UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN SOBRE LAS VARIABLES LIMNOLÓGICAS Y SU EFECTO EN EL DESPLAZAMIENTO DEL PAICHE (*Arapaima gigas* Cuvier) EN LA LAGUNA IMIRIA A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL SIG

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

SALES ORDOÑEZ, Luz Esther

Promoción: 2009 – I

Tingo María – Perú

2011

BIBLIOTECA CENTRAL -UNAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
CAJA DE PROCESOS TÉCNICOS
UCID

M01
S18
Sales Ordoñez, Luz E.

Influencia del Pulso de Indundacion Sobre las Variables Limnológicas y su Efecto en el Desplazamiento del Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier) en la Laguna Imiria a Travéz de la Aplicación del SIG. Tingo María, 2011

57 h.; 14 cuadros; 34 fgrs.; 27 ref.; 30 cm.
Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

1. ARAPAIMA GIGAS 2. DESPLAZAMIENTO 3. PULSO-INUNDACION 4. MANEJO SOSTENIBLE 5. PARAMETROS FISICOS 6. TELEMETRIA 7. PERU.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 07 de Julio de 2011, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

"INFLUENCIA DEL PULSO DE INUNDACIÓN SOBRE LAS VARIABLES LIMNOLÓGICAS Y SU EFECTO EN EL DESPLAZAMIENTO DEL PAICHE *(Arapaima gigas Cuvier)* EN LA LAGUNA IMIRIA A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL SIG"

Presentado por la Bachiller: **LUZ ESTHER, SALES ORDOÑEZ,** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"BUENO".**

En consecuencia la sustentante queda apta para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES,** mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 26 de Octubre de 2011

.....
Ing. MSc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ
Presidente

.....
Blga. MARIELA MORILLO ALVA
Vocal

.....
Ing. NELINO FLORIDA ROFNER
Vocal

.....
Ing. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
Asesor

DEDICATORIA

A mi Dios que siempre va conmigo en cada instante de mi vida.

A mis padres, Francisco y Gladys Esperanza; con todo el amor y cariño del mundo, mi eterno agradecimiento por su apoyo moral y abnegado sacrificio que hicieron posible mi formación profesional.

A mis hermanos: Jimmy Jack, Jorge Francisco, Guillermo y Evelin, con mucho cariño y gratitud, pensar en ellos representó estímulo indeclinable de superación.

A mi Abuelita, Isaura Aguilar Jorge quien es mi inspiración y ejemplo de superación, y a mis abuelos que con su sabiduría me incentivaron a luchar por lo que quiero, Jorge Tomas Sales Pinedo, Guillermo Ordoñez Pisco y Luz Esther Dávila Pezo (que en paz descanse y desde el cielo guía mis pasos).

AGRADECIMIENTOS

A Dios, ser omnipotente por iluminar y guiar mi camino a cada paso que doy.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Alma Mater, en especial a los profesores de la facultad de Recursos Naturales Renovables, por permitirme la culminación de mi carrera profesional.

Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo, asesor del presente trabajo de investigación, por su colaboración, orientación y apoyo incondicional.

Al Blgo. M. Sc. Carlos A. Chávez Veintemilla, Co-Asesor del presente trabajo, por su colaboración, orientación y consejos en la ejecución del presente trabajo de tesis.

A Julio quien me da apoyo y amor para seguir esforzándome.

A mis Amigos Fernando Ore, Josseph Canchanya, Rosario Salazar, Nina Delgado, compañeros de estudio y todas las personas que de una y otra manera colaboraron durante la ejecución del presente trabajo.

RESUMEN

Este estudio se realizó en la laguna Imiría, ubicada en el Distrito de Masisea, Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali. Esta laguna posee una de las especies más emblemáticas de la Amazonía, como es el paiche *Arapaima gigas* Cuvier, quien fue por décadas la fuente de proteínas local, regional y nacional. Actualmente esta especie figura en el Apéndice II de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas-CITES, debido a la fuerte presión de pesca que soporta en su hábitat. En tal sentido, con el objetivo de evaluar la influencia del pulso de inundación sobre las variables limnológicas y su efecto en el desplazamiento del paiche, se realizó un estudio desde junio del 2010 a enero de 2011, para ello se ejecutaron dos actividades. La primera actividad fue la toma de 2 muestras mensuales en 5 estaciones establecidos para los análisis de agua y durante este tiempo se obtuvo registros de los parámetros valores fueron transparencia (45 a 90 cm en verano y 14 a 60 cm en invierno), oxígeno (2.64 a 5.74 mg/L en verano y 1.94 a 4.54 mg/L en invierno), CO_2 (13.4 a 38 mg/L en verano y 12 a 28 mg/L en invierno), la alcalinidad(54 a 98 mg/L en verano y 36 a 84 mg/L en invierno), dureza (15.5 a 90.0 mg/L en verano y 30 a 75 mg/L en

invierno), pH (5.93 a 7.53 en verano y 5.93 a 8.03 en invierno), temperatura (23.10 a 33.8 °C en verano y 26.8 a 31.2 ºC en invierno), y salinidad (0.8 a 1.6 g/L en verano y 0.4 a 1.6 g/L en invierno), presentándose una disminución en la estación de invierno de la mayoría de los parámetros a excepción del pH, esto sería a consecuencia del efecto de dilución que ocurre con el ingreso de las aguas durante la creciente, todo esto como consecuencia de la dinámica de nutrientes ocurrida por el pulso de inundación. La segunda actividad realizada fueron los seguimientos telemétricos tomados dos veces al mes para determinar el área cubierta por el pez en los periodos de verano e invierno. Determinándose que se produce un mayor desplazamiento en verano, esto puede deberse principalmente por el aumento de los sólidos en suspensión en la estación de invierno (transparencia), ya que esta especie busca zonas poco accesibles o aguas blancas para su autoprotección.

ÍNDICE GENERAL

Página

I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1. Pulso de inundación 3
2.1.1. Llanura de inundación 4
2.1.1.1.Llanura de inundación de lagos 5
2.2. Hidrología y los aspectos hidrodinámicos 6
2.2.1. Hidrología regional 6
2.2.2. El balance de nutrientes bajo el pulso de inundación 7
2.2.3. Parámetros fisicoquímicos 8
2.2.3.1. Temperatura 8
2.2.3.2. pH 9
2.2.3.3. Dureza 10
2.2.3.4. Oxígeno 11
2.2.3.5. Alcalinidad 12
2.2.3.6. Salinidad 12
2.2.3.7. Transparencia 12
2.2.4. Nutrientes 14
2.2.4.1. La fracción inorgánica 14
1. Compuestos gaseosos 14
2.3. Laguna Imiría en Ucayali 15
2.3.1. Descripción 15
2.3.2. Descripción del área circundante 16
2.4. Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier) 18
2.4.1. Sistemática 19
2.5. Territorialidad del paiche 19
III. MATERIALES Y MÉTODOS 21

3.1. Lugar de ejecución 21
3.1.1. Condiciones climáticas 21
3.1.1.1.Ecología 21
3.1.1.2. Humedad relativa 21
3.1.1.3.Temperatura 21
3.1.1.4. Precipitación 22
3.2. Materiales 22
3.2.1. Materiales de campo 22
3.2.2. Equipos 22
3.2.3. Materiales Biológico 22
3.3. Metodología 23
3.3.1. Métodos de análisis 23
3.3.1.1. Metodología del análisis fisicoquímico de agua en la laguna Imiría 23
Cuadro 3. Metodologías en el análisis físico químico de agua 23
3.3.1.2. Seguimientos telemétricos del paiche (*Arapaima gigas* Cuvier) 24
3.3.2. Análisis geo estadístico 25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
4.1. De las características físico químicas y distribución espacial del análisis en la laguna Imiria 26
4.2. Del desplazamiento del paiche (*Arapaima gigas* Cuvier) en las estaciones de verano e invierno en la laguna Imiria 44
V. CONCLUSIONES 48
VI. RECOMENDACIONES 49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 52
VIII. ANEXOS 55
Anexo 1. Cuadros 56
Anexo 2. Figuras 61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Página

1. Parámetros físicos químicos registrados en el cultivo de paiche en la Laguna Imiría.....16

2. Valores promedio de las características físicas y químicas en ocho estaciones de muestreo en la laguna Chauya 18

3. Metodologías en el análisis físico químico de agua 23

4. Variación de la alcalinidad en las estaciones de verano e invierno 27

5. Variación del CO_2 en las estaciones de verano e invierno.....29

6. Variaciones de dureza en las estaciones de verano e invierno 31

7. Variación del oxigeno en las estaciones de verano e invierno.....34

8. Variaciones del pH en las estaciones de verano e invierno.....36

9. Variaciones de temperatura estaciones de verano e invierno.....38

10. Transparencia en las estaciones de verano e invierno 40

11. Variaciones de salinidad en las estaciones de verano e invierno 42

12. Desplazamiento del paiche 45

13. Análisis físico químico en la laguna Imiria.....56

14. Resumen estadístico del análisis físico químico en la laguna "Imiria".....60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1. Mapa de alcalinidad en verano 28
2. Mapa de alcalinidad en invierno....28
3. Mapa de CO_2 en verano....30
4. Mapa de CO_2 en invierno....30
5. Mapa de dureza en verano 32
6. Mapa de dureza en invierno....32
7. Mapa de oxigeno en verano....34
8. Mapa de oxígeno en invierno. 35
9. Mapa de pH en verano....37
10. Rangos de pH en invierno....37
11. Mapa de temperatura (ºC) en verano....39
12. Mapa de temperatura (ºC) en invierno 39
13. Mapa de transparencia (cm) en verano....41
14. Mapa de transparencia (cm) en invierno....41
15. Variación de salinidad (mg/L) en verano....43
16. Rangos de salinidad (mg/L) en invierno....43
17. Área cubierta por el paiche (*Arapaina gigas* Cuvier) en estaciones de verano e invierno. 46
18. Área cubierta por los paiches en verano e invierno. 47
19. Kid de análisis de agua y materiales telemétricos utilizados....61
20. Seguimiento telemétrico mensual del paiche. 61
21. Seguimiento telemétrico de 24 horas al paiche 164/386....62
22. Altura del agua en verano. 62
23. Medición de transparencia de la Laguna Imiria. 63
24. Medición de temperatura de la Laguna Imiria. 63
25. Seguimiento telemétrico de 8 horas. 64
26. Análisis de agua de la laguna Imiria....64
27. Análisis de CO_2 de la laguna Imiria. 65
28. Altura del agua tomada en los meses de verano. 65

29. Altura del agua tomada en los meses de invierno.....66
30. Toma de análisis de agua de la laguna Imiria. 66
31. Vista frontal de la laguna Imiria en el mes de enero. 67
32. Vista frontal de la laguna Imiria en el mes de agosto. 67
33. Laguna Imiria en los meses de invierno. 68
34. Laguna Imiria en los meses de verano. 68

I. INTRODUCCIÓN

Los ríos, lagos y lagunas en la Amazonía se caracterizan por poseer especies de importancia comercial y alimenticia una de ellas es el paiche (*Arapaima gigas* Cuvier). Para la ciencia, esta especie al igual que otros osteoglosiformes, tiene un especial interés por las particularidades evolutivas en su comportamiento, en su adaptación fisiológica a situaciones extremas y en su adaptación reproductiva a las variables mencionadas; aunque no es menos importante su relevancia en la transferencia de energía en los eco sistemas acuáticos debido a la posición trófica que ocupa al ser un predador de gran tamaño (CROSSA. 2001).

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de observar en que grado afecta el comportamiento y el desplazamiento de esta especie mediante la variación estacional de parámetros físicos (temperatura, transparencia) y químicos (alcalinidad, CO_2, dureza, pH, oxigeno salinidad), mediante análisis de agua y a través de seguimientos telemétricos; para la cual se tomaron muestras representativas de agua para cada fase del ciclo hidrológico desde los meses de junio 2010 hasta enero 2011.

Es por esta razón que se planteó la siguiente hipótesis, el pulso de inundación será un factor que condiciona el balance de nutrientes que requiere esta especie para su sobrevivencia y estos a su vez dependerán de factores climáticos, geológicos y geomorfológicos, es por ello, la misma lo que se busca con esta investigación evaluar la variación y el efecto que estos producen en la laguna Imiría.

La investigación realizada en la laguna Imiría, nos permitió obtener información que servirá para el manejo de esta especie en cuerpos de aguas naturales en forma racional y sostenible y de esta forma nos planteamos los siguientes objetivos:

- Evaluar la distribución espacial del pulso de inundación en base a los parámetros físicos (temperatura, transparencia) y químicos (alcalinidad, CO_2, dureza, pH, oxígeno y salinidad) obtenida por el pulso de inundación de la laguna Imiría.
- Determinar el efecto de las variaciones estacionales en el desplazamiento del paiche.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Pulso de inundación

Se llama pulso de inundación a la inundación anual de áreas de relieve plano adyacentes a ríos grandes y caudalosos. El pulso de inundación está condicionado por el clima, geología y geomorfología locales (PONCE, 2006).

Se sabe que las fluctuaciones en la creciente de los ríos, es decir, el pulso de inundación, es la mayor fuerza que controla la biota de la planicie aluvial de los ríos. El intercambio lateral entre la planicie aluvial y canal del río, y reciclaje de nutrientes en la planicie aluvial tiene un mayor impacto sobre la biota que en el espiral nutritivo discutido en el Concepto Continuo de los Ríos (CCR) (Vannote *et al.* 1980, citado por BAYLEY y SPAKS, 1989). A través de los largos cambios en los sistemas de los ríos con la planicie aluvial en las zonas templadas, del cinturón subtropical o tropical, la abrumadora masa de la biomasa animal ribereña deriva directamente o indirectamente de la producción en la planicie aluvial y no del arrastre de materia orgánica que se produce en las cabeceras de las cuencas. El efecto del pulso de inundación sobre la biota es principalmente hidrológico (BAYLEY y SPAKS, 1989).

2.1.1. Llanura de inundación

Podemos definir planicie de inundación como áreas que son periódicamente inundadas por el desbordamiento lateral de los ríos o lagos, y/o por precipitación directa o subterránea; con resultados físico químicos ambientales en la biota a respuesta morfológica, anatómica, fisiológica, fonológica y/o adaptaciones etológicas, y producir características estructurales en la comunidad. Esta definición ecológica reconoce que las causas de la inundación provoca un impacto perceptible sobre la biota y esta biota muestra una reacción definida a las inundaciones. Que además, implica que el impacto del pulso del nivel de agua o biota es independiente la naturaleza de su origen y que son muchas las similitudes ecológicas entre las planicies aluviales ascendentes, por ejemplo, pulso de lagos o reservorios y el pulso de los ríos. La definición abarca un amplio espectro hidrológico a partir de una corta a larga duración de las inundaciones y de impredecible a predecible momento. Nuestros ejemplos de los grandes sistemas de ríos predecibles exhiben los pulsos de inundación duración larga (BAYLEY y SPAKS, 1989).

Desde el aspecto hidrológico, las llanuras de inundación son parte del sistema de drenaje de los ríos y son periódicamente afectados por el transporte de agua y por el material particulado. Desde el punto de vista ecológico que representan zonas de transición (ATTZ) que se alternan entre los estados acuáticos y terrestres y los canales de enlace de río con los órganos permanentes de la tierra seca. La mayoría de los grandes sistemas fluviales tienen una configuración geomorfológica que producen la planicie de

inundación que son grandes en relación con la superficie lótica (Welcomme, 1985 citado por BAYLEY y SPAKS, 1989) y en cuencas sin modificar es cubierta en ATTZ producto del pulso de larga duración como resultados en las zonas lenticas extensas, pero solo temporal. (BAYLEY y SPAKS, 1989).

2.1.1.1. Llanura de inundación de lagos

Los lagos son un componente integrante de la llanura de inundación del Amazonas, y, tal como se definen aquí, abarcan las áreas de inundación estacional, excepto los ríos y arroyos, que incluyen aguas abiertas más áreas con vegetación. Como los niveles de agua varían, la proporción de agua abierta a otros cambios de los hábitats acuáticos cambian considerablemente. En las aguas más bajas como lagunas de inundación puede ser reducido a poco profundas, turbias piscinas y de vez en cuando secan por completo. Durante el aumento de agua y cuando el agua esta alto, los lagos pueden expandir y abarcar los bosques inundados y crecimientos estacionales de macrófitas acuáticas emergentes; como resultado, las áreas terrestres que rodean los medios acuáticos son temporalmente inundados (Junk *et al.,* 1989 citado por BAYLEY y SPAKS, 1989) definen esta región inundable como la zona de transición acuática terrestre o ATTZ. Además, la escorrentía de la cuenca local y la deposición de solutos y aerosoles de la atmósfera son los componentes del sistema biogeoquímicos que influyen en lagunas de inundación.

Las fuertes variaciones estacionales de la profundidad y el alcance de las inundaciones y los vínculos complejos hidrológicos e interfaces características de los lagos tienen una influencia importante sobre los procesos biogeoquímicos y flujos (MELACK y FORSBERG, 2001).

2.2. Hidrología y los aspectos hidrodinámicos

2.2.1. Hidrología regional

El río Amazonas tiene un hidrograma amortiguado con una amplitud anual de agua en fase de unos 10 m en la cuenca central y un ciclo de 2 a 3 años de variación interanual, junto a la de El Niño Oscilación del Sur (Richey *et al.* 1989 citado por BAYLEY y SPAKS, 1989). Vinculados a los cambios en la etapa es un ascenso y la caída en el área inundada, en el que los lagos son un componente importante. Grandes volúmenes de agua del río se almacenan en lagunas de inundación durante las inundaciones estacionales y luego regresan al canal principal cuando el nivel del río baja. Además, la descarga de muchos afluentes pasa a través de los lagos, y un flujo neto de agua de la llanura de inundación del río puede ocurrir incluso cuando el nivel del río está creciendo (Richey *et al.,* 1989, citado por BAYLEY y SPAKS, 1989). Además, los lagos y la vegetación asociada a la llanura de inundación son fuentes importantes de vapor de agua a la atmósfera, sobre todo al comienzo de la estación seca cuando el área inundada es el más grande (Victoria *et al.* 1991, citado por MELACK y FORSBERG, 2001).

En una comparación de 51 lagos situados a lo largo del río central del Amazonas, utiliza la alcalinidad como marcador de las fuentes de agua, el río Amazonas tiene alcalinidad relativamente altos, mientras que los flujos de drenaje de los bosques de tierras bajas tienen alcalinidad relativamente baja. Durante la marea alta desde mediados de marzo hasta mediados de septiembre, la alcalinidad del lago y el río fueron similares, lo que indica que en la mayoría de los casos los lagos contienen ante todo agua del río. Las excepciones fueron los lagos con grandes cuencas de drenaje locales. Durante la marea baja desde mediados de septiembre hasta mediados de marzo, la influencia de los ríos disminuye y los insumos locales de los lagos aumenta en proporción a la relación entre el área de la cuenca local y área del lago (BA: LA). Las cuencas que tienen forma de un canal y de un plato, que típicamente tienen pequeñas cuencas locales, aparecieron recibir pequeñas escorrentías locales moderadas y había alcalinidad variable al final del estiaje. Alcalinidad de los lagos con BA : LA> 20 (es decir, la relación entre el área de la cuenca local y el área del lago es mayor a 20 en estiaje), tales como muchos lagos, se acercó a los valores promedios del escurrimiento de tierras bajas al final del estiaje. En correspondencia con estas diferencias las fuentes de agua son diferentes en las concentraciones y flujos de nutrientes (MELACK y FORSBERG, 2001).

2.2.2. El balance de nutrientes bajo el pulso de inundación

Los nutrientes son compuestos químicos requeridos por la biósfera para su funcionamiento adecuado. El balance de nutrientes se refiere al conteo,

bajo varias escalas temporales, de las fuentes, transporte y destino de los nutrientes, tanto en ecosistemas naturales como artificiales. Las características del balance de nutrientes determinan el éxito o fracaso de ecosistemas artificiales, de los cuales depende el ser humano para su sustento. El balance de nutrientes es importante aún para los ecosistemas naturales. Así mismo está afectado y condicionado por el pulso de inundación. En estos ecosistemas, la geología, la geomorfología, y la ecología están interrelacionadas de tal manera que es imposible separarlas. Éstas deben ser consideradas en conjunto, en lo que se llama análisis holístico de ecosistemas (PONCE, 2006).

2.2.3. Parámetros fisicoquímicos

2.2.3.1. Temperatura

La temperatura es muy importante, es un parámetro que se debe medir a diario, ya que el incremento de la temperatura acelera el metabolismo.Las especies de aguas cálidas soportan rangos de temperatura de 23 a 31 °C; las truchas en cambio deben ser incubadas a 10 °C pero levantadas y engordadas a 17 °C debido al metabolismo, pero la incubación si debe ser cercana a 10 °C debido a que el alevín necesita desarrollarse a esa temperatura y si se incuba a 17 °C nace prematuramente y sin un desarrollo óptimo (REDVET, 2006).

Para todos los organismos acuáticos la temperatura es el más importante, junto con la salinidad, determina la solubilidad del oxígeno en el

agua, influye en las tasa de producción primaria y en las reacciones metabólicas de la reproducción y el crecimiento de las especies (ESPINO, 2009).

La temperatura del agua está relacionada con la del aire, lo cual puede ser útil para estimar con cierta anticipación el riesgo de estratificación en los estanques, dado que la temperatura del agua en un día cualquiera está relacionada con la media de las temperaturas atmosféricas de los 4 días precedentes (Alzieu, 1994, citado por ESPINO, 2009).

2.2.3.2. pH

El rango óptimo del pH está de 6.5 a 9, rangos fuera de este son perjudiciales para los peces causando alteraciones el metabolismo del pez, y provocando daños epiteliales, inmunosupresión (daños o debilitamiento en el sistema inmune), pérdida del apetito, entre otros, hay especies que viven en aguas más ácidas como la cachama (pH <6.5), tetras neones, tetras cardenales, yamú (*Bryconsiebenthalae*), entre otras especies amazónicas y de la Orinoquía (REDVET, 2006).

En aguas naturales el intervalo es de 4 a 12; en áreas volcánicas con influencia de ácidos minerales o en ambientes ricos en materia orgánica, se registran niveles menores a 4. Los pH altos usualmente se encuentran en cuencas endorreicas con un excedente de hidróxido de sodio; la mayoría de los lagos son del tipo bicarbonatos y calcáreo. El agua de mar se registra un pH

ligeramente alcalino próximo a 8.5 por la predominancia de los carbonatos; en el caso de las lagunas puede detectarse bajo cierta circunstancia de mezcla de aguas dulces y marinas, un gradiente espacial desde la cabecera del estuario (ácido), hasta la boca marina (alcalino). La mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9 que normalmente se presenta en ambientes acuáticos (ESPINO, 2009).

2.2.3.3. Dureza

La dureza se refiere a la medida de iones de metales o de elementos divalentes presentes en la agua, los principales son el calcio y el magnesio ya que son los que se encuentran en mayor proporción, estos iones pueden estar asociados a los carbonatos, los valores recomendados para la dureza son los mismos que para la alcalinidad. Las aguas marinas o salobres no tienen problemas de alcalinidad y dureza. Las especies de agua dulce requieren aguas blandas no mayores a 80 ppm, y las especies marinas requieren aguas duras, la dureza rara vez es un problema (REDVET, 2006).

Los niveles adecuados de dureza y alcalinidad total para cultivos de peces, están por lo general dentro del intervalo de 20 a 300 mg/l; si ambos son bajas pueden ser limitantes y las aguas más productivas son aquellas que tienen la misma concentración aproximadamente, por ejemplo, 150 mg/l de alcalinidad total y 153 mg/L de dureza son aguas más productivas que las que tendrían 150 mg/L y 25 mg/L, respectivamente (ESPINO, 2009).

2.2.3.4. Oxígeno

El oxígeno disuelto está presente en mayor cantidad en las aguas frías que en las cálidas por eso la trucha es más exigente a este compuesto que las especies de aguas cálidas, se dice que la concentración menor para truchas es de 5 pm, la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) que es una especie de agua cálida no resiste menos 3ppm, a esa concentración ya estáboqueando, y la tilapia puede vivir fácilmente a 1 ppm (POPMA Y MASSER, 1999). Según KUBITZA, (2000) hay relatos de que la tilapia tolera oxígeno cero (anoxia) hasta 6 horas. Sin embargo, es recomendado que los estanques de piscicultura tengan oxígeno mayor a 3 ppm, otra cosa que hay que mirar del efecto de la temperatura es la disponibilidad de oxígeno, ya que a mayor temperatura menor oxígeno, por eso las aguas frías tienen más oxígeno, y las aguas cálidas tienen menos OD (Oxígeno disuelto) y las especies de aguas cálidas no son tan exigentes de este compuesto (REDVET, 2006).

En ambientes naturales la concentración de este gas en constante cambio, dependiendo de los factores fisicoquímicos como la temperatura y la salinidad, y de factores biológicos como la fotosíntesis y la respiración. Tanto la temperatura como el oxígeno son factores importantes en los organismos, el primero porque controla el metabolismo a través de la dinámica molecular y las tasas de reacción bioquímica, y el segundo porque las limita. Fry (1991) citado por ESPINO (2009), señala que ambos factores rigen el movimiento y la distribución de los peces en su hábitat. Los organismos acuáticos requieren de

un medio favorable que no debe contener menos del 70% de saturación de oxígeno disuelto (Alzieu, 1994, citado por ESPINO, 2009).

2.2.3.5. Alcalinidad

La alcalinidad debe ser mayor a 20 ppm, alcalinidades menores no son recomendadas ya que son aguas ácidas con una variación fuerte del pH en el día provocando estrés en el pez o muerte, si el pez es estresado el rendimiento es afectado, traduciéndose en pérdidas económicas. Si el pH de la agua es ácido es porque el pH del suelo es así porque el suelo le aporta iones hidrógeno al agua, para corregir esto, el estanque es encalado antes de cada cosecha, con el propósito de subir el pH, mejorar la dureza, y hasta mejorar el abonamiento (WURTZ y MASSER, 2004).

2.2.3.6. Salinidad

La salinidad debe ser medida en la fuente hídrica antes de seleccionar el sitio a construir los estanques, normalmente las aguas dulces tienen 0.5 ppt, hay peces de aguas dulce que pueden vivir en agua marina y viceversa, como la tilapia mosambica (*Oreochromismossambica*), o el caso del Salmón del Atlántico (Salmo salar) que puede ser cultivado en agua dulce (WURTZ y MASSER, 2004).

2.2.3.7. Transparencia

La cuantificación de esta variable se realiza con el disco Secchi, que determina indirectamente tanto el material suspendido inorgánico (arcillas y

limos) como el orgánico (fitoplancton y zooplancton) que atenúen la penetración de la luz e interfieren en los procesos de la fotosíntesis (ESPINO, 2009).

Hay especies que revuelven el fondo provocando turbidez en los estanques y erosión en el suelo tales como la carpa común (*Cyprinuscarpio*), pero a la tilapia le afecta la turbidez, en especies como cachama blanca, la turbidez hace que el color se mejore, pero al parecer aguas turbias retrasan la maduración sexual porque la melatonina no recibe las señales lumínicas necesarias para impulsar el proceso hormonal, fuentes hídricas muy turbias debe ser sedimentadas, para eso, se debe construir un reservorio y un estanque de sedimentación, este estanque de sedimentación debe ser capaz de retener la agua alrededor de 5 horas (WURTZ y MASSER, 2004).

BOYD (1991) indica que la turbidez ejerce un efecto negativo sobre la vegetación acuática sumergida. Varios estudios confirman que la máxima profundidad habitada por las macrófitas se encuentra positivamente relacionada con la transparencia del agua. Este concepto puede entenderse fácilmente si se tiene en cuenta que la máxima profundidad habitada aumenta linealmente con la transparencia y es inversamente proporcional a la turbidez.

De este modo, se tendrá en cuenta que todas partes del lago con profundidades mayores no se encontrarán vegetadas, mientras que las áreas del lago con profundidades menores se encontrarán completamente cubiertas por macrófitas.

2.2.4. Nutrientes

Según los hidrólogos, la química de un río refleja su arca de captación. Este punto de vista holístico ha sido aplicado con éxito a los cursos de agua con respecto a sus presupuestos de nutrientes (Vannote *et al.*, 1980 citado por BAYLEY y SPAKS, 1989). Los nutrientes pueden dividirse en fracciones orgánicas e inorgánicas: estos a su vez se pueden subdividir en compuestos gaseosos, sólidos disueltos, y en partículas. La planicie de inundación recibe toda clase de nutrientes directamente desde el canal principal, y su estado de nutrientes básicos se espera que se corresponden con la del río. Las llanuras de inundación, sin embargo, tienden a establecer sus propios ciclos ya que los organismos y las condiciones ambientales que influyen en los ciclos biogeoquímicos difieren considerablemente de las del canal principal. El efecto de la lluvia, la escorrentía, el agua subterránea, y las aportaciones de los afluentes llanura de inundación también puede ser importante (BAYLEY AND SPAKS, 1989).

2.2.4.1. La fracción inorgánica

1. Compuestos gaseosos

Gases como $C0_2$, 0_2, H_2S, CH_4 y N_2 son producidos y/o consumidos en la llanura de inundación de forma independiente de los procesos en el canal principal en los sistemas con pulsos de inundación lentos y regulares. Tiempo residente de agua de llanura inundable y temperatura modifican la concentración. La falta de persistencia de la estratificación térmica y química en la mayoría de las llanuras de inundación del lago Atchafalaya se

debe al corto período de condiciones lénticas durante el clima cálido (Bryan *et al.* 1974 citado por BAYLEY AND SPAKS, 1989).

2.3. Laguna "Imiría" en Ucayali

2.3.1. Descripción

La laguna Imiría se ubica geográficamente en el Departamento de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo, Distrito de Masisea a 150 m.s.n.m. entre las coordenadas UTM (GWS-84) 18S: 0576494 E y 9020114 N (PRODUCE, 2010).

Es una laguna de origen tectónico, con un área aproximada de 4074 ha y alcanza profundidades de hasta 7 m en época de creciente y 4 m en época de vaciante. Durante el trabajo de campo en el mes de diciembre del 2009 se encontró que el agua entraba al lago procedente del río Tamaya (PRODUCE, 2010).

La laguna Imiría se encuentra aproximadamente a 200 Km al sur de la ciudad de Pucallpa a 24 horas aproximadamente en bote ingresando por los ríos Ucayali y Tamaya. Esta laguna se regula naturalmente, en época de lluvia el agua entra (aumenta), y en época de estío sale (disminuye). Tiene un comportamiento de "represa natural" que en la época de estiaje fluye hacia la cuenca del río Ucayali por intermedio del río Tamaya que es su principal fuente de comunicación hídrica de entrada y salida mediante un canal denominado "Caño de Imiría", (afluente - efluente) y que forma parte de la laguna. Este lago,

es de forma irregular, su coloración es amarillo oscuro, y tiene un recambio de agua estacional de 45% debido a su ubicación en la amazonia donde la precipitación es mayor que en los andes y a su poca profundidad (PRODUCE, 2010).

Cuadro 1. Parámetros físicos químicos registrados en el cultivo de paiche en la Laguna Imiría.

PARAMETROS	VALORES PROMEDIOS
Temperatura ambiental	30.5
Temperatura del agua	30.9
Transparencia (cm)	21.2
pH	6.4
Oxígeno disuelto superficial (ppm)	3.2
Fosfatos (mg/l)	0.2
Dureza total (mmol/l)	0.4
Amonio (mg/l)	0.2
Carbonatos (mmo/l)	0.7
Nitratos (mg/l)	0.0
Nitritos (mg/l)	0.0

Fuente: PRODUCE-IIAP

2.3.2. Descripción del área circundante

Alrededor de la laguna se puede observar la presencia de árboles como tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), algunas arecaceaes, así como también se observan grandes extensiones de plantas flotantes predominando las guamas y los "putoputos". La vegetación acuática es de suma importancia para el

mantenimiento de la cadena trófica y aporta no solo materia orgánica, sino que también permiten la vida de muchos insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Dentro de la fauna circundante, se puede observar la presencia de algunas aves residentes cómo las garzas (*Egretta thula*), aves pequeñas de plumaje blanco y pico negro y amarillo. Dentro de una de las islas se observa la presencia de camungos (*Anhima cornuta*), aves, zancudos de cuello largo, patas altas y provistas de dos robustos espolones en el carpo, presenta un copete de consistencia córnea sobre la cabeza; son de color negruzco y suele andar en parejas o pequeños grupos familiares (PRODUCE, 2010).

Otros estudios realizados en la laguna Chauya al igual que la laguna Imiría, se ubica en el distrito de Masisea, provincia Coronel Portillo en la región Ucayali. Con el objetivo de caracterizar limnológicamente este cuerpo de agua, de noviembre de 2006 a abril de 2008. La información de las características físico químicas demuestran un patrón de estacionalidad asociada a la temperatura del aire, época del año y nubosidad (RIOFRIO, CLAVO, ZALDÍVAR y CONTRERAS, 2008).

La composición de las islas denominadas tamalones es heterogénea y alberga una elevada diversidad florística que sirve de refugio y alimentación a una importante biota terrestre y acuática. Imiría puede ser considerada como un sistema multitrófico. Las peculiares características físicas y químicas de la laguna así como la presencia de asociaciones vegetales únicas, plantean la necesidad de conservar este cuerpo de agua desde el

punto de vista ecológico y científico, además de conservar su belleza paisajística por su gran potencial turístico (RIOFRIO, CLAVO, ZALDÍVAR y CONTRERAS, 2008).

Cuadro 2. Valores promedio de las características físicas y químicas en ocho estaciones de muestreo en la laguna Chauya.

Características físico químicas	Mínimo	Máximo	Promedio	D.E.
T° Aire (°C)	21.0	35	27.9.	3.0
T Sub. Sup. del Agua (X)	25.0	34	28.6	2.0
Profundidad (m)	0.6	5.48	2.3	1.3
Lectura Secchi (cm)	0.5	135	49.9	36.2
pH (UI)	6.0	7.95	6.8	0.4
Conductividad uS / cm	39.0	114.8	74.9	22.7
Dureza (mg $CaCO_3$/l)	27.0	70	47.5	11.7
Alcalinidad (mg $CaCO_3$/l)	30.0	98	54.7	27.3
O_2 disuelto (mg/l)	1.2	5.5	3.6	0.7

Fuente: (INIA, 2008).

2.4. Paiche *(Arapaima gigas* Cuvier*)*

El paiche, es un recurso pesquero tradicional y popular en la cuenca Amazónica, y de gran importancia económica debido a la calidad y cantidad de su carne. Científicamente es de gran interés por ser una especie primitiva única en su género. Es considerado como uno de los mayores peces conocidos de agua dulce, alcanzando en estado adulto la longitud de 3 metros y pesos superiores a los 200 Kg (TCA, IIAP y FAO, 1999).

2.4.1. Sistemática

Palmeira (1994) e Inbiriba (1994) citados por TCA, IIAP y FAO (1999), indican que la clasificación taxonómica del paiche es la siguiente:

Orden:	Osteoglossiformes
Suborden:	Osteoglossoidei
Superfamilia:	Osteoglossoidae
Género:	Arapaima
Especie:	*Arapaima gigas*Cuvier

En Perú se le conoce con el nombre común de paiche; en Brasil su nombre más difundido es pirarucu, debido a su coloración rojiza; en Guyana se le llama "arapaima", probablemente del nombre original warapaima. El nombre genérico ha sido tomado del vernacular "arapaima" y el específico gigas, que significa gigante, en alusión a su gran tamaño (TCA, IIAP y FAO, 1999).

2.5. Territorialidad del paiche

CROSSA, ROCHA y PINTO, (2003), presenta un ejemplo del monitoreo (telemetría) diario y estacional de un juvenil de 12 kg liberado en la isla Ituqui (22000 ha) durante el período de invierno (aguas altas) de 1996, se observa las áreas de uso estimadas a través del método de Kernel para los meses de marzo, abril y junio, observándose un incremento del área de uso a medida que se incrementa el nivel del río y disminuye la cobertura vegetal.

El monitoreo de este ejemplar por más de 1 año evidenció la capacidad de esta especie en realizar un reconocimiento y mapeo de las áreas visitadas, determinando la selección o preferencia por determinados hábitats (100% áreas con cobertura vegetal).Independiente de la temperatura ambiente, las temperaturas del agua frecuentadas por el pez oscilaron entre los 26 – 28 °C (CROSSA, ROCHA y PINTO, 2003).

Durante el verano o período de seca, los 4 ejemplares monitoreados en esta región se localizaron en un canal o igarapé principal (sin vegetación), sin embargo y a pesar de tener acceso al río no permanecieron en el canal principal, confirmando inicialmente el carácter sedentario de la especie. Este individuo (al igual que otros 3 monitoreados en la zona) demostraron evitar las áreas de presión general de pesca y hasta los arreos (específicos para paiche) con los cuales habían sido capturados para su marcación (redes de enmalle) (CROSSA, ROCHA y PINTO, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la laguna "Imiria", que se ubica geográficamente en el Departamento de Ucayali, provincia de Corornel Portillo, Distrito de Masisea a 150 msnm entre las coordenadas UTM (WGS – 84/18S) Este 0576494 y Norte 9020114.

3.1.1. Condiciones climáticas

3.1.1.1. Ecología

Holdridge (1972), citado por ZAMORA C. 2009, establece en su diagrama bioclimático que ecológicamente que la laguna "Imiria" se encuentra en la formación vegetal de bosque húmedo tropical (Bht).

3.1.1.2. Humedad relativa

La humedad relativa anual media es de 84.24%, la que es favorecida por la evaporación que se produce en los numerosos cursos de aguas (UNU, 2011).

3.1.1.3. Temperatura

La temperatura promedio de la región es 26.44 °C. En los últimos cinco años se tuvo una media mensual de temperatura máxima de 31.62 °C,

mientras que la media mensual de temperatura mínima fue de 21.26 °C, en la ciudad de Pucallpa se han observado temperaturas máximas hasta de 41 °C (UNU, 2011).

3.1.1.4. Precipitación

La precipitación pluvial promedio regional anual es de 2344 mm. En la ciudad de Pucallpa es de 1752.8 mm anuales. En periodo húmedo el promedio (Invierno): enero, febrero, marzo y abril, Ciclo seco (verano): junio, julio y agosto (UNU, 2011).

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

- Brújula, Botella colectora, Bote deslizador (combustible y lubricantes), Wincha de (50 m), Disco secchi, Libreta de campo, Mochila de campo y GPS.

3.2.2. Equipos

- Kit de análisis de agua HANNA (parámetros: pH, CO_2, temperatura, O_2, alcalinidad, salinidad y dureza), Sistema de telemetría (ATS), Computadora portátil, Radiorreceptor multicanales (LOTEK), Cámara fotográfica HP 945.

3.2.3. Materiales Biológico

- Paiche *(Arapaima gigas* Cuvier).

3.3. Metodología

El trabajo de investigación ejecutado tiene la característica de ser descriptiva y correlacional.

3.3.1. Métodos de análisis

3.3.1.1. Metodología del análisis fisicoquímico de agua en la laguna Imiría

Las muestras de agua se analizaron con los siguientes métodos, tal como se muestran en el cuadro:

Cuadro 3. Metodologías en el análisis físico químico de agua

Característica físico química	Método de análisis
pH	Peachímetro
Transparencia	Disco de Secchi
CO_2	Base de valoración utilizando como indicador el fenolftaleína
O_2	Valoración del Ácido Modificado
Alcalinidad	Titulación del ácido con Fenolftaleína y azul de Bromofenol
Salinidad	Titulación
Dureza	Titulación EDTA (ácido etilendiaminotetra acético)

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, transparencia, CO_2, temperatura, O_2, alcalinidad, salinidad, dureza y profundidad), 2 veces al

mes en 5 puntos determinantes, siendo los principales parámetros limnológicos de la laguna Imiría. Las muestras se colectaron durante los meses de Junio a Setiembre del 2010 (estación seco o verano) y Octubre 2010 a Enero del 2011 (estación de lluvias o invierno), en este periodo el pulso de inundación comprende la transición de aguas altas a bajas y de bajas a altas, lo cual brindó información relevante de la laguna. Los lugares de muestreo seleccionados fueron los puntos donde se realizaron la siembra de paiche *(Arapaima gigas* Cuvier*)*, procedentes de las jaulas flotantes.

3.3.1.2. Seguimientos telemétricos del paiche (*Arapaima gigas* Cuvier)

Paralelo a este registro se realizaron seguimientos telemétricos de 6 ejemplares de paiche introducidos y 4 ejemplares de ambiente natural provistos de radio transmisores, los mismos que fueron estudiados durante ambas fases del pulso de inundación y de esta manera se registró su desplazamiento en su ambiente acuático.

Para los análisis cartográficos, nos servimos del programa ArcGis 9.3. Para ello partimos de una tabla inicial donde se representan los registros obtenidos en el campo durante los seguimientos, una vez transformados en coordenadas UTM. Seguidamente se determinó el área de estudio, digitalizando la superficie sobre un fondo compuesto por los mapas.

3.3.2. Análisis geo estadístico

Esta metodología permite el estudio de los fenómenos naturales, considerando la dependencia espacial que se presenta entre observaciones. Las interpolaciones se realizaron mediante el kriging ordinario con la extensión Geostatistical Analyst de ArcGis 9.3 (JOHNSTON *et al.,* 2001), partiendo de la incidencia observada de 80 muestras. Las variables en estudio fueron: alcalinidad (mg/L), CO_2 (mg/L), dureza (mg/L), pH, O_2 (mg/l), transparencia (cm), temperatura (°C) y salinidad (mg/Kg). Estos procedimientos permiten extender la información analítica procedente de puntos de muestreo a una superficie continua, elaborando mapas de distribución superficial de los niveles de concentración de estos elementos basándose en la variabilidad espacial entre observaciones. Cabe destacar a su vez que una variable regionalizada, es una variable distribuida en el espacio de forma que presenta una estructura espacial de correlación y relación espacial.

Estos métodos geo estadísticos sólo son óptimos si la variable de estudio sigue una distribución normal. Para determinar si la variable sigue una distribución se deben aplicar algunas de las pruebas de normalidad. Si a través de estas pruebas se concluye que la variable puede ser aceptada o se aproxima a una distribución normal, el problema se simplifica y se puede continuar con el análisis geo estadístico; de lo contrario, es necesario realizar una transformación de los datos que puede ser de raíz cuadrada o logarítmica (CARRERA, 1990).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De las características físico químicas y distribución espacial del análisis en la laguna Imiria

Los mapas raster obtenidos se presentan como una aproximación de la concentración de cada variable limnológicas en la laguna Imiria. Estos mapas muestran la distribución espacial de estas especies en las distintas áreas las mismas que son (marcadas con un color más intenso) los que presentan niveles más altos de concentración. La interpretación de los mapas obtenidos para cada elemento resulta valiosa solo a la hora de analizar cada variable por separado.

En el Cuadro 4 y las Figuras 1 y 2, se observa la distribución espacial de estas especies evaluadas. WURTZ y MASSER (2004) mencionan que la alcalinidad debe ser mayor a 20 mg $CaCO_3$/L, alcalinidades menores no son recomendadas ya que son aguas ácidas con una variación fuerte del pH en el día provocando estrés en el pez o muerte y el cual es corroborado por RIOFRIO, CLAVO, ZALDÍVAR y CONTRERAS, (2008) en la evaluación de recursos hídricos de la laguna Chauya donde se obtuvo una alcalinidad total 54.7 mg $CaCO_3$/L, demostrando de esta manera que el contenido de alcalinidad obtenido tanto en verano como en invierno en la Laguna Imiría, se

encuentran dentro de los rangos aceptables para el paiche, ya que los promedios obtenidos en verano fue de 54.00 a 98.00 mg $CaCO_3$/L y en invierno de 36 a 84.0 mg$CaCO_3$/L (media general 66.93 mg $CaCO_3$/L).

Cuadro 4. Variación de la alcalinidad en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	73.10	60.43
Error típico	1.69	1.84
Mediana	72.00	60.00
Moda	63.00	72.00
Desviación estándar	10.69	11.66
Varianza de la muestra	114.30	135.84
Curtosis	-0.39	-0.79
Coeficiente de asimetría	0.52	-0.01
Rango	44.00	48.00
Mínimo	54.00	36.00
Máximo	98.00	84.00
Suma	2924.00	2417.00
Cuenta	40.00	40.00

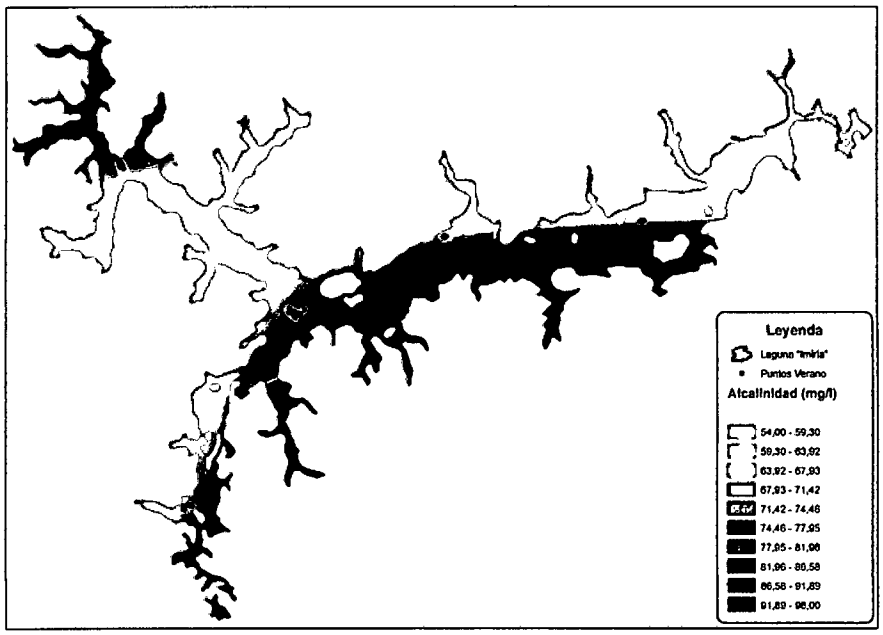

Figura 1. Mapa de alcalinidad en verano

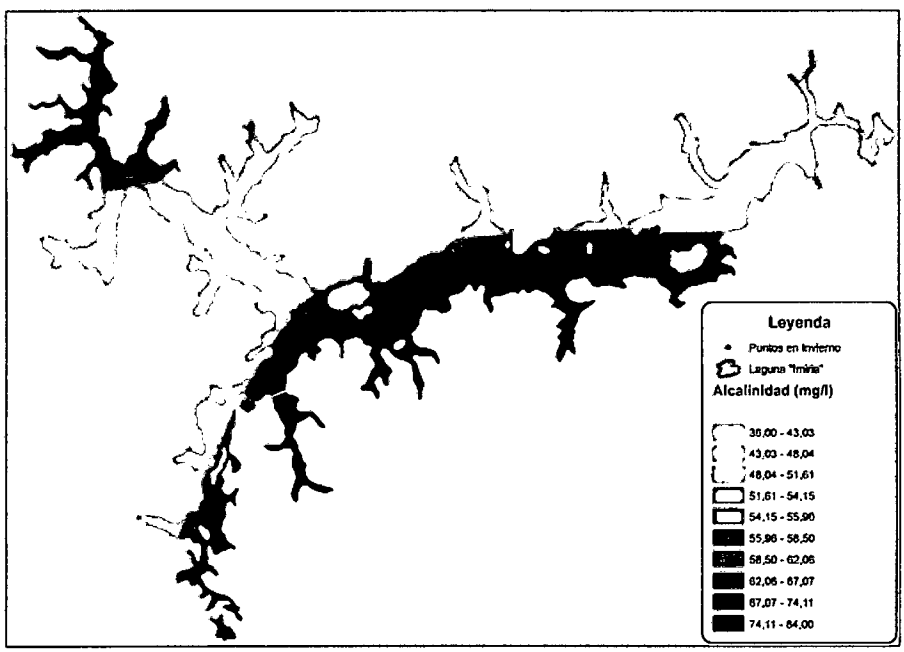

Figura 2. Mapa de alcalinidad en invierno

El Cuadro 5 y las Figuras 3 y 4 muestran cómo afecta el contenido de CO_2 y su distribución espacial de estas especies; donde observamos que el

contenido de CO_2 en verano es mayor que en invierno y si lo relacionamos con la temperatura, (mayor temperatura mayor contenido de CO_2), la misma que no varía lo mencionado por WURTZ y MASSER (2004) quienes mencionan que el dióxido de carbono es un componente que se encuentra disuelto en el agua originado por la descomposición de la materia orgánica, por la respiración de los animales y las plantas y por el agua de lluvia, teniendo por conocimiento que a mayor temperatura mayor descomposición, habiendo una interrelación entre estos componentes, tal como lo demuestras los rangos obtenidas en campo (variación en verano fue de 13.4 a 38 mg/L y en invierno varió entre 12 y 28 mg/L, teniendo como media general de 16.80 mg/L.

Cuadro 5. Variación del CO_2 en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	16.84	16.76
Error típico	0.71	0.57
Mediana	15.35	15.50
Moda	15.00	14.00
Desviación estándar	4.47	3.59
Varianza de la muestra	20.02	12.90
Curtosis	13.09	2.10
Coeficiente de asimetría	3.28	1.56
Rango	24.60	16.00
Mínimo	13.40	12.00
Máximo	38.00	28.00
Suma	673.50	670.40
Cuenta	40.00	40.00

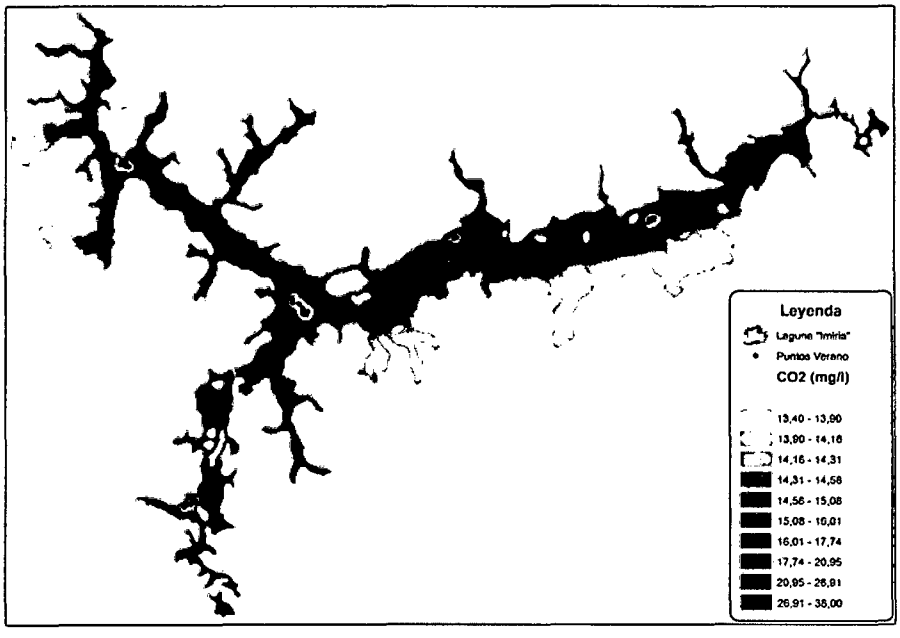

Figura 3. Mapa de CO_2 en verano

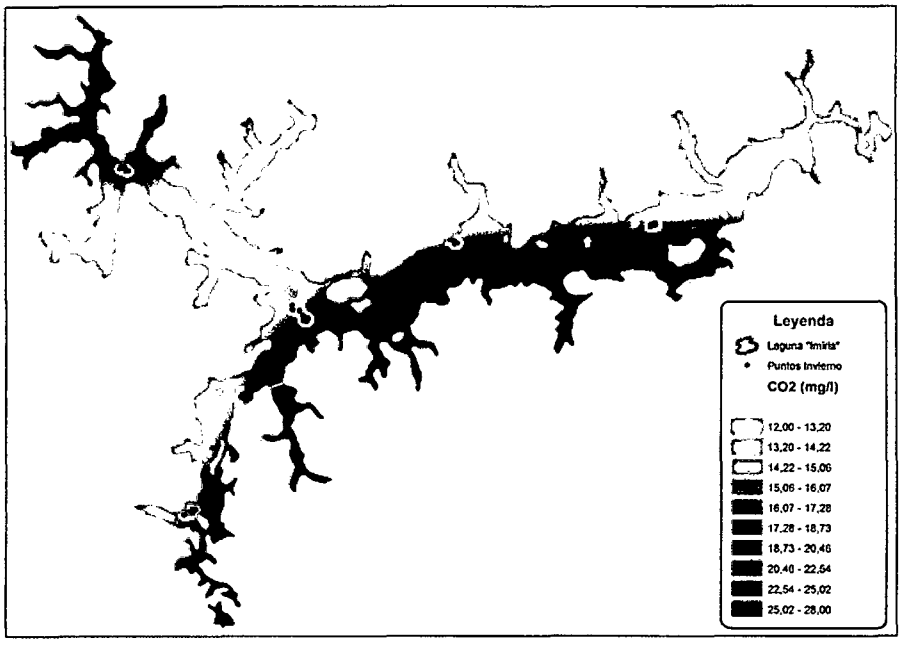

Figura 4. Mapa de CO_2 en invierno

El Cuadro 6 y las Figuras 5 y 6 muestran los rangos de dureza y su efecto en la distribución espacial de las especies. De acuerdo a lo mencionado

por POPMA y MASSER (1999) indican que las especies de agua dulce requieren aguas blandas no mayores a 80 mg/L, y las especies marinas requieren aguas duras, teniendo en cuenta que los valores recomendados para la dureza son los mismos que para la alcalinidad no difiriendo mucho de lo mencionado por ESPINO (2009), quien da a conocer que la dureza y alcalinidad están en intervalos de 20 a 300 mg/L, si ambos son bajas pueden ser limitantes y las aguas más productivas son aquellas que tienen la misma concentración aproximadamente, comparando lo expuesto por estos autores nos da que las medias tanto para la alcalinidad como la dureza (datos obtenidos en campo) vienen a resultar aguas considerablemente productivas, en las dos estaciones del año.

Cuadro 6. Variaciones de dureza en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	49.05	55.33
Error típico	3.50	1.44
Mediana	57.00	55.00
Moda	60.00	60.00
Desviación estándar	22.13	9.08
Varianza de la muestra	489.58	82.43
Curtosis	-1.11	1.00
Coeficiente de asimetría	-0.06	-0.27
Rango	74.50	45.00
Mínimo	15.50	30.00
Máximo	90.00	75.00
Suma	1961.90	2213.00
Cuenta	40.00	40.00

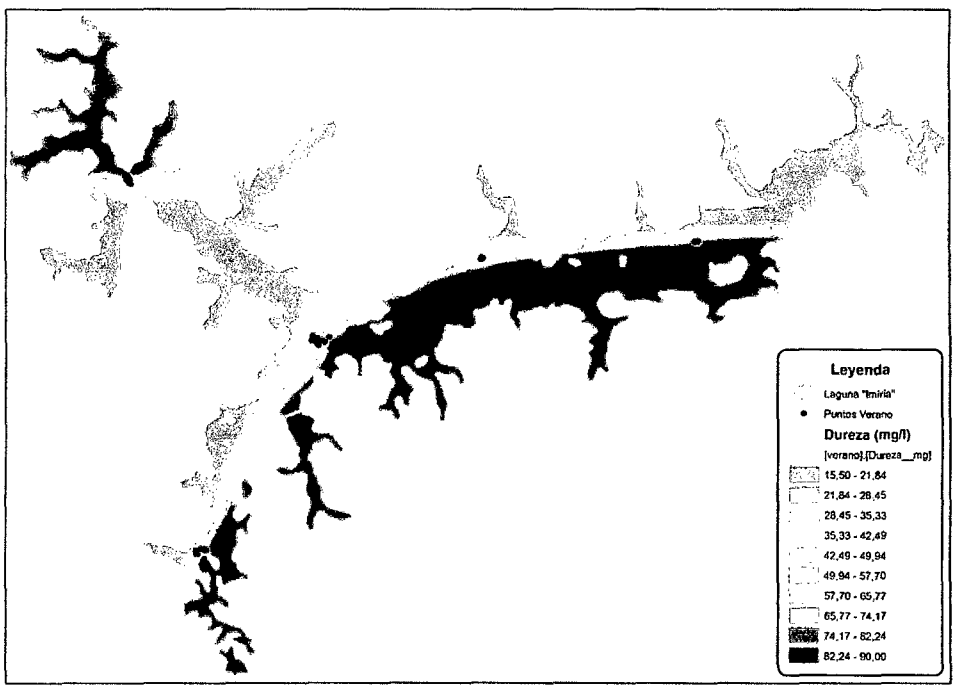

Figura 5. Mapa de dureza en verano

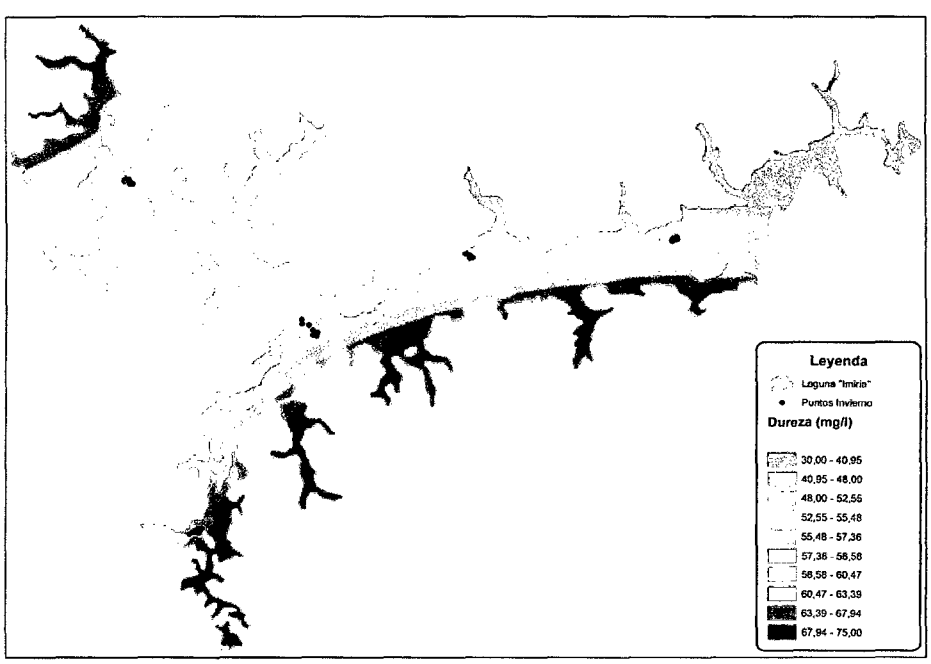

Figura 6. Mapa de dureza en invierno

El Cuadro 7 y las Figuras 7 y 8 muestran los contenidos de oxígeno disuelto y su efecto en la distribución espacial. KUBITZA (2000) menciona que la disposición de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua cálida es menor ya que esta tiene una relación inversa a la temperatura (mayor temperatura menor disponibilidad de oxígeno) contradiciendo esta teoría, ya que los datos obtenidos en campo nos muestran una mayor concentración de oxigeno en verano destacando que los datos de oxigeno tomados a mayor temperatura nos muestran mayor oxigenación, (datos de oxígeno en verano es de 2.64 a 5.74 mg/L y en invierno varia de 1.94 a 4.54 mg/L). Fuera de todo ello tenemos por conocimiento, según lo mencionado por TCA, IIAP y FAO (1999), el paiche tiene respiración aérea en gran parte a través de la vejiga natatoria, por lo que es independiente de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Sin embargo, el oxígeno disuelto en el agua es importante para el proceso respiratorio de los peces que se utilizan como alimento del paiche, sobre todo cuando se recurre al cultivo predador – presa.

Cuadro 7. Variación del oxígeno disuelto en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	4.00	3.08
Error típico	0.14	0.10
Mediana	3.69	2.84
Moda	3.54	2.64
Desviación estándar	0.87	0.64
Varianza de la muestra	0.76	0.41
Curtosis	-0.78	-0.64
Coeficiente de asimetría	0.46	0.60
Rango	3.10	2.60
Mínimo	2.64	1.94
Máximo	5.74	4.54
Suma	160.13	123.12
Cuenta	40.00	40.00

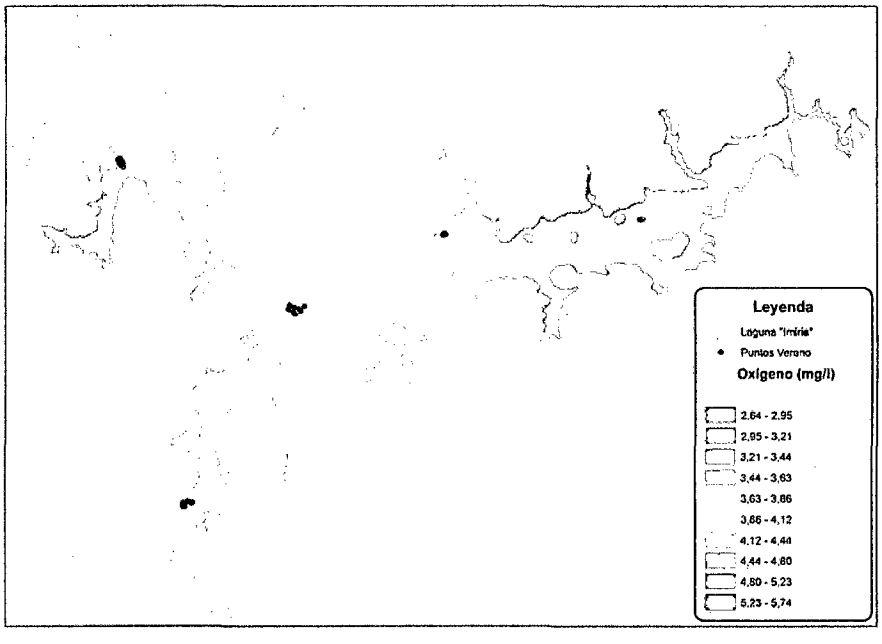

Figura 7. Mapa de oxígeno en verano

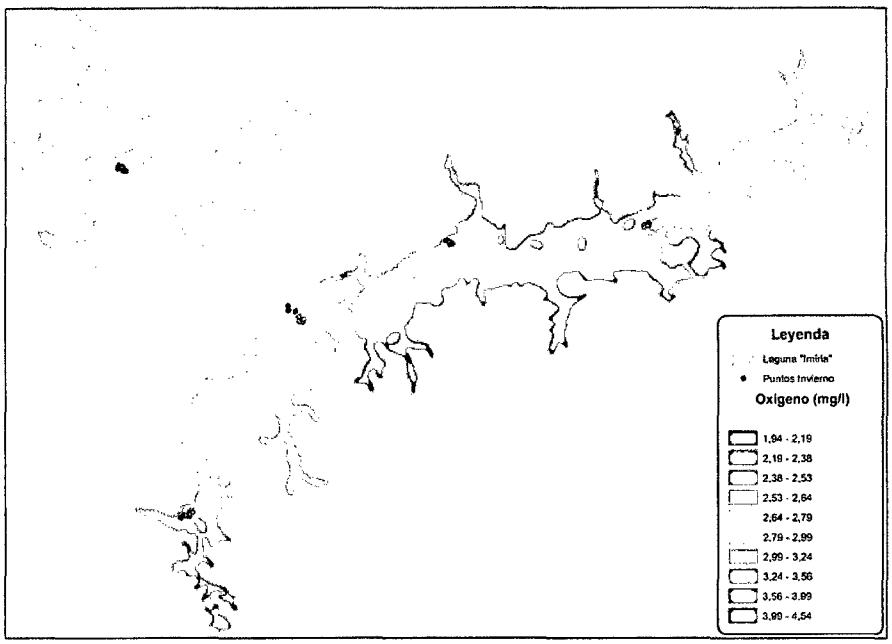

Figura 8. Mapa de oxígeno en invierno.

En el Cuadro 8 y las Figuras 9 y 10 se observa las variaciones del pH y su efecto en la distribución espacial. El contenido de pH en invierno es mayor, varia de 5.93 a 8.03 y en verano varia de 5.93 a 7.53 estos resultados se encuentran dentro de los rangos permisibles según lo señalado POPMA y MASSER (1999) y ESPINO (2009) quienes nos dicen que el rango óptimo del pH está de 6.5 a 9 rangos fuera de este son perjudiciales para los peces causando alteraciones el metabolismo del pez, y provocando daños epiteliales, inmune supresión (daños o debilitamiento en el sistema inmune). El pH en verano disminuye a diferencia de los demás parámetros en estudio, difiriendo con lo mencionado por KUBITZA (2000) el cual nos dice que el pH del agua natural es fuertemente influenciado por la concentración del dióxido de carbono que actúa como una sustancia ácida debido a que el fitoplancton y todas las plantas acuáticas fijan el dióxido de carbono durante el día y contribuyen a su

incremento durante la noche (en los datos obtenidos el dióxido de carbono presenta un mayor aumento en verano).

Cuadro 8. Variaciones del pH en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	6.96	6.77
Error típico	0.07	0.08
Mediana	7.10	6.79
Moda	7.30	6.94
Desviación estándar	0.44	0.54
Varianza de la muestra	0.20	0.29
Curtosis	-0.31	-0.34
Coeficiente de asimetría	-0.84	0.49
Rango	1.60	2.10
Mínimo	5.94	5.94
Máximo	7.54	8.04
Suma	278.23	270.96
Cuenta	40.00	40.00

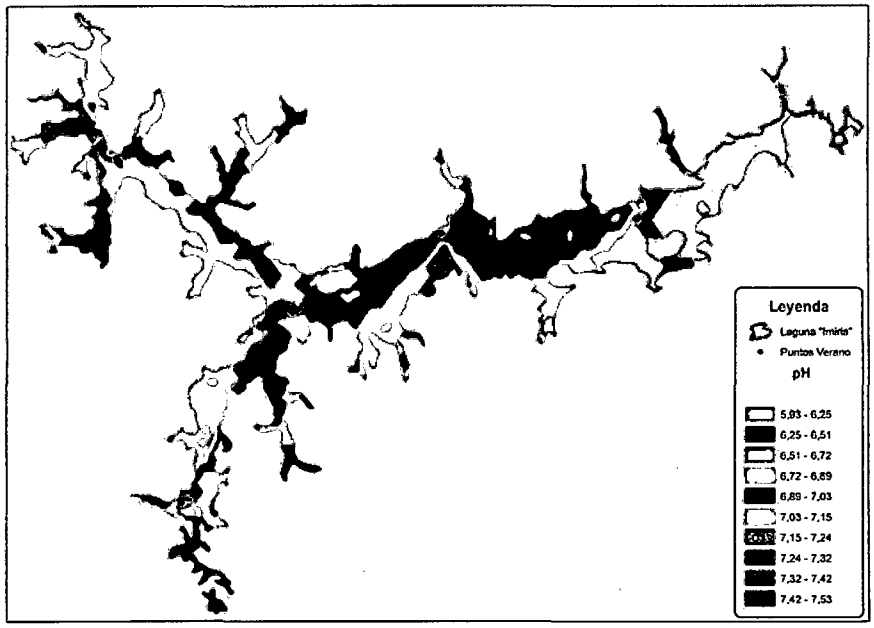

Figura 9. Mapa de pH en verano

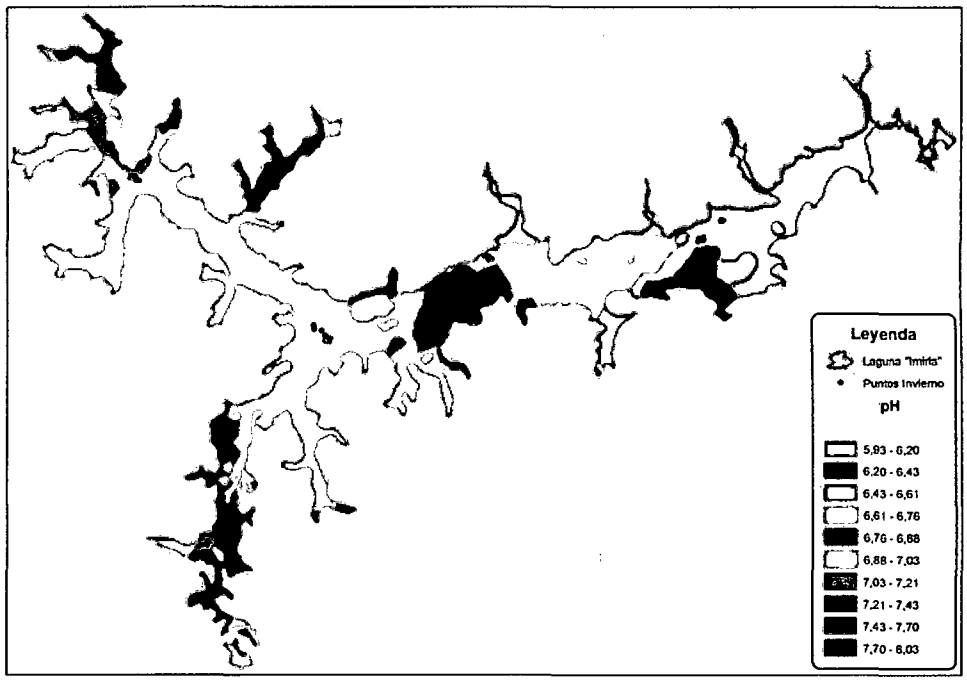

Figura 10. Rangos de pH en invierno

En el Cuadro 9 y las Figuras 11 y 12 se muestran las variaciones de la temperatura y su efecto en la distribución espacial. La temperatura en la

laguna Imiría presenta rangos de 23.10 a 33.8 ºC en verano y de 26.8 a 31.2 ºC en invierno (media general de 28.91 ºC), comparando con lo mencionado por los siguientes autores quienes ponen en conocimiento, según REDVET (2006) las especies de aguas cálidas soportan rangos de temperatura de 23 a 31 ºC, y concuerda con señalado por BOYD (1991) quien nos dice que la temperatura del agua de los ambientes naturales donde se desarrolla la especie varía entre 25 y 32 °C, al igual que POPMA y MASSER (1999) quien indica que el paiche es una especie oriunda de las cuencas Amazónica con clima tropical lluvioso y temperatura ambiental media anual próxima a 28 °C, es decir, que los datos de temperatura obtenidos en campo se encuentran dentro de lo establecido por estos autores.

Cuadro 9. Variaciones de temperatura estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	29.22	28.57
Error típico	0.50	0.18
Mediana	30.20	28.50
Moda	29.90	28.50
Desviación estándar	3.14	1.15
Varianza de la muestra	9.84	1.31
Coeficiente de asimetría	-0.78	0.49
Mínimo	23.10	26.20
Máximo	33.80	31.20
Suma	1168.80	1142.60
Cuenta	40.00	40.00

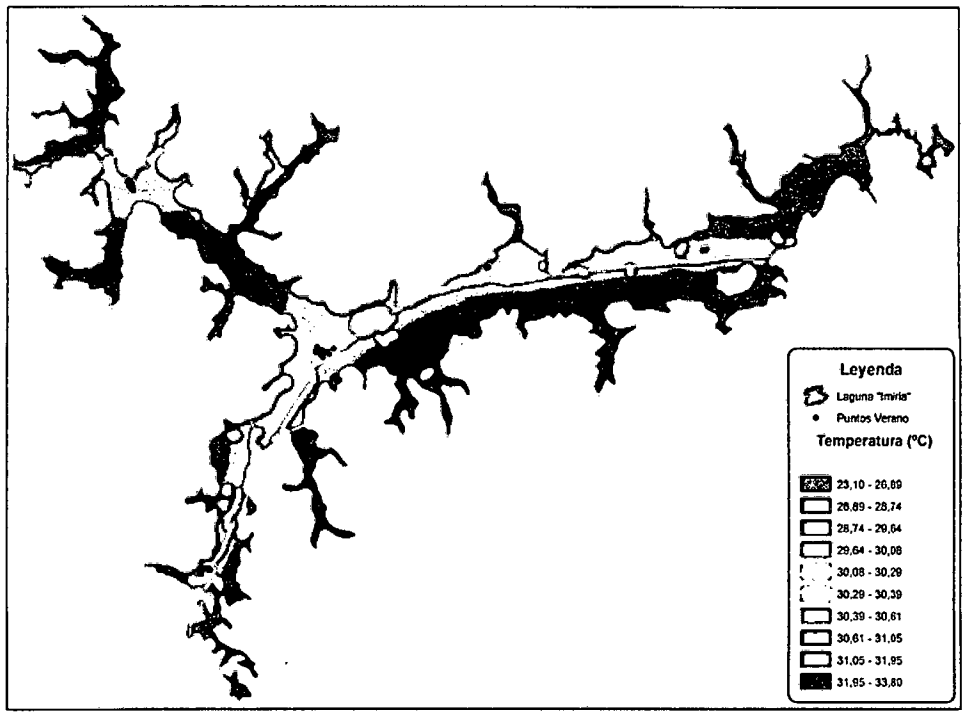

Figura 11. Mapa de temperatura (°C) en verano

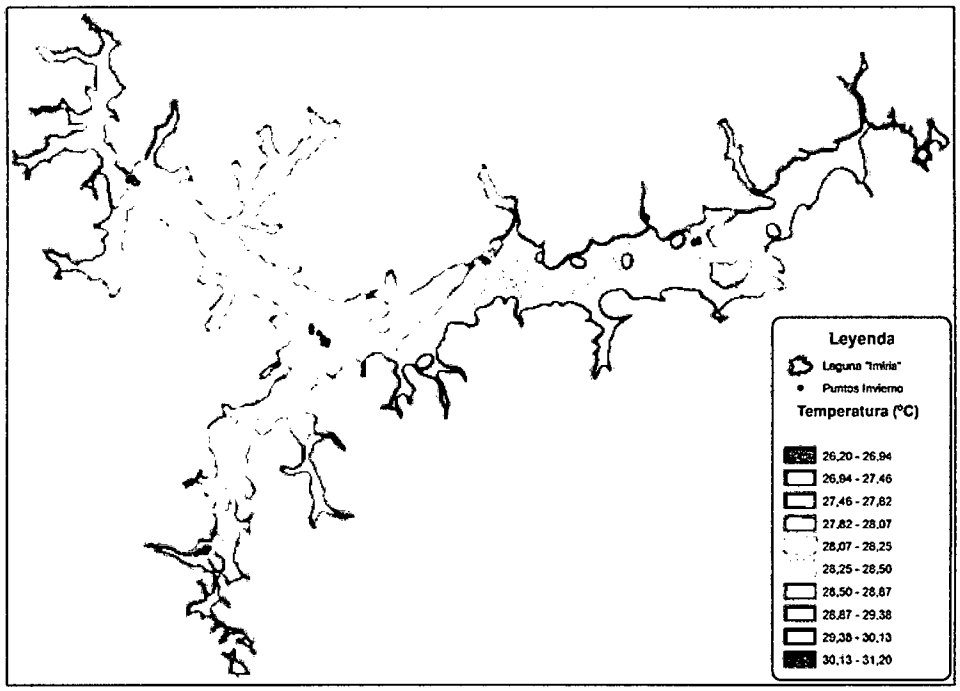

Figura 12. Mapa de temperatura (°C) en invierno

El Cuadro 10 y las Figuras 13 y 14 muestran los rangos de transparencia y su efecto en la distribución espacial en la laguna Imiría. La transparencia en verano es mayor varia de 45 a 90 cm y en invierno disminuye, varia de 14 a 60 cm, de acuerdo a BOYD (1991), estas variaciones se explican porque este parámetro se encuentra directamente relacionado a la cantidad de sólidos en suspensión, los mismos que en invierno son arrastrados en mayor cantidad que en verano desde las cabeceras de los ríos Ucayali y Tamaya.

Cuadro 10. Transparencia en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	69.73	31.78
Error típico	1.99	1.90
Mediana	70.00	28.50
Moda	70.00	25.00
Desviación estándar	12.59	12.04
Varianza de la muestra	158.51	145.05
Curtosis	-0.87	-0.52
Coeficiente de asimetría	-0.32	0.61
Rango	45.00	46.00
Mínimo	45.00	14.00
Máximo	90.00	60.00
Suma	2789.00	1271.00
Cuenta	40.00	40.00

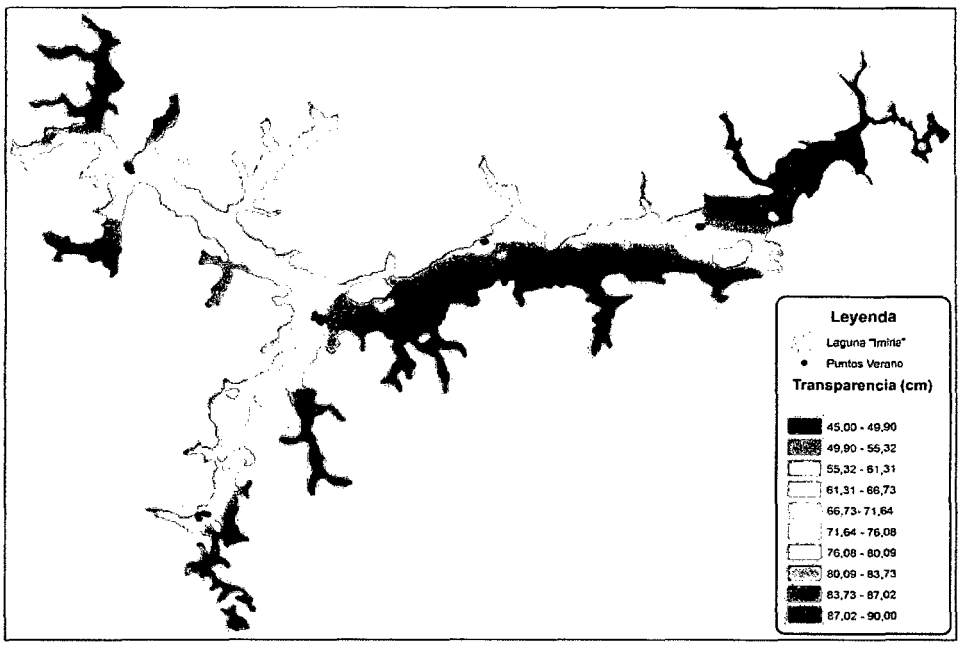

Figura 13. Mapa de transparencia (cm) en verano

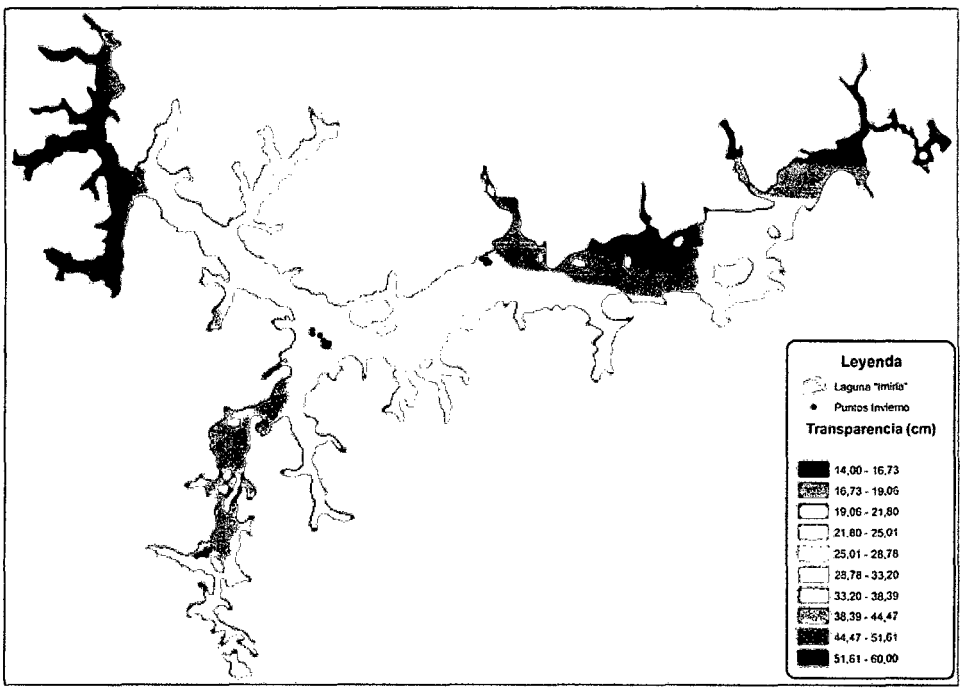

Figura 14. Mapa de transparencia (cm) en invierno

En el Cuadro 11 y las Figuras 15 y 16 se aprecian las variaciones de salinidad en la laguna Imiría y su efecto en la distribución espacial. Los

valores encontrados en el lago tuvieron un ligero incremento en verano varia de 0.8 a 1.6 g/L y en invierno disminuye de 0.4 a 1.6 g/L (media general 1.13 g/l). Estos resultados se encuentran entre los rangos permisibles de acuerdo a lo indicado REDVET (2006) quien pone en conocimiento que las aguas dulces pueden tener normalmente de 0.5 a 1.5 g/L aunque estos datos son variables. Menciona también que la salinidad disminuye las concentraciones de oxígeno, a mayor salinidad menor oxígeno.

Cuadro 11. Variaciones de salinidad en las estaciones de verano e invierno

Estadística descriptiva	Estación	
	Verano (mg/L)	Invierno (mg/L)
Media	1.30	0.97
Error típico	0.05	0.05
Mediana	1.30	0.80
Moda	0.80	0.80
Desviación estándar	0.35	0.30
Varianza de la muestra	0.12	0.09
Curtosis	-1.25	-0.14
Coeficiente de asimetría	-0.29	0.22
Rango	1.00	1.20
Mínimo	0.80	0.40
Máximo	1.80	1.60
Suma	52.00	38.60
Cuenta	40.00	40.00

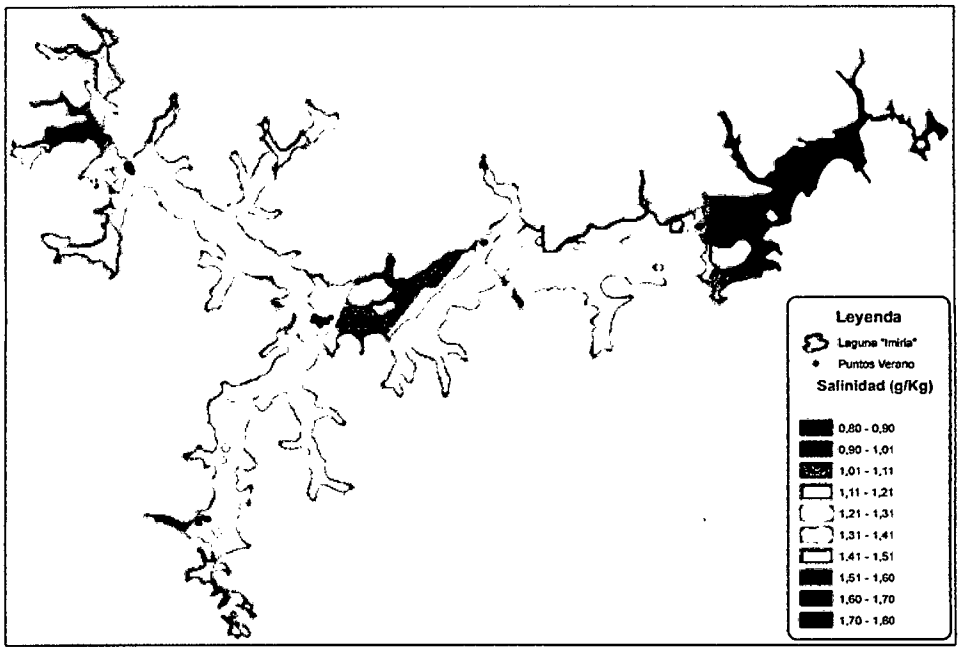

Figura 15. Variación de salinidad (mg/L) en verano

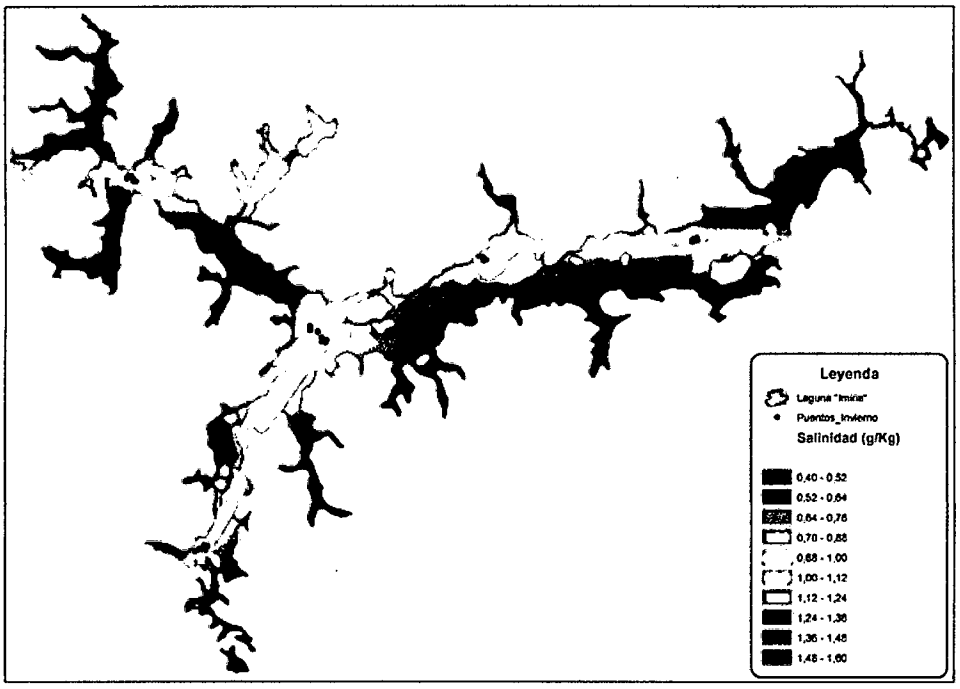

Figura 16. Rangos de salinidad (mg/L) en invierno

4.2. Del desplazamiento del paiche (*Arapaima gigas* Cuvier) en las estaciones de verano e invierno en la laguna Imiria

En el Cuadro 12 y la Figura 17 muestra el resultado del proceso de vectorización para el cálculo del área partir del seguimiento telemétrico de 6 paiches en cautiverio y 4 paiches de ambiente natural. El área total que cubrieron los paiches en la estación de verano fue de 7.165 ha (promedio de 0.717 ha), superior con el área que cubrieron en la estación de invierno con 1.5 ha (promedio 0.15 ha), es decir, que los paiches cubren mayor área en estaciones secas, difiriendo de esta manera con lo expuesto por CROSSA, ROCHA y PINTO, (2003), quienes mencionan que el paiche cubren mayor área cuando incrementa el nivel del río, confirmando de esta manera el carácter sedentario de la especie.

En la Figura 18 se presenta la distribución espacial de los 10 paiches indicando su localización. En el seguimiento de estos individuos se observó la superposición de las áreas cubiertas tanto en la estación de verano (color amarillo) como en la de invierno (color fucsia).

Cuadro 12. Desplazamiento del paiche

Código del Pez	Procedencia	Estación	
		Área cubierta en verano (Ha)	Área cubierta en invierno (Ha)
164/023 C	Cautiverio	0.597	0.024
164/104 C	Cautiverio	0.498	0.039
164/214 C	Cautiverio	0.674	0.098
164/304 C	Cautiverio	0.791	0.096
164/386 C	Cautiverio	0.266	0.107
164/404 C	Cautiverio	1.654	0.083
164/046 N	Ambiente natural	1.089	0.621
164/114 N	Ambiente natural	0.178	0.036
164/124 N	Ambiente natural	0.191	0.129
164/235 N	Ambiente natural	1.227	0.267
Promedio		0.717	0.15
Total		7.165	1.5

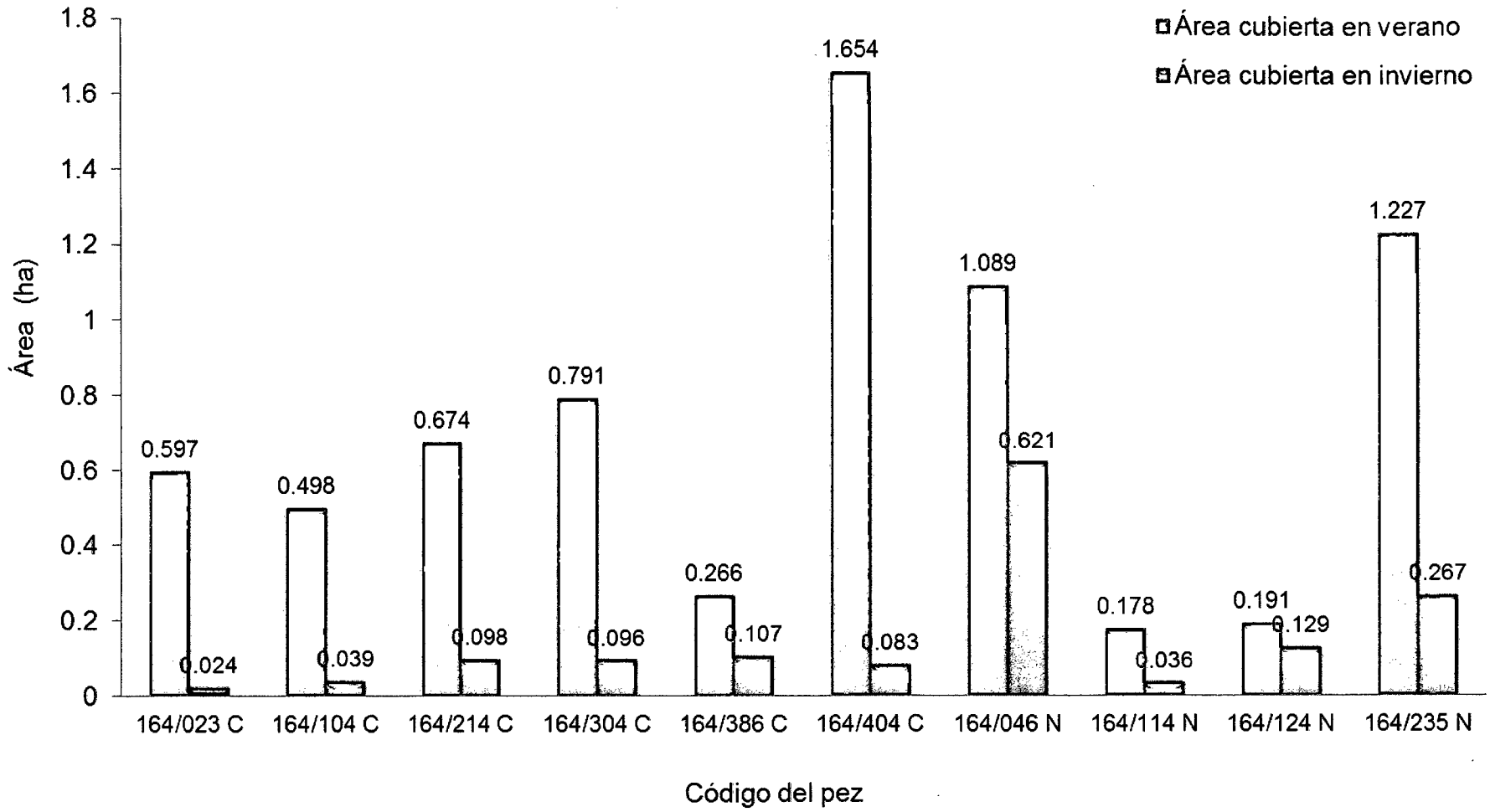

Figura 17. Área cubierta por el paiche (*Arapainagigas* Cuvier) en estaciones de verano e invierno.

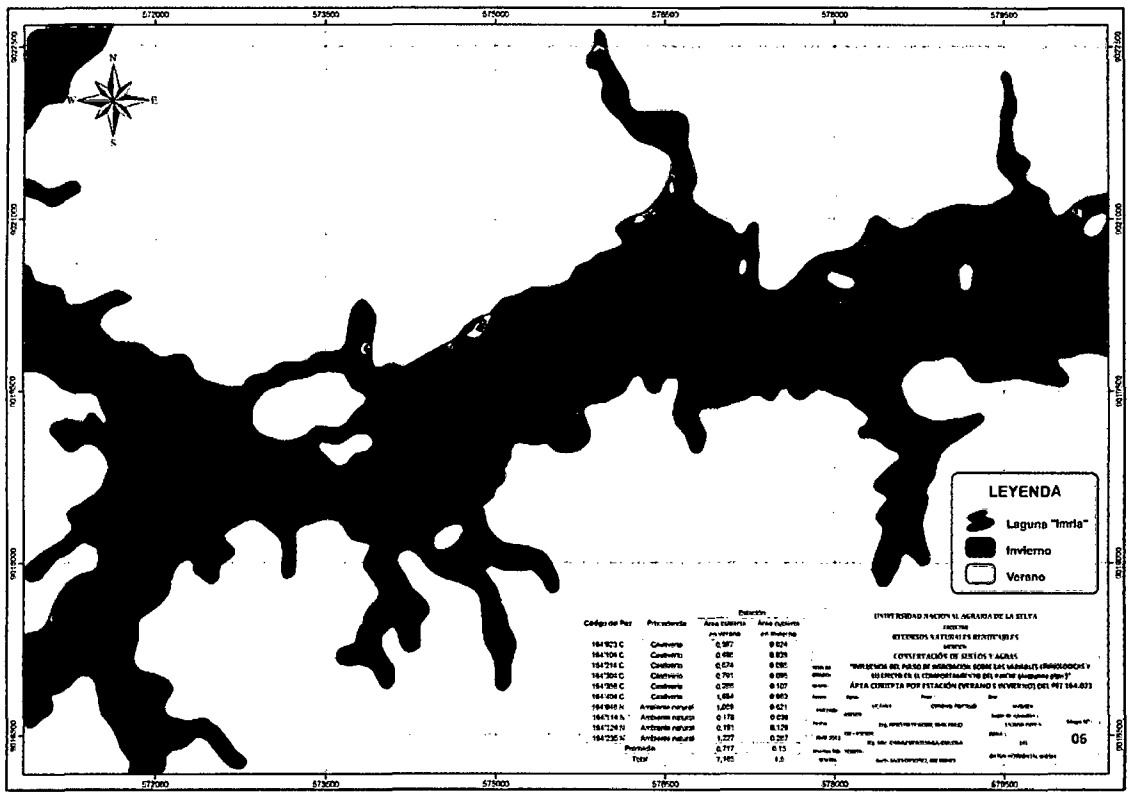

Figura 18. Área cubierta por los paiches en verano e invierno.

V. CONCLUSIONES

1. Durante la estación de verano o periodo seca (junio a setiembre 2010), los parámetros como CO_2, dureza, oxígeno, temperatura, transparencia y salinidad muestran ser mayores, mientras que el pH disminuyó. La disminución de las concentraciones de estos parámetros en invierno o periodo de lluvias (octubre 2010 a enero 2011), serian por efecto de la dilución que ocurre con el ingreso de las aguas durante la creciente, todo esto como consecuencia de la dinámica de nutrientes ocurrida por el pulso de inundación.

2. La distribución espacial de los paiches en la estación de verano cubrieron mayor área con un máximo de 1.654 ha mientras que en la estación de invierno cubrieron un área máxima de 0.621ha. Asimismo un mayor desplazamiento realizado fue en estación de verano, y en la estación de invierno (transparencia), esta especie busca zonas poco accesibles o aguas blancas para su autoprotección.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis de agua de otros parámetros limnológicos como conductividad eléctrica, nitritos, nitratos, entre otros, para un mejor enfoque y complementar estos tipos de trabajos de investigación, además de ello, todos los equipos a utilizarse sean los más adecuados y precisos.

2. Generar una base de datos de territorialidad a través de seguimientos telemétricos en otras especies de la amazonia para conocer sus comportamientos en ambientes naturales de manera que nos permitan dar un mejor manejo en los cuerpos de agua y difundir los resultados.

3. Sensibilizar a los pobladores del distrito de Masisea, en temas de conservación de ictiofauna en la amazonia.

ABSTRACT

This research was realized in the Lake Imiría, located in the distric of Masisea, in the province Coronel Portillo, in the region Ucayali. This lake has one of the most emblematic species of the Amazon, such as paiche *Arapaima gigas* Cuvier, who was for decades the source of local, regional and national protein. Now this species is presented in the appendix II of the International Convention of the Traffic of Amenazadas Species (CITES), due to the high pressure of fish that endure its habitat. In this regard, with the objective to evaluate the influence of the flood pulse on the limnological variables and their effect on the movement of the Paiche, a study was realized from june 2010 till january 2011 in which two activities were realized. The first activity was to get two samples per month in five established stations to analyze the water and during this time the records of the parameters were obtained. The values were: transparency (45 to 90 cm in the summer and 1.94 to 4.54 mg/L in the winter), CO_2 (13.4 to 38 mg/L in the summer and 12 to 28 mg/L in the winter), the alkalinity (54 to 98 mg/L in the summer and 36 to 84 mg/l in the winter), hardness (15,5 to 90,0 mg/L in the summer and 30 to 75 mg/L in the winter), pH (5.93 to 7.53 in the summer and 5.93 to 8.03 in the winter), temperature (23.10 to 33.8 °C in the summer and 26,8 to 31.2 ºC in the winter), and salinity (0.8 to 1.6 g/L in the summer and 0.4 to 1.6 g/L in the winter), presenting a decrease in the winter seasonof most parameters except for pH, this would be a result of the dilution effect that occurs with the entry of water during the flood, all as a result

of nutrient dynamics occurred by the flood pulse. The second realized activity was the obtainment of telemetric monitoring taken Twice a month to determinate the area covered by the fish in the summer and winter periods. Determined that there is a greater shift in summer, this may be due mainly to an increase of suspended solids in the winter (transparency), since this species for areas inaccessible or whitewater for self-protection.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYLEY, P. y SPAKS, R. 1989. The Flood Pulse Concept In River - Floodplain Systems. 110- 127. IN. D. P. Dodge [ed.] Proccedings of the Internacional Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106.

BOYD, C. 1991. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxygen production in aquaculture ponds In: D.E. Brune and J.R. Tomasso, eds., Aquaculture and Water quality, advances in world aquaculture, Volume 3, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. p. 363-395.

CROSSA, M, ROCHA, W y PINTO, E, 2003. Investigación participativa. Una experiencia promisora para el subsidio de programas de manejo del Pirarucu (*Arapaima gigas cuvier*) en el bajo Amazonas. IIAP. Iquitos. Perú. 163 pág.

CITES, 2011. Lista roja de especies en extinción. [En línea]: (http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/1991/0, documentos, 30 de Junio del 2011).

ESPINO, G. 2009. Aspectos físico químicos que determinan la calidad del agua. DICTUS Universidad de Sonora. 01-22 pág.

KUBITZA, F. 2000. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamentodaproduçao, manejo nutricional e alimentar e sanidade. Panorama da acuicultura Vol 10N 59. Brasil.

MELACK, J., AND FORSBERG, 2001. Biogeochemistry of Amazon Floodplain Lakes and Associated Wetlands. GOREL. Iquitos. Perú. 235-274 pág.

PALMEIRA (1994) e INBIRIBA (1994) citados por TCA, IIAP y FAO, 1999. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas cuvier*). Tratado de cooperación Amazónico. Caracas. Venezuela. 35 pág.

PONCE, R. 2006. Capítulo III La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura In: Rodríguez, Victoria, Carrillo (eds). Fundamentos de acuicultura continental. Inpa. p.43-73. Colombia. ISBN (958-9356-06-0).

POPMA y MASSER (1999), Limnología colombiana. BP Exploration Company,Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia.

PRODUCE (2010). Evaluación de los Recursos Hídricos en las Regiones de Pasco, Ayacucho, Cuzco, Puno y Ucayali. Ministerio de Producción. 105 pág.

REDVET (2006).Calidad del agua y mantenimiento de acuarios. Revista Electrónica de Veterinaria Redvet. Vol 6 No. 8. 11 pág. [En línea]:

(www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080505.html, documentos, 05 de Mayo del 2011).

RIOFRIO J., CLAVO, M., ZALDÍVAR, J. y CONTRERAS, G., 2008. Aportes al conocimiento y caracterización limnológica de la Laguna Chauya (Distrito Masisea, Ucayali, Perú). PRODUCE. Ucayali. Perú. 66-78 pág.

SUGA, 2009. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas loticos de la llanura pampeana argentina a partir del empleo de diatomeas. Biología Acuática, 21: 31-49.

TCA, IIAP y FAO, 1999. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas cuvier*). Tratado de cooperación Amazónico. Caracas. Venezuela. 35 pág.

UNU, 2011. Data Meteorológica del Distrito de Masisea. Pucallpa. Perú.

WURTZ, W. A. and MASSER, P. 2004. Liming ponds for aquaculture. SRAC publications No 4100. 6 pág.

ZAMORA C. 2009. Diagrama Bioclimático de Zonas de Vida del Sistema Holdridge, 2009. [En línea]: (http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=128l, documentos, 26 de Junio del 2011).

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Cuadros

Cuadro 13. Análisis físico químico en la laguna Imiria

N°	Este	Norte	Salinidad (g/Kg)	Dureza (mg/l)	CO_2 (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Oxigeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Transparencia (cm)	pH	Altura del Agua (m)	Descripción
1	567920	9022243	1.7	37.6	14.5	90.0	3.3	30.8	70	7.3		Buenos Aires
2	572182	9018633	1.6	20.4	13.4	68.0	3.6	33.8	70	7.4		Nuevo Loreto
3	569492	9013909	1.3	20.3	14.4	55.0	3.6	33.5	80	7.2	1.98	Flor del Imiría
4	575933	9020530	1.5	19.4	14.5	64.0	4.7	33.3	80	7.3		Caimito
5	580788	9020924	1.8	27.1	17.6	61.0	5.6	32.9	80	7.3		Bella Flor
6	567956	9022302	1.8	25.3	14.8	98.0	3.2	30.7	60	7.2		Buenos Aires
7	572227	9018587	1.5	15.5	13.4	68.0	3.7	32.3	70	7.1		Nuevo Loreto
8	569450	9013989	1.6	17.2	14.7	63.0	3.5	32.7	70	7.3	1.85	Flor del Imiría
9	575921	9020537	1.4	16.9	14.3	72.0	5.0	32.5	70	7.2		Caimito
10	580787	9020928	1.7	29.6	17.8	67.0	5.7	31.8	60	7.1		Bella Flor
11	567838	9022398	1.6	35.3	13.6	94.0	3.1	25.4	50	7.1		Buenos Aires
12	572062	9018701	1.8	22.1	14.5	76.0	3.5	25.8	60	7.3		Nuevo Loreto
13	569559	9014037	1.4	19.6	13.6	68.0	4.3	24.9	70	7.0	1.81	Flor del Imiría
14	575934	9020529	1.7	23.2	15.7	67.0	5.1	25.3	50	7.3		Caimito
15	580788	9020924	1.3	25.4	16.7	63.0	5.2	25.1	70	7.2		Bella Flor
16	567886	9022425	1.6	90	18	72.0	4.6	23.4	60	7.3		Buenos Aires
17	572094	9018804	1.2	84	16	66.0	5.0	23.3	50	7.2		Nuevo Loreto
18	569455	9013918	1.3	67	15	78.0	4.5	--	--	7	1.77	Flor del Imiría
19	575931	9020537	1.6	87	38	66.0	2.8	23.3	70	7.5		Caimito
20	580797	9020922	1.2	84	14	78.0	5.6	23.1	50	7.4		Bella Flor
21	567935	9022364	0.8	48	14	54.0	4.0	29	90	6.1	0.94	Buenos Aires

22	572206	9018742	0.8	66	17	90.0	3.1	29.9	85	6.3		Nuevo Loreto
23	569620	9014033	0.8	66	22	87.0	2.6	28.6	50	6.0		Flor del Imiría
24	575978	9020557	0.8	54	18	63.0	3.4	30.4	83	6.5		Caimito
25	580866	9020919	0.8	60	17	72.0	3.5	30.3	65	6.5		Bella Flor
26	567966	9022217	0.8	57	22	75.0	2.6	30.1	90	6.0		Buenos Aires
27	572322	9018699	1.2	60	21	81.0	3.3	30.2	85	6.7		Nuevo Loreto
28	569638	9014006	1.6	72	28	90.0	2.9	30.3	75	7.4	0.42	Flor del Imiría
29	575926	9020554	1.2	57	17	84.0	4.0	30.4	83	7.5		Caimito
30	580797	9020910	1.6	54	18	81.0	5.3	29.9	65	6.5		Bella Flor
31	572462	9018776	1.2	57	14	84.0	4.4	30.2	83	7.3		Buenos Aires
32	567863	9022312	0.8	57	15	75.0	3.5	30.3	82	7.0		Nuevo Loreto
33	569688	9014006	0.8	66	15	84.0	3.1	29.9	85	6.7	0.43	Flor del Imiría
34	575971	9020544	1.6	57	15	75.0	4.4	29.9	65	6.8		Caimito
35	580807	9020908	1.2	60	16	63.0	3.9	30.2	50	6.4		Bella Flor
36	567895	9022362	1.2	60	15	69.0	3.5	30	80	6.9		Buenos Aires
37	572365	9018662	1.2	54	15	66.0	3.6	30.6	80	7.0		Nuevo Loreto
38	569647	9014023	0.8	60	18	75.0	3.6	30.7	65	6.7	0.32	Flor del Imiría
39	575916	9020536	1.2	63	16	72.0	4.1	30.2	73	6.4		Caimito
40	580879	9020942	0.8	72	16	63.0	4.1	30.3	45	5.9		Bella Flor
41	567892	9022353	0.8	60	20	72.0	2.4	28,5°	60	6.9		Buenos Aires
42	572269	9018732	0.8	54	14	72.0	4.0	27,7°	30	6.7		Nuevo Loreto
43	569604	9014045	0.8	75	14	78.0	2.5	27,6°	50	6.7	0.28	Flor del Imiría
44	575950	9020460	0.8	72	14	84.0	2.6	28,9°	25	7.5		Caimito
45	580693	9020938	0.4	60	15	66.0	3.4	28,5°	14	6.3		Bella Flor
46	567891	9022338	1.2	51	15	60.0	3.8	29.5	55	7.7	0.33	Buenos Aires
47	572270	9018736	1.2	60	14	51.0	4.1	29.3	45	8.0		Nuevo Loreto

48	560462	9013999	0.8	66	16	72.0	4.0	30.5	45	7.6		Flor del Imiría
49	575957	9020466	1.2	51	18	72.0	4.5	29.8	25	7.4		Caimito
50	580780	9020938	0.8	48	17	69.0	4.0	28.8	18	7.8		Bella Flor
51	567867	9022290	1.2	54	17	72.0	2.9	31.2	55	6.8		Buenos Aires
52	572357	9018604	1.6	72	15	60.0	3.3	31.0	35	6.8		Nuevo Loreto
53	569471	9013951	0.8	66	19	72.0	3.0	30.2	45	6.4	0.44	Flor del Imiría
54	576021	9020476	1.2	51	14	66.0	3.4	30.8	15	6.4		Caimito
55	580683	9020878	1.6	54	18	57.0	3.6	30.0	20	5.9		Bella Flor
56	567999	9022240	1.2	60	15	63.0	3.1	28.2	42	7.3		Buenos Aires
57	572183	9018855	1.2	60	14	51.0	2.7	28.5	30	7.0		Nuevo Loreto
58	569395	9013909	1.2	57	15	48.0	2.6	27.8	28	6.9	0.48	Flor del Imiría
59	575933	9020529	0.8	48	16	48.0	2.8	28.0	24	6.3		Caimito
60	580787	9020924	0.8	51	15	36.0	1.9	28.0	20	6.4		Bella Flor
61	568070	9022238	1.2	56	18	62.0	2.7	28.3	40	6.8		Buenos Aires
62	572009	9018993	1.2	62	14	52.0	2.6	28.0	35	6.9		Nuevo Loreto
63	569558	9013958	1.0	60	15	50.0	2.4	28.5	26	6.5	0.62	Flor del Imiría
64	575962	9020522	0.8	50	17	50.0	2.6	28.7	20	6.2		Caimito
65	580802	9020916	0.8	54	16	42.0	2.2	28.9	25	6.0		Bella Flor
66	567992	9022314	1.2	58	16	62.0	2.6	28.0	45	6.7		Buenos Aires
67	572017	9018886	1.2	60	14	52.0	2.4	28.4	38	6.7		Nuevo Loreto
68	569679	9014040	0.8	62	15	48.0	2.4	28.8	30	6.2	0.70	Flor del Imiría
69	575919	9020538	0.8	48	16	48.0	2.6	28.6	25	6.0		Caimito
70	580787	9020929	0.8	56	15	40.0	2.4	28.6	16	6.0		Bella Flor
71	568034	9022243	0.4	48	28	72.0	3.1	29.1	25	6.8	1.20	Buenos Aires
72	572382	9018674	0.6	48	24	75.0	4.0	28.2	26	7.0		Nuevo Loreto
73	569500	9013963	1.0	65	22	58.0	3.1	27.5	45	7.0		Flor del Imiría
74	575844	9020568	1.0	50	12	55.0	2.8	27.1	30	6.1		Caimito

75	580794	9020974	1.2	35	14	58.0	3.1	26.5	20	6.2		Bella Flor
76	567972	9022340	0.4	48	26	75.0	2.7	28.1	27	7.2		Buenos Aires
77	572275	9018624	0.6	48	22	78.0	3.8	27.2	29	6.9		Nuevo Loreto
78	569605	9013999	0.8	60	22	60.0	2.7	27.8	43	6.9	1.80	Flor del Imiría
79	575838	9020592	0.8	45	13	54.0	2.8	27.3	27	6.4		Caimito
80	580770	9020910	1.6	30	16	57.0	4.0	26.2	18	6.1		Bella Flor

Cuadro 14. Resumen estadístico del análisis físico químico en la laguna Imiria

Estadística descriptiva	Salinidad (g/Kg)	Dureza (mg/L)	CO_2 (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	O_2 (mg/L)	Temperatura del agua(°C)	Transparencia (cm)	pH	Altura del agua (m)
Media	1.13	52.22	16.80	66.93	3.52	28.91	50.56	6.87	0.96
Error típico	0.04	1.91	0.45	1.44	0.10	0.26	2.52	0.06	0.16
Mediana	1.20	56.00	15.35	67.00	3.44	28.90	50.00	6.94	0.66
Moda	0.80	60.00	15.00	72.00	2.64	30.20	70.00	7.30	#N/A
Desviación estándar	0.36	17.12	4.03	12.87	0.88	2.34	22.58	0.50	0.66
Varianza de la muestra	0.13	293.22	16.25	165.69	0.77	5.49	509.97	0.25	0.43
Curtosis	-0.93	0.01	9.80	-0.20	-0.05	0.41	-1.28	-0.75	-1.58
Coeficiente de asimetría	0.09	-0.48	2.69	0.01	0.72	-0.49	0.07	-0.11	0.55
Rango	1.40	74.50	26.00	62.00	3.80	10.70	76.00	2.10	1.70
Mínimo	0.40	15.50	12.00	36.00	1.94	23.10	14.00	5.94	0.28
Máximo	1.80	90.00	38.00	98.00	5.74	33.80	90.00	8.04	1.98
Suma	90.60	4 177.90	1 343.90	5354.00	281.45	2312.40	4045.00	549.49	15.37
Cuenta	80	80	80	80	80	80	80	80	16

Anexo 2. Figuras

Figura 19. Kid de análisis de agua y materiales telemétricos utilizados.

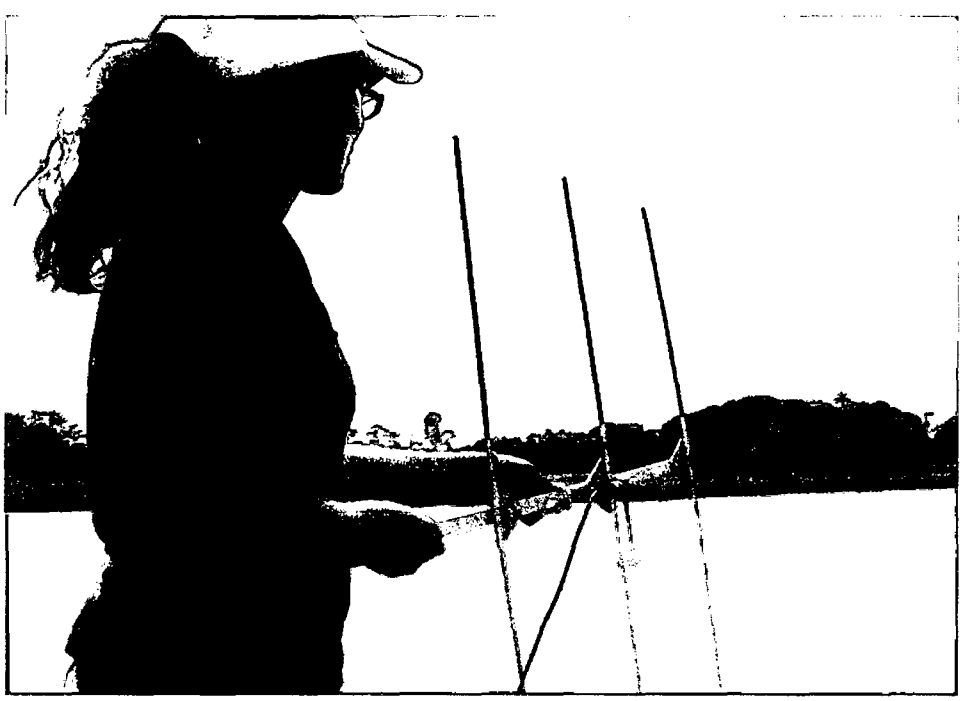

Figura 20. Seguimiento telemétrico mensual del paiche.

Figura 21. Seguimiento telemétrico de 24 horas al paiche 164/386.

Figura 22. Altura del agua en verano.

Figura 23. Medición de transparencia de la Laguna Imiria.

Figura 24. Medición de temperatura de la Laguna Imiria.

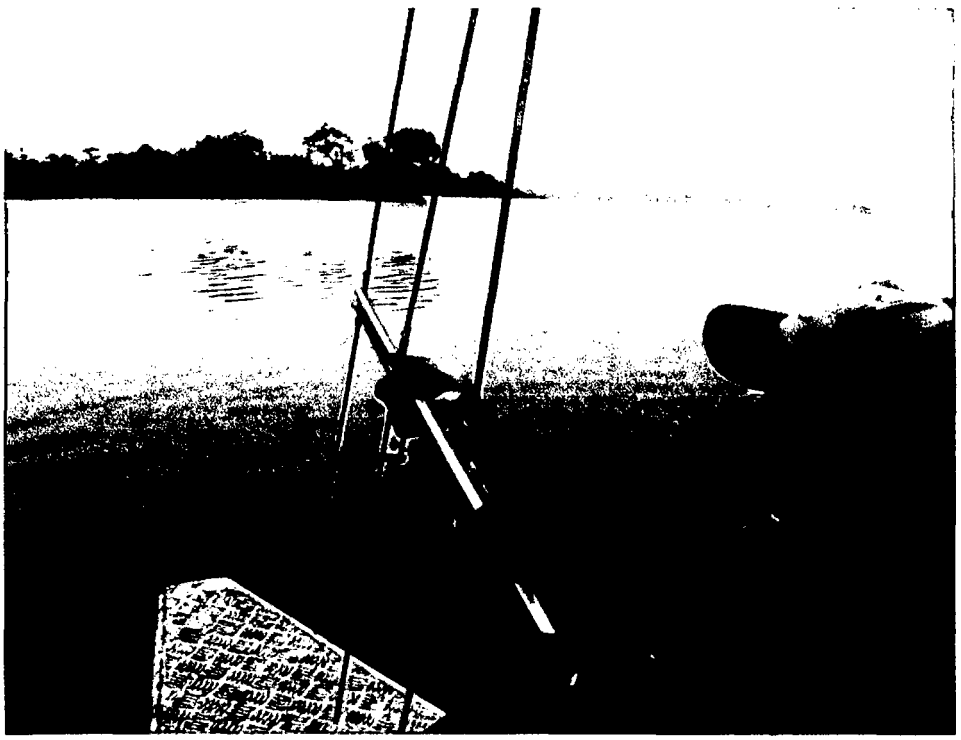

Figura 25. Seguimiento telemétrico de 8 horas.

Figura 26. Análisis de agua de la laguna Imiria.

Figura 27. Análisis de CO_2 de la laguna Imiria.

Figura 28. Altura del agua tomada en los meses de verano.

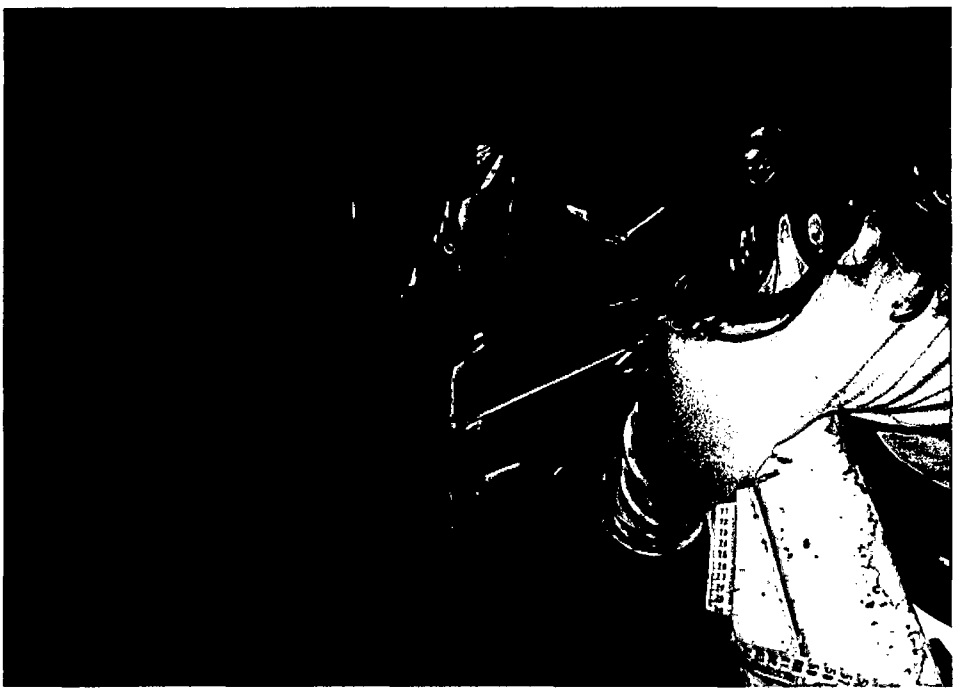

Figura 29. Altura del agua tomada en los meses de invierno

Figura 30. Toma de muestra para análisis de agua de la laguna Imiria.

Figura 31. Vista frontal de la laguna Imiria en el mes de Enero.

Figura 32. Vista frontal de la laguna Imiria en el mes de Agosto.

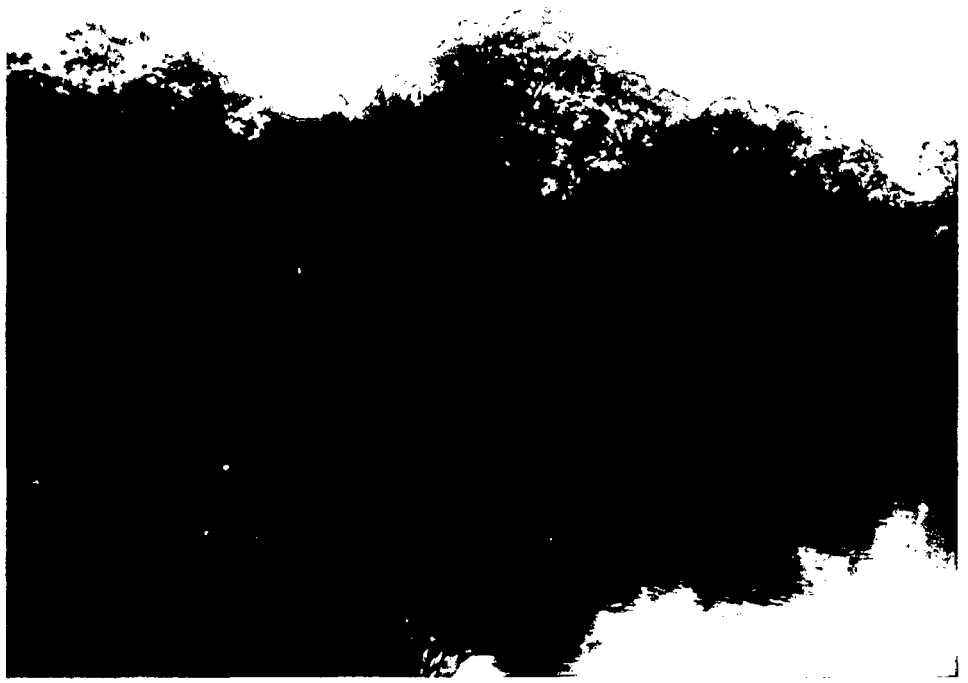

Figura 33. Laguna Imiria en los meses de Invierno.

Figura 34. Laguna Imiria en los meses de Verano.