasil. 46p.

- JACINTO, M., AGUILAR, S. 2007. Concentraciones traza de metales en especies marinas de la bahía de Huarmey, Ancash, Perú. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. Perú. Rev. Perú. biol. 14(2): 307-311 p.
- LAZCANO, C. 2002 Microbiología del agua potable y residuales curso control de calidad el agua Lima, Perú.
- LI, Q.; WILSON, V. 1996. Phylogeny of Osteoglossomorpha. In: Stiassny, M. L.; Parenti, L. R.; Johnson, G. D. (Ed.). Interrelations of fishes. San Diego: Academic. 163-174p.
- McDOWELL, R. 1992. Minerals in animal and human nutrition. Florida, USA, Edit. Academy Press Inc 528 p.
- NELSON, S. 1994. Fishes of the world. 3<sup>rd</sup> ed. New York: J. Wiley. 600p.
- NRC (National Research Council), 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press. Washington, DC.
- PADILLA, P.; ALDEA, M.; ALCÁNTARA, F. 2002. Adaptación de paiche *Arapaima gigas*, al alimento artificial. Resúmenes del V Seminario Colombiano de Limnología Neotropical & I Reunión Internacional de Limnología del Alto Amazonas. Leticia (Amazonas)-Colombia. 8p.
- PINTO, C. 1999. Pirarucú (*Arapaima gigas*) especie promisoría para la Amazonia. Manejo, producción y conservación. Centro Experimental Amazônico c.e.a. – Sede Leticia Corpoamazonia. Leticia – Amazonas – Colombia.
- PONTES, C. 1977. O pirarucú *Arapaima gigas* Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará/BR. 50p.

- QUEIROZ, H., SARDINHA, D. 1999. A preservação e o uso sustentados dos pirarucus em Mamirauá. In: Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Ed. Helder L. Queiroz G. R. Crampton Brasília: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq. 208 p.
- REBAZA, M., ALCÁNTARA, F y VALDIVIESO, M 1999. Manual de piscicultura del paiche *Arapaima gigas Cuvier* ed. Manatí Gráfico S.A secretaria pro tempore Caracas, Venezuela.
- ROJAS, G. 2004 Plan de manejo de *Arapaima gigas* Paiche en la cocha el dorado cuenca Yanayacu Pucate – RNPS pro naturaleza Manco Capac Iquitos, Perú. p. 12-27.
- SANDOVAL, B. 2008. Alimentación de paiche (*arapaima gigas*) con dos tipos de dietas (dieta balanceada y pez forraje) en la etapa juvenil, criados en jaulas. Tesis Ing. Zootecnista Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- SANDOVAL, M. 1994. Aplicaciones de la espectrofotometria de absorcion/emision atómica en programas de investigacion en agricultura, biología y medicina Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. p. 12-31.
- SOUZA, S. 1990. Parâmetros hematológicos (Série Vermelha) de *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes) durante o primeiro ano de vida em cativeiro. Tese (Mestrado). Programa de Pós-Graduação. INPA. 99p.
- TELLO, S. 1997 Pesca y esfuerzo de pesca en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria y área de influencia ed. OFAVIM, Villa Fátima La Paz Bolivia p. 229.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. 1999. Pirarucu: Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro. (9): 13-21p.

## **X. ANEXOS**

Cuadro 8. Datos biométricos de paiches adultos procedente de ambiente natural ( $T_1$ ) y cautiverio ( $T_2$ )

TTO	N° PAICHE	Sexo	Peso (Kg)	Longitud (cm)
T1	1	Macho	145,0	250,0
	2	Macho	115,0	232,0
	3	Macho	118,0	234,0
	4	Macho	73,0	204,0
	5	Macho	111,0	244,0
	6	Macho	73,0	205,0
	7	Macho	75,0	207,0
	8	Macho	98,0	205,0
	9	Macho	92,0	224,0
	10	Macho	108,0	238,0
	11	Hembra	134,0	245,0
	12	Hembra	95,0	198,0
	13	Hembra	82,0	205,0
	14	Hembra	113,0	230,0
	15	Hembra	88,0	220,0
	16	Hembra	88,0	221,0
	17	Hembra	76,0	211,0
	18	Hembra	76,0	208,0
	19	Hembra	73,0	203,0
	20	Hembra	91,0	220,0
	21	Hembra	102,0	229,0
	22	Hembra	55,0	174,0
T2	1	Macho	39,0	163,0
	2	Macho	40,0	160,0
	3	Macho	52,0	166,0
	4	Macho	39,0	160,0
	5	Hembra	48,0	170,0
	6	Hembra	53,0	176,0
	7	Hembra	50,0	170,0
	8	Hembra	49,0	171,0

Cuadro 9. Lectura de minerales en musculo de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	0,03	0,34	0,12	0,54	0,15	0,87	30,82	0,38	6,41
	0,03	0,65	0,09	0,86	0,32	4,02	16,85	3,67	13,09
	0,05	0,61	0,10	1,00	0,17	2,27	50,44	0,42	12,37
	0,02	0,58	0,07	0,94	0,16	1,22	51,89	0,45	8,58
	0,01	0,53	0,09	1,11	0,16	3,30	11,42	3,25	12,36
	0,05	0,63	0,08	1,00	0,21	2,97	32,97	0,35	10,66
	0,04	0,64	0,10	1,01	0,13	1,31	46,15	0,61	9,52
	0,06	0,72	0,09	1,14	0,19	0,85	6,99	0,51	10,02
	0,06	0,76	0,12	1,23	0,20	0,87	9,94	0,43	11,07
	0,04	1,01	0,12	1,15	0,16	2,59	9,20	1,61	11,16
	0,06	0,33	0,10	0,52	0,17	0,56	10,05	0,33	7,61
	0,06	0,73	0,06	1,14	0,59	3,43	19,06	0,17	12,02
	0,05	0,42	0,11	0,88	0,21	2,01	9,92	0,20	16,12
	0,01	0,74	0,09	1,21	0,32	4,41	10,08	4,05	15,75
	0,04	0,45	0,08	0,48	0,38	1,13	22,83	0,45	8,92
	0,06	0,74	0,11	1,15	0,18	2,24	17,50	1,69	12,26
	0,06	0,73	0,12	1,59	0,17	2,26	38,33	2,18	14,10
	0,03	0,49	0,10	0,69	0,15	1,28	52,11	0,45	9,17
	0,03	0,33	0,04	0,59	0,13	0,82	4,16	0,16	7,89
	0,05	0,63	0,10	1,06	0,20	0,88	23,99	0,61	9,80
0,01	0,70	0,11	1,16	0,13	1,33	5,64	0,82	12,13	
0,06	0,94	0,14	0,82	0,19	2,53	5,72	2,06	9,33	
T2	0,04	0,02	0,10	0,26	0,37	2,66	11,96	1,79	14,68
	0,02	1,01	0,09	1,21	0,38	2,83	69,15	2,18	19,60
	0,03	0,71	0,11	0,95	0,22	3,32	14,25	2,39	13,78
	0,03	1,14	0,10	1,00	0,30	3,14	21,90	2,11	17,78
	0,05	0,79	0,09	0,61	0,14	4,94	48,89	2,63	19,26
	0,05	0,73	0,10	1,07	0,27	3,00	14,61	1,65	16,51
	0,04	0,35	0,09	0,66	0,13	3,22	14,64	2,18	8,10
	0,10	-	0,10	-	-	-	-	-	-
	0,09	-	0,05	-	-	-	-	-	-

Cuadro 10. Lectura de minerales en hígado de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	0,01	0,87	0,03	0,58	0,44	89,32	31196,02	1,33	678,64
	0,04	1,12	0,04	0,56	0,55	31,61	8554,43	2,79	450,00
	0,01	0,89	0,05	0,68	0,43	259,83	4337,54	1,31	591,24
	0,01	1,50	0,07	1,03	0,42	173,07	79374,71	2,22	1199,89
	0,01	0,89	0,05	0,66	0,32	1,73	3288,85	2,37	384,54
	0,04	0,48	0,03	0,41	0,25	140,06	1456,16	0,96	235,93
	0,02	0,77	0,04	0,52	0,58	219,87	4354,44	1,93	405,81
	0,01	0,79	0,04	0,99	0,57	36,73	2968,66	1,24	382,38
	0,01	1,04	0,05	1,00	0,71	1063,11	1362,00	1,83	353,24
	0,005	1,10	0,05	0,78	0,37	2,36	662,79	2,32	606,62
	0,02	1,23	0,04	0,79	0,42	200,73	11599,48	1,94	597,34
	0,02	0,83	0,04	0,59	0,56	205,68	8501,54	1,92	438,79
	0,004	1,09	0,03	0,66	0,58	24,33	5386,48	1,98	358,68
	0,02	0,73	0,03	0,43	0,45	92,97	5977,63	1,52	439,49
	0,004	1,03	0,04	0,60	0,35	7,35	5020,73	2,06	321,70
	0,005	1,48	0,06	0,86	0,45	2,03	11445,70	2,35	451,90
	1,60	0,96	0,04	0,45	0,46	159,04	4353,33	1,31	468,35
	0,06	0,78	0,04	0,46	0,45	220,58	9415,05	1,19	331,20
	0,01	1,40	0,06	0,99	0,50	300,60	6896,33	1,43	419,89
	0,01	0,72	0,07	0,85	0,24	1,19	524,06	0,84	670,74
0,006	1,52	0,07	0,51	0,31	2,01	5651,56	1,66	316,70	
T2	0,01	0,86	0,03	0,80	0,19	31,38	399,91	2,48	140,94
	0,01	0,91	0,03	0,78	0,51	52,96	5295,81	3,03	308,02
	0,01	0,99	0,04	0,81	0,33	31,41	4446,76	2,98	285,69
	0,01	0,12	0,04	0,12	0,33	13,63	2596,41	5,54	59,39
	0,05	-	0,06	-	-	-	-	-	-
	0,04	-	0,05	-	-	-	-	-	-
	0,04	-	0,05	-	-	-	-	-	-



Cuadro 12. Lectura de minerales en aleta de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	12,39	7,33	0,12	0,13	0,41	3,91	229,83	2,47	125,87
	9,38	4,48	0,14	0,15	0,67	4,33	37,03	3,53	200,40
	0,67	5,13	0,18	0,12	0,36	2,44	71,11	1,64	146,52
	0,68	5,41	0,15	0,11	0,48	1,58	105,95	1,80	108,59
	8,55	6,46	0,15	0,10	0,33	5,25	65,17	4,57	155,64
	13,82	6,94	0,19	0,10	0,30	3,73	69,02	1,62	114,81
	0,71	5,08	0,18	0,13	0,46	2,85	208,27	2,35	140,12
	12,19	5,52	0,17	0,07	0,27	12,14	65,97	3,24	148,39
	16,43	6,77	0,16	0,11	0,36	2,57	49,15	1,95	106,49
	11,60	8,08	0,2	0,09	0,33	1,84	32,65	1,53	138,88
	0,94	5,55	0,15	0,09	0,49	1,76	71,56	1,85	137,98
	11,06	6,46	0,24	0,19	0,59	3,75	38,48	2,13	135,56
	17,71	18,30	0,24	0,1	0,49	2,76	29,22	2,39	119,63
	8,49	4,14	0,15	0,13	0,39	3,31	54,49	3,83	225,83
	13,81	5,07	0,16	0,12	0,38	1,35	78,51	1,85	121,60
	11,45	9,02	0,19	0,13	0,34	1,70	41,81	1,79	122,55
	11,81	7,32	0,21	0,11	0,40	2,51	131,60	3,52	167,55
	13,87	6,74	0,17	0,09	0,36	1,33	48,14	1,73	107,48
	10,19	4,66	0,17	0,08	0,26	1,66	152,92	4,24	121,89
	13,22	7,78	0,20	0,22	0,48	4,63	52,99	3,01	173,55
14,97	6,91	0,2	0,10	0,28	1,51	30,64	1,40	89,63	
16,92	7,25	0,16	0,11	0,34	3,92	144,51	3,12	170,40	
T2	12,11	4,14	0,14	0,08	0,35	2,04	115,16	2,04	163,54
	10,74	5,22	0,13	0,12	0,94	3,07	157,08	2,56	193,31
	5,95	6,52	0,15	0,28	0,58	2,43	103,55	1,78	246,22
	7,12	1,80	0,14	0,14	0,67	5,56	121,99	4,19	211,13
	8,03	4,34	0,12	0,05	0,36	2,54	50,82	3,03	88,10
	8,11	5,23	0,16	0,21	0,18	2,31	53,82	2,20	228,22
	5,06	4,61	0,18	0,11	0,42	6,54	45,03	3,68	251,21
	8,82	5,65	0,16	0,17	0,67	3,25	-	1,96	156,43
	13,01	4,54	0,18	0,18	0,27	19,41	-	3,24	115,46

Cuadro 13. Lectura de minerales en escama de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
	18,40	2,74	0,19	0,01	0,14	1,09	129,12	1,09	29,54
	11,84	3,68	0,21	0,08	0,74	4,45	18,57	3,92	78,77
	22,98	8,69	0,21	0,10	0,46	1,97	174,05	1,54	132,98
	25,05	9,16	0,26	0,04	0,63	1,44	45,71	1,55	110,38
	16,64	10,68	0,30	0,05	0,31	4,63	18,67	3,69	83,67
	25,28	14,48	0,26	0,04	0,78	2,26	95,83	2,09	92,44
	0,80	8,13	0,24	0,03	0,41	2,58	86,01	3,16	101,06
	21,77	11,61	0,23	0,07	0,68	10,13	35,14	1,80	115,10
	8,95	17,75	0,09	0,04	0,45	507,59	23,14	0,96	202,22
	14,88	4,19	0,13	0,02	0,31	0,89	5,73	0,81	78,62
T1	24,63	14,65	0,26	0,10	0,64	5,08	59,23	2,26	1,13
	26,07	9,32	0,30	0,08	0,52	2,60	31,71	2,27	97,46
	14,68	3,09	0,25	0,03	0,49	2,84	19,50	3,01	163,49
	46,40	8,96	0,21	0,09	0,39	3,37	103,47	1,68	108,52
	20,65	13,86	0,60	0,14	0,82	2,83	86,54	2,50	168,05
	20,22	5,68	0,37	0,04	0,29	1,52	9,52	1,63	70,73
	20,57	9,41	0,22	0,10	0,49	3,50	71,59	1,89	97,94
	24,28	10,66	0,22	0,03	0,54	2,61	24,16	2,15	132,75
	23,10	13,40	0,25	0,09	0,61	2,11	21,11	1,73	112,61
	17,62	10,69	0,29	0,02	0,30	1,72	10,45	1,31	84,95
	24,76	8,69	0,32	0,02	0,26	2,12	61,33	2,26	94,35
	19,21	9,17	0,22	0,05	0,86	3,63	263,96	3,09	119,5
	16,41	10,25	0,20	0,04	0,97	4,18	63,66	3,06	98,23
T2	12,41	0,63	0,23	0,06	0,30	2,38	6,20	2,60	42,40
	15,66	1,08	0,28	0,07	0,40	2,39	4,04	2,71	22,83
	24,13	7,39	0,30	0,11	0,23	4,78	24,27	3,29	64,47
	20,70	7,65	0,23	0,05	0,49	3,26	82,86	2,50	143,24

Cuadro 14. Lectura de minerales en branquia de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	11,06	5,95	0,12	0,12	0,49	0,95	65,16	1,05	73,51
	13,61	2,27	0,12	0,12	0,52	2,18	21,63	2,42	125,37
	0,43	6,03	0,14	0,12	0,21	1,98	96,46	1,27	71,59
	14,56	5,76	0,15	0,05	0,39	1,14	49,78	1,00	80,32
	13,20	6,25	0,15	0,06	0,34	2,48	17,22	1,65	97,96
	0,60	4,75	0,17	0,10	0,44	1,48	39,87	0,30	77,96
	13,45	5,73	0,13	0,10	0,41	2,11	34,82	1,14	67,24
	8,96	5,16	0,17	0,10	0,46	2,51	21,25	1,29	79,57
	27,58	5,21	0,46	0,08	0,34	1,00	4,03	0,93	87,19
	9,15	3,40	0,11	0,09	0,34	1,77	84,27	1,09	66,71
	13,55	4,28	0,18	0,10	0,44	4,43	66,44	1,19	70,13
	15,60	5,46	0,19	0,12	0,45	2,87	48,43	1,12	74,65
	16,01	1,62	0,14	0,14	0,52	3,28	32,21	3,61	120,27
	8,11	3,74	0,11	0,09	0,41	1,20	101,29	1,14	78,43
	20,42	7,25	0,33	0,20	0,84	6,16	43,97	6,59	183,66
	14,09	4,79	0,24	0,29	0,32	1,71	35,79	2,24	85,25
	12,73	2,80	0,15	0,07	0,37	1,18	31,53	1,13	69,19
	11,82	5,38	0,13	0,07	0,60	1,61	82,71	1,41	69,87
	1,52	6,28	0,14	0,16	0,60	1,45	49,96	1,07	91,97
12,76	6,42	0,19	0,11	0,36	1,33	28,78	1,13	69,08	
12,77	3,84	0,17	0,07	0,25	2,37	75,84	2,04	87,70	
T2	10,13	4,60	0,16	0,14	0,99	3,36	166,72	2,95	87,84
	13,11	6,87	0,22	0,08	0,77	2,49	324,05	2,61	96,16
	4,77	2,96	0,13	0,14	0,46	2,96	6,16	3,57	28,88
	7,61	3,55	0,16	0,17	0,54	3,29	69,09	3,09	107,32
	14,53	6,53	0,24	0,17	0,31	2,86	112,58	2,49	89,20
	10,89	3,06	0,14	0,17	0,45	3,71	70,53	2,71	104,12

Cuadro 15. Lectura de minerales en intestino de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	0,04	0,13	0,01	0,20	0,16	8,19	79,82	3,01	213,21
	0,02	0,56	0,04	0,19	0,48	3,82	133,44	1,64	111,10
	0,04	0,33	0,03	0,34	0,45	3,14	188,00	1,86	79,60
	0,05	0,31	0,03	0,35	0,23	9,97	299,64	2,62	87,18
	0,06	0,27	0,04	0,31	0,21	13,42	87,76	2,64	88,89
	0,02	0,38	0,04	0,28	0,54	5,88	62,95	7,47	105,77
	0,08	0,28	0,03	0,78	0,36	8,03	57,10	2,33	103,73
	0,03	0,46	0,06	0,63	0,42	7,78	51,01	1,26	116,03
	0,02	0,46	0,05	0,41	0,45	5,15	134,92	1,62	96,51
	0,04	0,37	0,06	0,63	0,38	5,78	54,38	3,50	76,35
	0,05	0,28	0,04	0,24	0,43	4,33	156,87	3,83	102,80
	0,03	0,46	0,02	0,72	0,39	4,83	194,18	7,86	141,89
	0,08	0,23	0,04	0,43	0,33	7,23	63,75	2,17	152,60
	0,03	0,14	0,03	0,77	0,11	9,05	86,52	1,07	82,03
	0,05	0,42	0,02	0,39	0,35	5,13	110,94	5,04	126,64
	0,04	0,21	0,05	0,58	0,17	3,58	79,04	5,84	122,65
	0,04	0,42	0,04	0,37	0,37	9,16	45,71	2,09	115,23
	0,02	0,33	0,03	0,53	0,26	8,83	45,61	1,58	70,74
	0,02	0,52	0,04	0,63	0,41	1,11	48,88	5,94	101,11
	0,01	0,39	0,06	0,28	0,26	2,63	51,78	1,38	82,32
0,03	0,24	0,03	0,68	0,16	2,32	149,75	1,59	211,14	
0,02	0,46	0,04	0,76	0,24	2,48	46,56	1,67	84,46	
T2	0,04	0,61	0,07	0,57	0,62	10,54	143,09	1,12	105,73
	0,05	0,48	0,06	0,50	0,39	9,35	174,33	2,76	119,06
	0,03	0,44	0,06	0,33	0,68	3,26	107,38	2,49	124,18
	0,03	0,16	0,07	0,23	0,38	5,96	310,40	2,98	101,08
	0,03	0,14	0,05	0,45	0,62	3,70	288,04	3,16	105,17
	0,03	0,47	0,04	0,45	0,30	10,99	52,36	8,84	167,22
	0,02	0,17	0,03	0,43	0,57	5,57	96,58	5,28	209,26
	0,03	0,16	0,04	0,50	-	6,68	-	5,68	93,98
	0,02	0,65	0,04	-	0,28	6,31	-	5,12	161,96

Cuadro 16. Lectura de minerales en hueso de paiches adultos procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	27,78	12,70	0,20	0,09	0,44	1,75	80,86	1,47	107,19
	12,12	8,71	0,16	0,03	0,31	0,72	5,23	0,84	60,20
	16,14	13,49	0,22	0,07	0,66	1,77	55,60	1,81	129,45
	20,51	11,39	0,26	0,05	0,72	1,69	782,90	1,86	123,91
	23,08	14,19	0,30	0,02	0,41	1,46	8,55	1,30	107,60
	18,41	9,15	0,28	0,03	0,52	2,21	20,38	1,59	77,94
	10,20	11,08	0,20	0,06	0,70	0,93	31,91	1,02	91,96
	21,12	13,77	0,36	0,03	0,73	3,58	60,87	1,70	108,91
	14,77	5,95	0,28	0,03	0,27	0,80	4,09	0,61	75,98
	20,72	10,93	0,21	0,06	0,48	1,77	63,29	1,27	95,32
	10,01	7,73	0,13	0,07	0,47	1,82	22,52	0,84	69,20
	15,07	10,02	0,21	0,06	0,49	1,55	32,52	1,19	94,64
	15,90	11,42	0,28	0,07	0,60	1,82	14,50	1,55	130,57
	11,83	8,18	0,13	0,08	0,43	1,22	43,71	1,10	102,74
	16,98	10,95	0,26	0,08	0,47	1,20	26,01	1,18	91,48
	16,19	11,80	0,33	0,06	0,46	1,88	20,84	1,84	103,09
	19,48	10,07	0,26	0,03	0,55	2,53	283,04	2,71	103,11
	25,32	14,52	0,29	0,04	0,73	1,56	67,90	1,83	132,43
	26,18	11,84	0,31	0,05	0,59	1,46	38,47	1,31	98,36
20,15	9,75	0,36	0,05	0,32	1,00	5,24	0,72	66,26	
25,25	8,03	0,25	0,04	0,14	1,24	7,76	1,04	77,67	
T2	15,31	2,04	0,26	0,05	0,39	1,08	21,72	1,12	65,98
	14,20	6,17	0,08	0,04	0,58	1,24	34,44	1,26	112,23
	32,34	7,86	0,24	0,10	0,41	2,60	12,77	2,39	99,10
	14,05	7,28	0,17	0,09	0,42	2,64	49,23	1,88	11,87

Cuadro 17. Datos biométricos y lectura de minerales en pez forraje entero procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Peso (Kg.)	Long. (cm)	Macro minerales (%)					Micro minerales (µg/g)			
			Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	0,091	15,0	2,62	1,95	-	0,27	0,10	2,50	88,66	18,00	49,50
	0,060	15,0	2,68	2,02	0,06	0,43	0,11	2,00	77,49	15,30	91,65
	0,153	15,0	2,87	1,34	0,08	0,55	0,26	2,00	68,83	5,55	31,66
	0,092	15,0	3,75	2,52	0,21	0,34	0,11	2,50	78,66	9,70	89,99
	0,084	16,0	3,12	2,52	0,09	0,46	0,15	3,00	89,98	21,08	78,32
	0,124	18,0	3,12	1,95	0,10	0,38	0,16	2,00	107,73	4,05	36,16
	0,165	18,0	5,94	3,02	0,16	0,57	0,20	3,50	84,41	8,70	38,67
	0,036	7,0	3,59	2,18	0,05	0,42	0,20	2,50	107,82	20,08	81,66
	0,063	5,0	4,53	-	0,07	-	-	-	527,43	-	14,87
	0,029	7,0	4,06	2,46	0,08	0,34	0,10	4,00	-	-	91,65
T2	0,085	15,0	4,37	2,90	-	0,86	0,43	2,00	158,65	3,55	98,33
	0,080	15,0	4,06	3,31	0,11	0,91	0,36	2,00	180,64	4,35	103,32
	0,023	6,0	6,94	4,82	0,15	0,56	0,41	4,40	123,61	3,84	68,67
	0,023	6,0	6,08	4,61	0,17	0,72	0,44	4,76	120,03	4,22	79,60
	0,023	6,0	5,96	5,90	0,21	-	0,48	4,72	132,97	3,59	77,09

Cuadro 18. Lectura de minerales en agua procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

TTO	Macro minerales (mg/L)					Micro minerales (mg/L)			
	Ca	Mg	K	Na	P	Fe	Zn	Mn	Cu
T1	62,33	3,00	1,33	84,00	ND	0,21	0,03	0,11	ND
	68,00	3,00	1,30	75,33	ND	0,25	0,08	0,15	ND
	16,57	2,60	1,71	94,33	ND	0,24	0,06	0,10	ND
	54,33	3,00	1,42	100,00	ND	0,18	0,07	0,16	ND
	52,00	1,97	1,41	101,67	ND	0,20	0,06	0,14	ND
	12,30	2,00	1,34	98,00	ND	0,17	0,06	0,16	ND
	12,20	2,07	1,26	105,33	ND	0,34	0,03	0,15	ND
	24,30	5,67	1,77	89,00	ND	0,15	0,03	0,14	ND
	17,23	3,33	1,45	83,33	ND	0,23	0,03	0,17	ND
	21,47	4,33	1,45	96,33	ND	0,28	0,04	0,15	ND
	14,20	2,17	1,35	86,33	ND	0,34	0,03	0,15	ND
	12,53	1,97	1,96	103,33	ND	0,39	0,03	0,15	ND
	13,90	2,13	1,90	92,00	ND	0,38	0,05	0,13	ND
	16,87	2,77	1,21	92,33	ND	0,34	0,05	0,12	ND
	21,77	2,23	1,25	-	ND	0,32	0,05	0,14	ND
	15,37	2,60	1,35	-	ND	0,47	0,05	0,16	ND
	17,13	3,07	1,43	-	ND	0,35	0,06	0,12	ND
	18,10	3,67	-	-	ND	0,47	0,05	0,16	ND
	16,70	-	-	-	ND	0,43	0,05	0,13	ND
T2	3,21	1,00	1,98	100,67	ND	0,33	0,04	0,20	ND
	3,20	0,70	1,48	101,67	ND	0,30	0,03	0,17	ND
	3,17	0,90	1,32	97,33	ND	0,43	0,05	0,12	ND
	3,22	1,00	1,55	95,00	ND	0,26	0,04	0,12	ND
	1,58	0,87	1,75	88,00	ND	0,28	0,04	0,15	ND
	2,24	0,42	1,33	94,00	ND	0,29	0,04	0,14	ND
	1,69	0,36	1,44	102,00	ND	0,34	0,05	0,16	ND
	1,83	0,41	1,23	80,00	ND	0,33	0,04	0,10	ND
	1,85	0,42	1,53	98,00	ND	0,26	0,04	0,21	ND
	1,89	0,40	3,50	90,67	ND	0,36	0,04	0,26	ND
	2,58	1,60	3,60	103,0	ND	0,32	0,04	0,16	ND
	1,30	0,43	3,80	73,67	ND	0,22	0,05	0,14	ND
	1,33	0,70	7,20	82,33	ND	0,32	0,05	0,13	ND
	2,70	0,37	6,13	85,33	ND	0,52	0,06	0,17	ND
	2,71	1,83	5,60	-	ND	0,35	0,05	0,22	ND
	2,52	1,17	4,93	-	ND	0,49	0,06	0,18	ND
	-	-	7,47	-	ND	0,96	0,05	0,20	ND
	-	-	-	-	ND	0,37	0,09	0,19	ND
	-	-	-	-	ND	0,46	0,08	-	ND
-	-	-	-	ND	0,21	0,04	-	ND	
-	-	-	-	ND	0,25	0,05	-	ND	
-	-	-	-	ND	0,26	0,05	-	ND	
-	-	-	-	ND	0,20	0,04	-	ND	
-	-	-	-	ND	-	0,05	-	ND	

ND= No Determino

Cuadro 19. Análisis de agua procedente de ambiente natural (T<sub>1</sub>) y cautiverio (T<sub>2</sub>).

Parámetros	T <sub>1</sub>								
	CENTRO	AGUA DULCE	AGUA DULCE	CAÑO	CENTRO	AGUA DULCE	CENTRO	CHONTILLAL	CAÑO
Profundidad (m)	3,8	1,10	0,5	-	-	1	5	1,1	-
Temperatura(°C)	31,3	32	32,7	30,8	27,7	28,7	33	28,9	29,7
Color Aparente	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Transparencia (cm)	70	30	30	60	70	50	50	30	-
pH	8,2	8,77	8,3	8,11	7,75	8,28	8,22	7,32	7,44
Conductividad Eléctrica (uS)	521	340	340	572	655	513	674	702	703
Sólidos Totales (ppm)	260	169	-	286	327	258	336	351	352
O <sub>2</sub> (mg/L)	10,3	14	-	11,8	8	8	16	14	12
Alcalinidad (ppm)	120	160	180	130	80	180	72	52	60
Dureza (ppm)	100	150	174	140	60	240	-	-	20
Amonio (ppm)	0,2	0,8	1,5	0,4	1,5	0,2	1	1	1,5
Cloruros (ppm)	15	12	8	8	6	-	8	12	8
Nitratos (ppm)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nitrito (ppm)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
CO <sub>2</sub> (mg/L)	5	7	10	10	10	17	10	17	12
Parámetros	T <sub>2</sub>								
	ALVES	DAHUA	DAHUA	VASQUEZ	GUERRA	ALVES	ALVES	PADAH	ALVES
Profundidad (m)	3,5	2	1	3	2,2	1,5	1,5	1,6	1,8
Temperatura(°C)	32	26,2	25,9	31,7	28,2	29,8	29,5	27,5	29,8
Color Aparente	VERDE	MARRON	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	MARRON	oscuro
Transparencia (cm)	30	10	25	20	45	20	50	20	40
pH	6,82	6,71	6,19	7,91	7,25	7,79	7,3	7,02	7,24
Conductividad Eléctrica (uS)	102	124	93	16	14	55	39	11	40
Sólidos Totales (ppm)	44	56	45	8	7	27	19	7	20
O <sub>2</sub> (mg/L)	4,45	-	-	-	4,97	6,79	3,87	2,96	4,4
Alcalinidad (ppm)	24	20	24	8	12	28	28	16	32
Dureza (ppm)	20	36	60	4	20	24	28	4	28
Amonio (ppm)	>3	>3	>3	>3	0,8	3	>3	>3	2
Cloruros (ppm)	12	16	12	8	12	16	8	8	8
Nitratos (ppm)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nitrito (ppm)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
CO <sub>2</sub> (mg/L)	1	1	3	1	16	10	15	22	12

CUADRO 63

ATENCIONES MEDICAS A ALUMNOS POR FACULTADES, SEGÚN SEXO Y MESES - I- TRIMESTRE-2011

ESPECIALIDAD	SEXO	ENERO	FEBRERO	MARZO	SUB TOTAL	TOTAL
AGRONOMIA	M	2	7	10	19	25
	F	1	1	4	6	
ZOOTEC.	M	2	6	8	16	23
	F	1	2	4	7	
FIA	M	0	5	3	8	20
	F	1	5	6	12	
C. FOREST.	M	3	1	9	13	23
	F	2	3	5	10	
C.S.A.	M	2	5	8	15	24
	F	0	4	5	9	
M. AMB	M	0	6	5	11	19
	F	0	4	4	8	
ADM.	M	2	1	6	9	16
	F	2	0	5	7	
CONTAB.	M	0	0	2	2	9
	F	1	0	6	7	
ECON.	M	0	1	7	8	23
	F	4	2	9	15	
FIS	M	1	8	6	15	18
	F	0	2	1	3	
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>63</b>	<b>113</b>	<b>200</b>	<b>200</b>

ATENCIONES MEDICAS A ALUMNOS POR FACULTADES, SEGÚN SEXO Y MESES (ABRIL-MAYO-JUNIO) - II TRIMESTRE-2011

FACULTAD	SEXO	MESES			SUB TOTAL	TOTAL
		ABRIL	MAYO	JUNIO		
AGRONOMIA	M	43	38	no hubo atención	81	99
	F	10	8		18	
ZOOTEC.	M	52	50		102	130
	F	15	13		28	
FIA	M	15	12		27	56
	F	14	15		29	
C. FOREST.	M	46	42		88	155
	F	35	32		67	
C.S.A.	M	15	15		30	68
	F	20	18		38	
M. AMB	M	13	12		25	45
	F	12	8		20	
ADM.	M	15	15		30	54
	F	13	11		24	
CONTAB.	M	10	10		20	39
	F	10	9		19	
ECON.	M	9	7		16	28
	F	5	7		12	
FIS	M	8	3	11	13	
	F	2		2		
<b>TOTAL</b>		<b>362</b>	<b>325</b>	<b>0</b>	<b>687</b>	<b>687</b>