

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**“PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y BIOMASA
FITOPLANCTÓNICA DE LA LAGUNA QUISTOCOCHA.
IQUITOS-PERU. 1999”**

**Tesis para optar el título de:
BIOLOGO**

**Presentado por:
Bach. KARIN SUSY ESCOBEDO VARGAS
Bach. MARIBEL PAREDES OLORTEGUI**

**IQUITOS – PERU
2007**

DEDICATORIA

*Con todo el amor de mis recuerdos
y mi profunda admiración por mis
padres: Hoover y Loyda,,
por su fé inquebrantable en mi;
verdaderos maestros que me inculcaron
a la superación, gracias por su apoyo
incondicional he logrado ser lo que soy.*

*A mis hermanos Juanita y Manuel, por
ese cariño inmenso que nos une. A ti
Fiorelita por que alegras mis momentos
difíciles. Y a Javier, por haber recorrido todo
este camino a mi lado.*

MARIBEL

DEDICATORIA

*A Dios por ser la luz que guía mi camino,
a mis padres Mario y Susana,
con profunda admiración por el amor, comprensión
y esfuerzo para hacer realidad una de
mis grandes aspiraciones
y sobre todo por estar siempre a mi lado.*

*A mis hermanos María, David, Dalene
y Vivian por la paciencia brindada;
a mis sobrinos Danna, Miguel y Melisa que
con sus sonrisas iluminan mis días difíciles.*

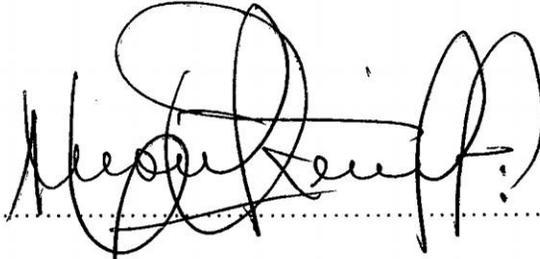
KARIN SUSY

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro profundo y muy sinceros agradecimientos a todas las personas e instituciones que nos proporcionaron sus valiosos aportes y colaboración en el desarrollo de la tesis:

- Al Blgo. Enrique Ríos Isern, asesor del presente trabajo de investigación; por su amistad, orientación permanente mediante un valioso conocimiento y aporte profesional; y sobre todo por su paciencia, factores que permitieron el logro del mismo.
- Al Sr. Blgo. MSc. Victor Hugo Montreuil Frias, miembro del Jurado por los valiosos consejos brindados para la culminación de nuestro trabajo de investigación.
- Al departamento Académico de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP por el apoyo logístico para el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Igualmente expresamos nuestros agradecimientos a todos los trabajadores del Complejo turístico de Quistococha por el apoyo brindado durante la realización del estudio.
- Por último, damos gracias a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con el desarrollo de este trabajo y que por algún olvido involuntario sus nombres hayan escapado de nuestras memorias.

MIEMBROS DEL JURADO



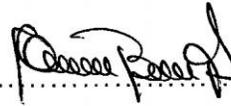
Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRIAS MSc.

PRESIDENTE



Blga. GLORIA PIZANGO PAIMA MSc.

MIEMBRO



Blga. ADRIANA BURGA CABRERA

MIEMBRO



Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN MSc.

ASESOR

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Descripción del Área de Estudio	21
3.2. Metodos.	22
3.2.1. Estaciones de Muestreo	22
3.2.2. Estrategia de Muestreo	22
3.2.3. Parámetros Climatológicos	22
3.2.4. Parámetros Limnológicos	24
3.2.4.1. Parámetros Morfométricos	24
3.2.4.2. Parámetros Físicos	24
3.2.4.3. Parámetros Químicos	25
3.2.5. Parámetros Metabólicos	26
3.2.5.1. Productividad Fitoplanctónica.	26
3.2.4.2. Biomasa Fitoplanctónica.	30
3.3. Análisis Estadístico.	34
IV. RESULTADOS	35
4.1. Parámetros Morfométricos	35
4.1.1. Nivel del agua	35
4.2. Parámetros Limnológicos	36
4.2.1. Temperatura del agua	36
4.2.2. Oxígeno Disuelto	41
4.2.3. pH	42

4.2.4. Conductividad eléctrica	46
4.3. Parámetros Metabólicos	49
4.3.1. Productividad Primaria y Biomasa expresado en unidades de volumen	49
4.3.2. Productividad Primaria expresado en unidades de área	54
4.4 Análisis Estadístico	60
4.4.1. Productividad Primaria y Biomasa Fitoplanctónica	60
4.4.2. Componentes principales	66
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES	75
VII. RECOMENDACIONES	77
VIII. RESUMEN	78
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	80
IX. ANEXOS	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 01. Productividad Primaria y Biomasa en unidades de Volumen ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$)	50
TABLA 02. Valores de Productividad Primaria expresadas en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$)	55

TABLA 03. Anova la PPB, PPN, R, Clorofila a, y Feopigmentos En ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$).	62
TABLA 04. Anova de la PPB, PPN, R, Clorofila a y Feopigmentos en $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$	63
TABLA 05. Anova de PPB, PPN, R, Clorofila a. y Feopigmentos en $\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$	64
TABLA 06. Componentes Principales para cada variable estudiada sobre un componente	68
TABLA 07. Registro de Parámetros Físicos de la Laguna Quistococha	87
TABLA 08. Registro de Parámetros Químicos de la Laguna Quistococha	88
TABLA 09. Matriz de correlación de los Parámetros Limnológicos, Productividad y Biomasa.	89

LISTA DE FIGURAS Y MAPA

	Pág.
Fig. 01. Nivel del agua Laguna Quistococha.	35
Fig.02. Valores Promedio de Temperatura por estación	37
Fig.03. Temperatura vs. Conductividad eléctrica.	38
Fig.04. Temperatura vs. Sólidos Totales Disueltos	39
Fig.05. Temperatura vs. Hierro	40
Fig.06. Oxígeno disuelto por estación de muestreo	42
Fig.07. pH vs. Sólidos Totales Disueltos	44

Fig.08. pH vs. Hierro	45
Fig.09. Conductividad eléctrica vs. Sólidos Totales Disueltos	47
Fig.10. Conductividad eléctrica vs. Hierro.	48
Fig.11. Valores Promedio de Productividad y Biomasa expresadas en unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). Estación 1	51
Fig.12. Valores Promedio de Productividad y Biomasa expresadas en unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). Estación 2	52
Fig.13. Valores Promedio de Productividad y Biomasa expresadas en unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). Estación 3	53
Fig.14. Valores Promedio de Productividad Primaria expresadas en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 1	56
Fig.15. Valores Promedio de Productividad Primaria expresadas en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 2	57
Fig.16. Valores Promedio de Productividad Primaria expresadas en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 3	57
Fig.17. Valores Promedio de PPN expresada en unidades de volumen y área. Estación 1	59
Fig.18. Valores Promedio de PPN expresado en unidades de volumen y área. Estación 2	59
Fig.19. Valores Promedio de PPN expresado en unidades de volumen y área. Estación 3	60
Mapa de Ubicación de las estaciones de muestreo	23

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Toma de muestra de agua con la Botella Van Dorn	27
Foto 2. Llenado de frascos claros y oscuros con la muestra de agua	28
Foto 3. Batería de Incubación para una estación de muestreo	29
Foto 4. Medida del Oxígeno Disuelto mediante el método de Winkler	30
Foto 5. Filtración del agua para el análisis de la biomasa fitoplanctónica	31
Foto 6. Transporte de las muestras al laboratorio	31
Foto 7. Equipo empleado para la Filtración de las muestras de agua	33

I. INTRODUCCION

La amazonía peruana, presenta una gran diversidad de ambientes acuáticos (cochas, lagunas, lagos, ríos, quebradas, etc), caracterizados por poseer una productividad biológica (plancton, peces y otros recursos hidrobiológicos) ligados a sus fases hidrológicas, permitiendo así que muchos de estos ambientes presenten una gran biodiversidad de especies y otros una gran biomasa.

Algunos de estos ecosistemas acuáticos, muchas veces no son elementos permanentes del paisaje y están destinados a desaparecer debido a la acumulación del sedimento y materia orgánica (Roldán, 1992). Por lo tanto, es necesario entender la dinámica de estos ambientes de agua dulce para conocer sus respuestas metabólicas y funcionales para determinar los efectos de estas modificaciones.

Para el entendimiento de la estructura trófica de un ecosistema acuático, es necesario conocer diferentes aspectos, uno de ellos es precisamente la evaluación de la producción primaria, que nos va a permitir conocer la descripción cuantitativa de la formación de materia orgánica a partir de la energía lumínica y su consumo. Otro aspecto, es la determinación de la biomasa, el cual nos proporciona estimaciones de ésta energía almacenada como material orgánico en un periodo de tiempo, dependiendo principalmente de la producción.

Reconociéndose la importancia de la evaluación de esta actividad metabólica del fitoplancton, sin embargo, existe poca información sobre estudios en ambientes acuáticos de la amazonía peruana, orientándose la mayoría de ellos hasta la actualidad, en la identificación taxonómica del fitoplancton (Carey 1976, 1977 y 1979; Vela 1984; Ortiz 1991; Bendayán *et al*, 1977), ó a evaluar las características físico-químicas de los ambientes acuáticos (Cornejo 1987; Rios *et al*, 1995 y 1996, y Araujo 2002) y determinar la productividad primaria y respiración fitoplanctónica (Castro, 2000).

Es así que la laguna Quistococha, actualmente considerada como un centro turístico, no cuenta con estudios sobre Producción Primaria y Biomasa Fitoplanctónica, motivo por el cual el presente estudio se planteó conocer la dinámica de la comunidad fitoplanctónica en este cuerpo de agua, así como el estudio de las condiciones ambientales, ya que las tasas de crecimiento y fotosíntesis son procesos que deben ser entendidos para que se pueda evaluar el estado trófico de un ecosistema y mejorar así los conocimientos con relación a las cadenas alimentarias, los flujos de nutrientes y energía.

El presente trabajo constituye un aporte al conocimiento sobre Producción Primaria y Biomasa Fitoplanctónica en la laguna Quistococha cuyos objetivos fueron los siguientes: a) Determinar si existen diferencias espaciales y temporales de productividad primaria y Biomasa Fitoplanctónica en la laguna Quistococha y b) Determinar la relación de los parámetros físico-químicos con la Productividad Primaria y la Biomasa Fitoplanctónica en la laguna Quistococha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Metodología para estimar la Productividad Primaria:

TUNDISI & TUNDISI, 1977; mencionan que existen varios métodos para determinar la Productividad Primaria del fitoplancton en un ecosistema acuático. Los indirectos consisten en la determinación de fosfatos, nitratos y silicatos en diferentes épocas del año y en medidas de la presión parcial del dióxido de carbono en el agua. Mientras que, los directos consisten en determinar: el pH del agua en profundidades diferentes, las tasas de consumo de dióxido de carbono, la tasa de liberación de oxígeno y el monitoreo del flujo de oxígeno diario. En cambio, **ESTEVEZ 1988;** considera que los métodos directos y mejores se basan en la ecuación condensada de las reacciones de la fotosíntesis, donde destacan también el método del Oxígeno de Gaarder y Gran, 1927 y el método del Carbono 14 de Steeman – Nielsen, 1952. Ambos métodos se basan en la medición de la fotosíntesis en un pequeño volumen de agua (100 a 300 ml), encerrados en frascos que se exponen durante un cierto tiempo a la profundidad, de la cual se extrae la muestra de agua, además, se emplean como controles frascos oscuros donde se desarrolla la fase oscura de la fotosíntesis.

Fisiología de la Productividad Primaria:

MURGEL, 1984; señala que la presencia de subproductos minerales presentes en los cuerpos de agua, tales como fosfatos y nitratos suelen constituir los factores limitantes del crecimiento de productores primarios, haciendo que el medio se torne eutrófico, lo que permite una mayor actividad fotosintética y la formación de nuevas cadenas tróficas.

HENRY et al, 1985; De acuerdo a lo citado anteriormente condujo un experimento de enriquecimiento "in situ" en el lago Jacaretinga (Amazonas) en Febrero de 1982 empleando nutrientes (Nitrato o Fosfato) que estimulan el crecimiento fitoplanctónico. Los resultados mostraron un incremento significativo de la biomasa (clorofila a) y la actividad fotosintética, después de sólo dos días de incubación. Este incremento fue debido a la adición de Nitrato en las muestras de agua. Sobre el cuarto día, ocurrió un descenso de clorofila a y productividad primaria. Esta reducción fue explicada en función de la predación del fitoplancton por zooplancton. Al sexto día de incubación, observaron un incremento de productividad el cual fue debido probablemente a la excreción de amonio por el zooplancton y la acción de descomposición por las bacterias.

Productividad Primaria Fitoplanctónica:

WETZEL, 1981; denomina producción a la masa de materia orgánica formada durante un período de tiempo, más las pérdidas que incluyen respiración, excreción, secreción, muerte y consumo por parte de otros organismos. Sin embargo, **ESTEVEZ, 1988;** señala que la productividad primaria del fitoplancton es un proceso complejo, en el que participan diferentes factores bióticos y abióticos, inhibiéndola o estimulándola. De los factores bióticos, los importantes son: la tasa de reproducción de los organismos fitoplanctónicos y el consumo por el zooplancton. Dentro de los factores abióticos, destacan: la radiación solar, la temperatura y los nutrientes, porque ejercen influencia directa sobre el proceso fotosintético.

Además, algunos gases disueltos (O_2 , CO_2 , H_2O , CH_4), elementos traza (Co, Cu, Mo, etc) y sustancias orgánicas disueltas (polisacáridos, hormonas, vitaminas, aminoácidos) pueden influir directa o indirectamente en la productividad primaria del fitoplancton.

ROLDAN, 1992; define a la productividad como la cantidad de biomasa que se forma en un período de tiempo determinado. Si la biomasa se genera por fotosíntesis entonces se habla de productividad primaria la que puede dividirse en: Productividad Primaria Bruta (PPB); cantidad de biomasa ganada que incluye las pérdidas ocasionadas principalmente por respiración durante un período de tiempo determinado y, Productividad Primaria Neta (PPN); biomasa menos la pérdida por respiración en un intervalo de tiempo. La medida de la productividad indica la tasa de toma de carbono inorgánico durante la fotosíntesis por parte del fitoplancton, y que dicha medida es útil para determinar los efectos de los contaminantes y los nutrientes en la comunidad acuática.

MARLIER, 1967; evaluó la productividad primaria en lagos de agua clara, agua blanca y agua negra de la Amazonía Brasileña, donde concluye que solamente los lagos de agua blanca poseen una razonable producción autóctona de materia orgánica. Así mismo, considera que probablemente debido a la falta de sales minerales, la productividad primaria es muy baja en los otros dos tipos de ambientes.

SCHMIDT, 1976; Hizo investigaciones de productividad primaria en una

bahía del río Negro, los niveles bajos de productividad que se registró, se los atribuye a la oferta baja de nutrientes y a las condiciones desfavorables de luz. Además, observó que las variaciones de la productividad primaria se caracterizan por una proporcionalidad inversa con el nivel de agua.

WISSMAR, et al. 1980; realizó estudios planctónicos y químicos durante un crucero por el río Amazonas de Mayo a Junio de 1977, encontraron que las sustancias inorgánicas y orgánicas de origen terrestre pueden influir en la actividad microbiana del canal principal, tributarios y lagos. Concluyen que los principales factores, limitantes de la producción primaria planctónica (PPR), fueron la dilución de la luz por los altos niveles de materia particulada en suspensión (SPM) en el canal principal y tributarios y los bajos niveles de nutrientes en las desembocaduras de los ríos y de lagos.

WETZEL, 1981; indica que el pigmento fotosintético primario de todos los organismos fotosintetizadores que desprenden oxígeno es la clorofila *a*, la misma que está presente en todas las algas a excepción de las bacterias fotosintéticas. La clorofila *b*, aunque frecuente en las plantas superiores, se encuentra solamente en las algas verdes y en las Euglenófitas. Este pigmento funciona como un acumulador de luz, transfiriendo energía luminosa absorbida a la clorofila *a* para la quimiofotosíntesis primaria.

SCHMIDT, 1982; determinó en un estudio realizado en el río Tapajoz, que a pesar de tener concentraciones bajas de nutrientes, la productividad del fitoplancton fue alta, debido a las excelentes condiciones de luz en el río y a

las tasas de reciclaje extremadamente rápidas.

CASTRO, 2000, evaluando la productividad primaria en la laguna Pañacocha (río Nanay), encontró correlaciones significativas entre la productividad primaria y las concentraciones de O₂ y CO₂. Así mismo determinó que la Laguna Pañacocha cambia su metabolismo de autotrófico (periodo de vaciante) a heterotrófico (inicio del periodo de creciente), siendo el ingreso de aguas provenientes del río Nanay el factor principal que altera los valores de los parámetros fisicoquímicos y metabólicos de esta laguna.

Distribución Espacial de la Productividad Primaria:

STANGE-BURSCHE, 1963; citado por ESTEVES, 1988; indican que varios factores influyen en la distribución espacial de la productividad primaria. La distribución vertical (perfil vertical) de la productividad primaria es determinada principalmente por la intensidad de la radiación luminosa que, además de influir en la cantidad de energía disponible para la fotosíntesis, influye también en la disponibilidad de nutrientes a través de la estratificación de la masa de agua. También, el desarrollo del fitoplancton y transparencia del agua son importantes. En función de estos factores, pueden formarse diferentes perfiles verticales de productividad primaria del fitoplancton. Así mismo, la distribución horizontal del fitoplancton y por ende de la productividad primaria, está influenciada por factores que pueden actuar aisladamente ó en conjunto. En cambio, en lagos pequeños y medianos, sin islas ó bahías grandes, la distribución horizontal es prácticamente uniforme. Sin embargo, en lagos con islas y bahías grandes la distribución es

heterogénea.

STROSS et al, 1973; Citado por ESTEVES 1988; señala a varios factores que condicionan la variación temporal de la productividad primaria. Durante el día los cambios de la productividad primaria del fitoplancton pueden estar condicionados por factores intrínsecos de las algas, que les posibilitan la realización de un ritmo endógeno, independiente de las variables ambientales, y los factores extrínsecos, que están relacionados con la concentración de nutrientes, o algún factor inhibitorio, como la inactivación del aparato fotosintético por la radiación. Igualmente, se debe resaltar el aumento de la tasa de respiración, que en intensidades luminosas altas asume un papel importante. En cambio, la variación anual de la productividad primaria del fitoplancton en lagos tropicales, depende principalmente de la disponibilidad de radiación dentro del lago, (radiación subacuática) y de la concentración de nutrientes, especialmente Nitrato y Fosfato. Además en los lagos tropicales, la temperatura, por estar siempre por encima de los valores limitantes de crecimiento, no tiene efectos tan significativos sobre la variación temporal del fitoplancton como en lagos templados y que la variación temporal del fitoplancton en lagos tropicales esta controlada por otros factores.

HERNANDEZ, 1988; realizando un estudio de investigación sobre producción primaria y biomasa del fitoplancton en la ciénaga grande de Santa Marta-Colombia (CGSM), menciona que ambos parámetros parecen estar condicionados por la variabilidad interanual de los eventos climáticos

locales y regionales determinando en gran parte las características físico-químico y biológicos de la laguna. Estudios realizados sugieren que la producción primaria, así como la estructura de la comunidad estarían condicionadas por la variabilidad de los siguientes factores: la luz, la concentración y disponibilidad de nutrientes, la salinidad y la temperatura.

RIBEIRO & DARWICH, 1993; señala que los resultados que se obtuvieron en el lago de Rei, indican que es uno de los lagos más productivos que se han registrado, y la productividad fue controlada por la disponibilidad de nutrientes y los mecanismos de interacciones de la luz.

MONTREUIL, 1994; en el Old River de Luisiana-USA, encontró correlaciones significativas entre los componentes del metabolismo con la temperatura y los nutrientes orgánicos e inorgánicos, indicando que la estación y el nivel de agua fueron los mayores determinantes del grueso de la producción en ese cuerpo de agua, en conclusión, este río fue catalogado como altamente heterotrófico.

ARAUJO, 2002; al evaluar las comunidades fitoplanctónicas en la laguna Moronacocha (río Nanay), determinó que la extrema pobreza iónica (baja mineralización), niveles bajos de pH, vegetación macrofítica circundante (abundancia de materia orgánica) y demás condiciones fisicoquímicas del medio acuático condicionaron el predominio de especies de las clases Zygothryxales, Bacillariophyceae.

Biomasa Fitoplanctónica:

RAMIREZ, 1990; considera que la determinación de la biomasa fitoplanctónica relacionado con la unidad de superficie o volumen de un lago, es la base adecuada para hallar la producción primaria bruta, siempre y cuando se acompañe de otros datos como intensidad de la luz y temperatura.

NEVEUX & PANOUSE 1987; Citado por LOPRETTO, E. 1995; menciona que en particular, la clorofila a, está involucrada en distintas expresiones matemáticas que permiten calcular la producción primaria del fitoplancton, el índice de productividad y la eficiencia fotosintética.

GRANBERG & HARJULA, 1982; Citado por LOPRETTO, 1995; dice que para estimar la biomasa del fitoplancton, se han estudiado y utilizado distintos parámetros tales como carbono orgánico particulado, nitrógeno, turbidez, conteo de células algales al microscopio y clorofila siendo estos dos últimos los más utilizados en análisis de rutina.

RAI & HILL, 1980; Citado por LOPRETTO, 1995; menciona que existen dudas acerca de la utilización de la clorofila a como medida de la biomasa fitoplanctónica, ya que la relación entre estos dos parámetros no es estable. No obstante, se acepta que el contenido de clorofila a es un buen indicador relativo de la biomasa fitoplanctónica.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Laguna Quistococha localizada en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto; ubicado a la margen izquierda y a la altura del Km 5,5 de la carretera Iquitos – Nauta, presenta las coordenadas geográficas de 73° 19.318' Longitud Oeste y 03° 49.772' Latitud Sur, tiene un área total de 56,5 ha; está situada a 132 m.s.n.m. con una profundidad promedio en la estación húmeda de 4,30 m y de 3,80 en la estación seca; presenta una longitud de Norte a Sur de 745m y de Este a Oeste de 1150m.

La Laguna Quistococha, es un ambiente acuático léntico, formó parte del río Itaya y luego pasó a ser un meandro al margen izquierdo del mismo y posteriormente al continuar su migración se alejó. Esta Laguna es alimentada por filtraciones y también presenta varios caños que se conectan al exterior, siendo los más conocidos: Felipe Caño y Alcántara Caño, cuyas aguas fluyen al río Itaya en época de vaciante y entra a la Laguna en época de creciente.

El fondo de la Laguna es fangoso y con abundante material en descomposición; razón por la cual en la actualidad el fondo real no se conoce, Documet (1977), reporta una profundidad de hasta 6.00 metros en el centro de la laguna. La vegetación que circunda a la laguna en su mayoría es gramínea, además de una zona pantanosa que la rodea y es característico observar individuos de *Mauritia flexuosa* “aguaje” denominándose ésta zona como aguajal.

3.2. METODOS

3.2.1. ESTACIONES DE MUESTREO

En la laguna Quistococha, se ubicaron 3 estaciones de muestreo la cuales fueron identificadas de la siguiente manera:

- E1: Desembocadura del Felipe caño en la laguna.
- E2: Centro de la laguna.
- E3: Desembocadura de la laguna en el Alcántara caño.

Estas estaciones fueron determinadas en base a un criterio de conexión con dos cuerpos de agua (Felipe caño y Alcántara caño) y el centro de la laguna, por que en ese lugar se consideraron que las características físicoquímicas y biológicas no estaban influenciados por otros cuerpos (Mapa).

3.2.2. ESTRATEGIA DE MUESTREO

Los muestreos se efectuaron cada 15 días, desde el mes de Julio hasta el mes de Diciembre de 1999. En cada estación de muestreo se recolectaron muestras de agua en tres estratos diferentes dentro de la columna de agua (Superficie, Medio y Fondo).

3.2.3. PARAMETROS CLIMATOLÓGICOS

Los datos meteorológicos (precipitación pluvial local, humedad relativa, temperatura ambiental), fueron proporcionados por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (SHNA- Iquitos). Además se registró la nubosidad, se realizó observando las nubes contra la bóveda celeste y estimando en octavos el área cubierta.

Mapa de Ubicación de las estaciones de muestreo

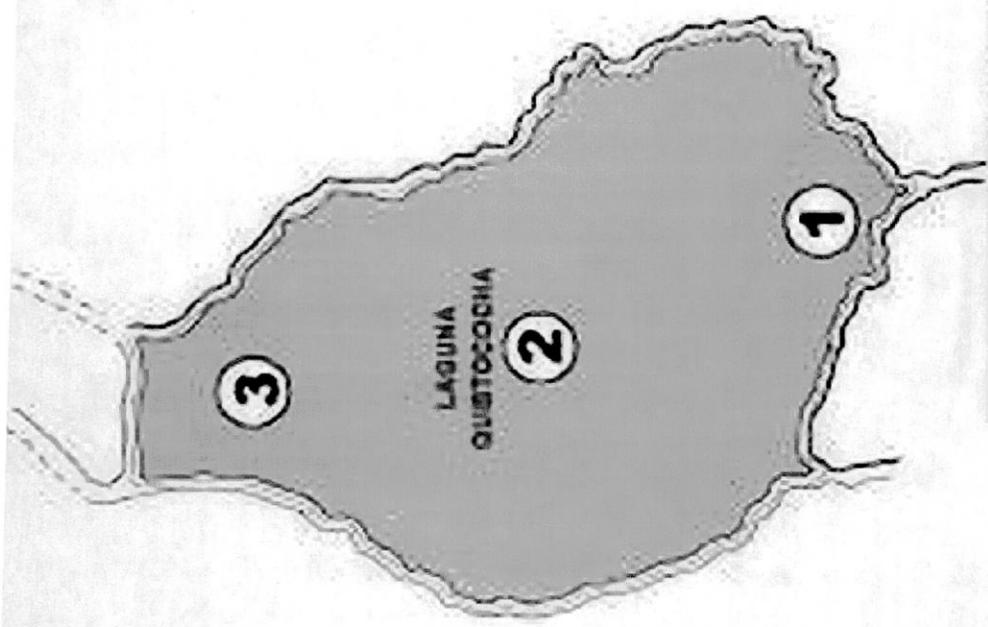
CASERIO
QUISTOCOCHA

ALCANTARILLA

NAUTA



Borde de la Tierra Ate



LEYENDA

UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

ESTACION 1 : FELPE CAÑO

ESTACION 2 : CENTRO DE LA LAGUNA

ESTACION 3 : ALCANTARIA CAÑO

3.2.4. PARAMETROS LIMNOLOGICOS

3.2.4.1. PARAMETROS MORFOMETRICOS

Nivel del agua: Se estimó por medio de una sonda graduada cada 10 cm, este parámetro determinó la profundidad parcial del cuerpo de agua, debido a que la profundidad total no se estimó por la presencia de una capa de material detrítico en el fondo.

3.2.4.2. PARÁMETROS FISICOS:

Los parámetros evaluados fueron:

- Temperatura del agua: Para determinar este parámetro se utilizó el conductivímetro marca HACH modelo CP150, los resultados se expresaron en grados Centígrados (°C), con una sensibilidad 0.1µs.
- Transparencia: Se empleó el Disco Secchi, el cual es un disco de 25 cm de diámetro y los colores blanco y negro están alternados, además tenía de un cabo graduado cada 5 cm.
- Color del agua: Se utilizó el método del Platinum -Cobalto de HACH. Se expresó en unidades de Platinum-Cobalto.
- Conductividad eléctrica: Se utilizó el conductivímetro marca HACH modelo CP150, los resultados se expresaron en µs/cm. Sensibilidad 0.1µs/cm.
- TDS: Se utilizó el conductivímetro marca HACH modelo CP150, el resultado se expresó en ppm. Con una sensibilidad 0.1ppm
- Salinidad: Se utilizó el conductivímetro marca HACH modelo

CP150, Los resultados se expresaron en ‰ (partes por mil), con una sensibilidad de 1 partes por mil.

- Turbidez: Se utilizó el espectrofotómetro MILTON ROY MINI 20 a una longitud de onda de 450 nm. Los resultados se expresaron en Unidades Nefelométricas (NTU).

3.2.4.3. PARAMETROS QUÍMICOS:

- pH: Los registros de pH se obtuvieron mediante el Kit de HACH, con sensibilidad 0.1 los datos se expresaron en unidades de pH.
- Oxígeno disuelto: Se empleó el método de WINKLER modificado, con sensibilidad 0.02 ppm; los resultados se expresaron en ppm.
- Anhídrido carbónico libre: Se utilizó el método de la Fenolftaleína; con sensibilidad 0.1 ppm; los resultados se expresaron en ppm.
- Alcalinidad: Se empleó el método del Anaranjado de Metilo, con sensibilidad 0.1 ppm; los resultados se expresaron en ppm.
- Dureza total: Se utilizó el kit colorimétrico de HACH, con sensibilidad 0.1 ppm CaCO₃, los resultados se expresaron en ppm.
- Amonio: Se utilizó el kit colorimétrico de HACH, con sensibilidad 0.1 ppm, los resultados se expresaron en ppm.
- Nitratos: Se utilizó el kit colorimétrico de HACH, con sensibilidad 0.1 los resultados se expresaron en ppm.
- Nitritos: Se utilizó el kit colorimétrico de HACH, con sensibilidad

0.1 ppm, los resultados se expresaron en ppm.

- Hierro: Se utilizó el método del Reactivo Fe-AN de HACH con sensibilidad 0.1 ppm y con el espectrofotómetro MILTON ROY MINI 20 a una longitud de onda de 565nm. Los resultados se expresaron en ppm.
- Sulfuros: Se utilizó el REACTIVO DE HACH para Sulfuros con sensibilidad 0.1 µg/l y con espectrofotómetro MILTON ROY MINI 20 a una longitud de onda de 670 nm. Los resultados se expresaron en µg/L de Sulfuros.
- Fosfatos: Se utilizó el kit de fosfatos de HACH con sensibilidad 0.1 mg/l y los valores se expresaron en mg/L.

3.2.5. PARÁMETROS METABOLICOS:

3.2.5.1. PRODUCTIVIDAD FITOPLANCTONICA

Se empleó el método del oxígeno disuelto descrito por ROLDAN (1992) el cual consiste en la incubación de muestras de agua de profundidades conocidas en dos frascos: siendo uno claro (fc) y otro oscuro (fo). Las botellas claras y oscuras nos permitieron evaluar la actividad metabólica de las plantas (algas) encerradas en cada frasco, particularmente la relativa a la fotosíntesis y la respiración.

Primero, se procedió a medir la profundidad del cuerpo de agua en cada estación de muestreo, para determinar los estratos: superficial, medio y fondo; y, ubicar el juego de botellas en cada de ellos. Luego se recogió la muestra de cada estrato de la columna de agua con ayuda de la botella de VAN DORN que

tenía una cuerda graduada cada 50 cm (Foto 1).

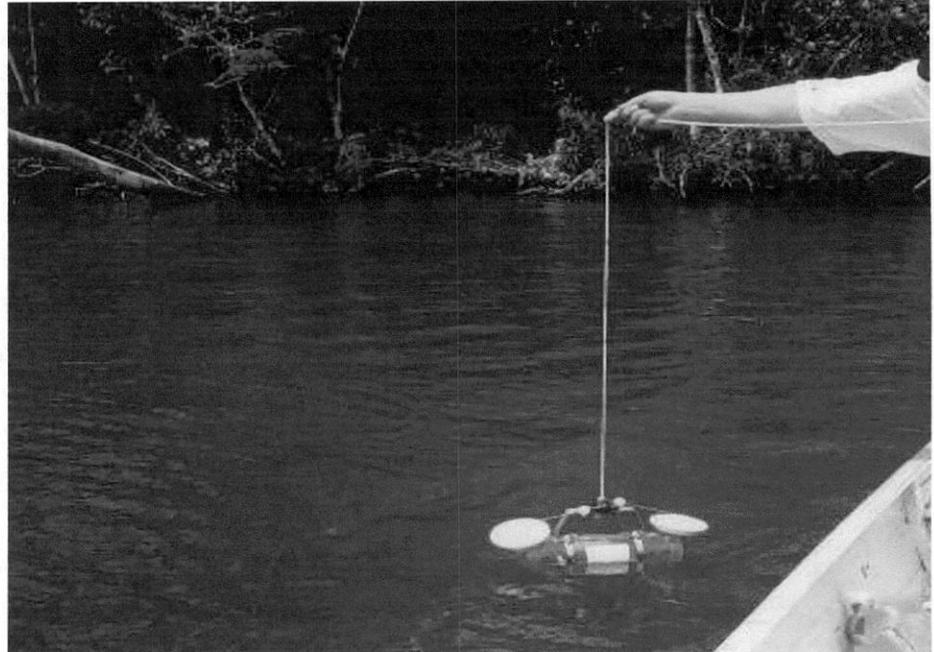


Foto 1. Toma de muestra de agua con la Botella Van Dorn

Inmediatamente, se procedió a llenar los frascos claros y oscuros evitando burbujas de aire (Foto 2); luego se preparó la batería de botellas de acuerdo a la profundidad de cada estación; en el estrato fondo a 50 cm del lecho de la laguna, estrato medio a la mitad de la columna de agua y el superficial a 50 cm por debajo de la línea horizontal de la misma (Foto 3).

Las muestras se incubaron por espacio de 4 horas, luego se procedía a recoger los frascos, inmediatamente se determinó el oxígeno mediante el método de WINKLER MODIFICADO en cada frasco (Foto 4).

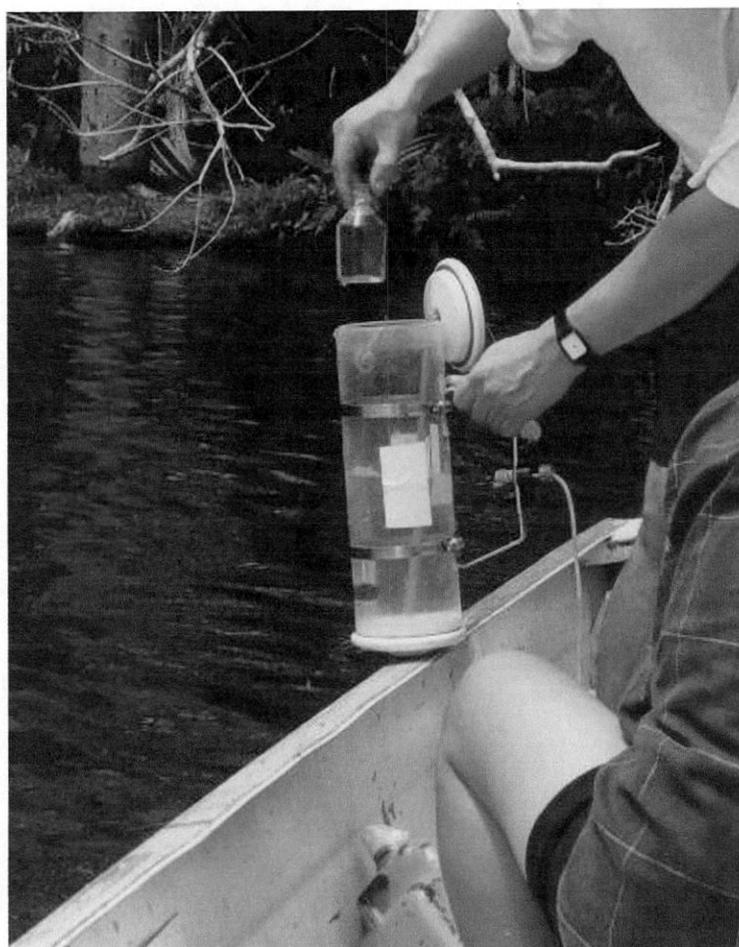


Foto 2. Llenado de frascos claros y oscuros con la muestra de agua

Se utilizaron 9 frascos de 100 ml por cada estación: 3 claros (fc), 3 oscuros (fo) y 3 frascos claros donde se determinó la concentración inicial de oxígeno en la muestra (fi).

Para determinar la productividad primaria y la respiración, se emplearon las siguientes fórmulas:

Productividad bruta: $(fc - fi) + (fi - fo) = fc - fo$

Productividad neta: $fc - fi$

Respiración: $fi - fo$

DONDE:

fi : Frasco inicial

fc : Frasco Claro

fo : Frasco Oscuro

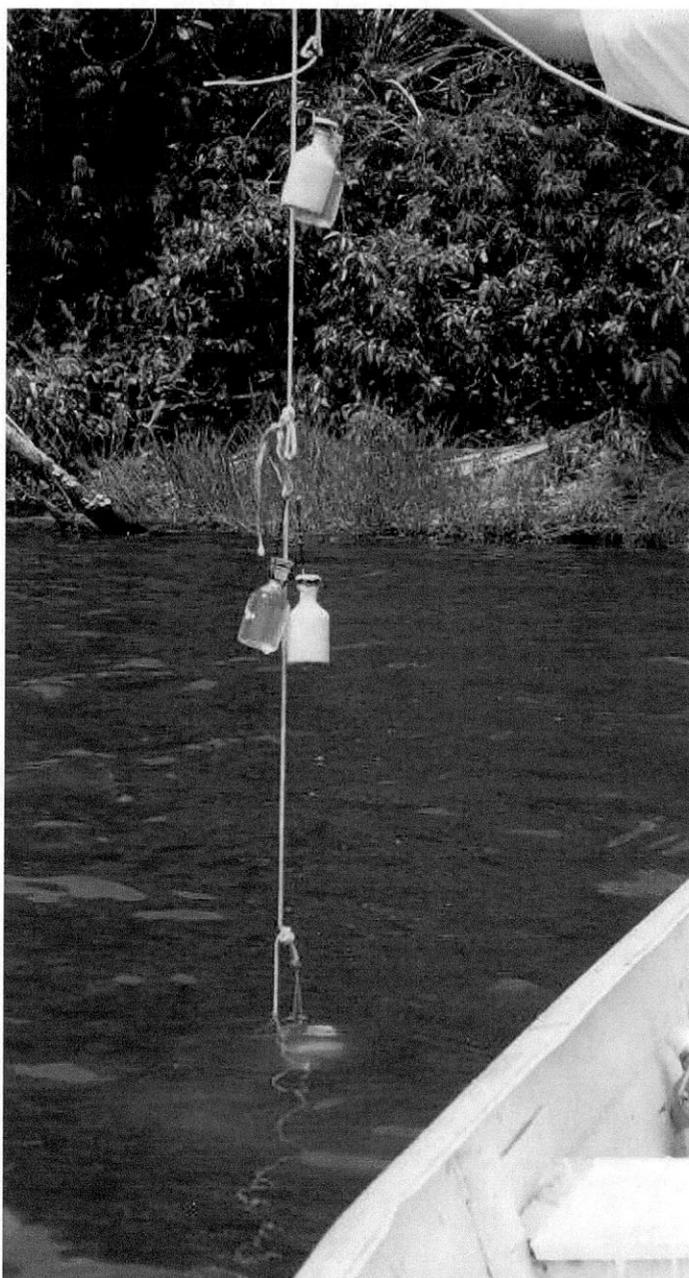


Foto 3. Batería de Incubación para una estación de muestreo



Foto 4. Medida del Oxígeno disuelto mediante el método de Winkler

3.2.5.3. BIOMASA FITOPLANCTÓNICA

La biomasa fitoplanctónica (clorofila a) se obtuvo de los 3 estratos de la columna de agua, que fueron las mismas para determinar la productividad primaria, por cada estrato se filtraron 10 litros de agua a través de una red de plancton de 45 μ de malla y concentrándola a 350 ml promedio y conservadas en frascos de 500 ml (Foto 5). Luego estas muestras fueron colocadas en un recipiente completamente cerrado, conteniendo hielo y trasladado al Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas (Foto 6).



Foto 5. Filtración del agua para el análisis de la biomasa fitoplanctónica



Foto 6. Transporte de las muestras al laboratorio

Para obtener la Biomasa Fitoplanctónica se empleó el método descrito por Roldan (1992) y Esteves (1989) (Foto 7) que tiene los siguientes pasos:

1. Se filtró un volumen de agua de 350 ml aproximadamente a través de un filtro de membrana marca Whatman de 0,45 μm .
2. Se procedió a extraer la clorofila cuando el filtro de membrana se encontraba seco. En dicha extracción se usaron 5 ml de etanol al 96 %; una vez extraído el pigmento las muestras fueron colocadas en tubos de ensayo y estos a su vez colocados en condiciones de oscuridad y frío (-15 ó -20 °C) por un periodo de 12 horas.
3. Luego del tiempo transcurrido se procedió a colocar los tubos de ensayos en una centrífuga manual a una velocidad de 200 rpm durante 10 minutos.
4. Después se decantó el líquido sobrenadante en una cubeta y se procedió a realizar las lecturas de absorbancia a 665 y 750 nm, usando como blanco la misma solución de etanol al 96 %
5. Luego de la primera lectura, se añadió al extracto una gota de ácido clorhídrico 4N, se procedió a mezclar y se dejó reposar por espacio de 5 minutos, luego se volvió a leer un segundo espectro de absorción a las mismas longitudes onda (665 y 750nm). También se usó como blanco la solución de etanol al 96%.

La concentración final de clorofila "a" y feopigmentos se calculó empleando la ecuación de Lorentzen (1967) citado por

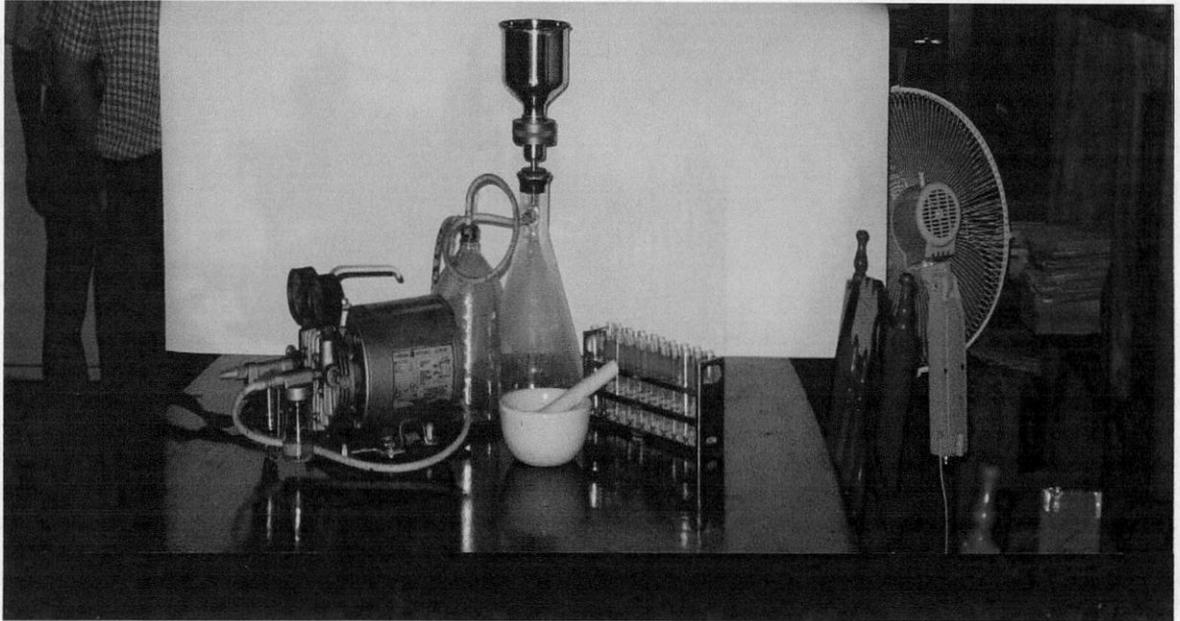


Foto 7. Equipo empleado para la Filtración de las muestras de agua

Roldan (1992), la misma que se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Conc. De clorofila "a"} = 26.73 (A664_b - A665_a) v / Vz$$

$$\text{Conc. De feopigmentos} = 26.73 \times 1.7 (A665_a - A664_b) v / Vz$$

donde :

A : Absorbancia.

a : antes de añadir HCL.

b : después de añadir HCL.

v : volumen del solvente empleado.

V : volumen del agua filtrada.

z : longitud de la cubeta.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el análisis de los datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 9.00. La determinación de las diferencias estadísticamente significativas entre los valores de la productividad primaria y la biomasa expresadas en unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) y en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$), se hizo con la prueba de Student ($p < 0.05$).

Se realizó la prueba del ANVA, para determinar diferencias estadísticamente significativas de Productividad primaria bruta, Productividad primaria neta, Respiración, clorofila a y feopigmentos (Ft y Fc), para ello se consideró como fuentes de variación los sitios y las fechas de muestro, al encontrar las significancias ideales se realizó la prueba HSD de Tukey ($p < 0.015$), para conocer con precisión las diferencias estadísticamente significativas.

Y para conocer como se relacionan los parámetros físico químicos con la productividad primaria bruta, productividad primaria neta, respiración, clorofila a y los feopigmentos se realizó el análisis de correlación simple. además se evaluaron los componentes principales, para ello se utilizó el programa estadístico del SPSS versión 9.0.

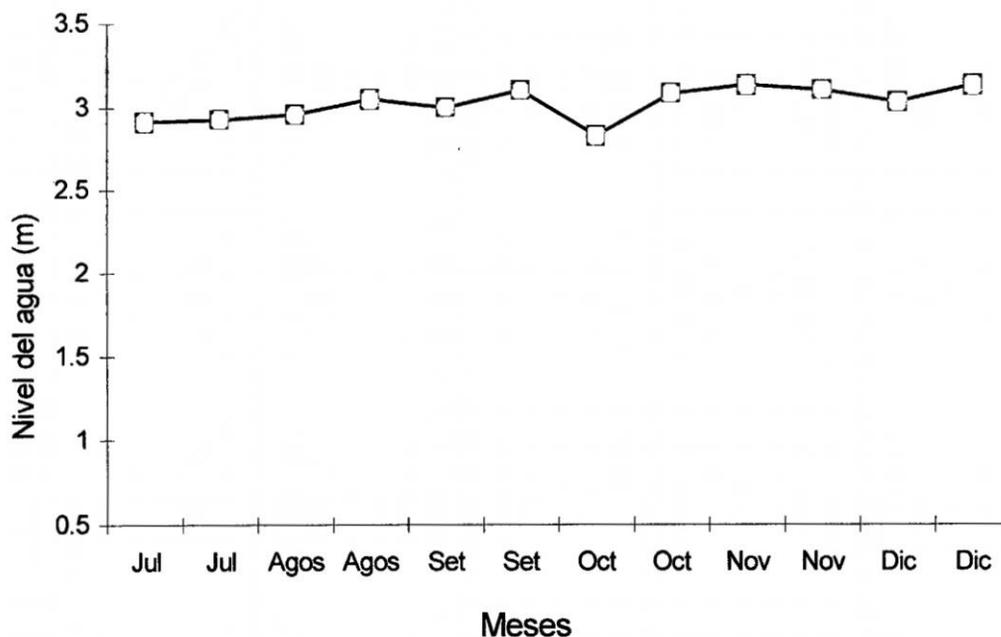
IV. RESULTADOS.

4.1. PARÁMETROS MORFOMETRICOS

4.1.1 NIVEL DEL AGUA

Durante el periodo de estudio la laguna Quistococha mostró poca variación en el nivel del agua, manteniéndose relativamente estable, notándose un valor máximo en el mes de diciembre (3.15 m). En octubre se registró el valor mínimo (2.83 m). Sin embargo, desde el mes de julio el nivel del agua fue incrementándose temporalmente esta tendencia se mantuvo durante todo el año, exceptuando el mes donde se presentó el valor mínimo (Fig 01)

Fig. 01. Nivel del agua Laguna Quistococha (1999)



4.2. PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS

4.2.1. TEMPERATURA DEL AGUA. (T°)

La temperatura del agua está derivada directamente de la radiación solar, juega un papel fundamental en la regulación de numerosos procesos físicos, químicos y biológicos que se llevan a cabo en los ecosistemas acuáticos. Las plantas verdes y las algas en el agua, son la puerta de entrada a través del cual la energía solar se convierte en energía química. Los valores se expresaran en ° C.

La temperatura del agua fue alta durante todo el verano, siendo Setiembre y Octubre los meses mas calurosos y es precisamente en setiembre donde se registra la temperatura mas alta (31.9 °C). Durante los dos primeros meses de muestreo las temperaturas fueron las mas bajas, registrándose el valor mas bajo en el mes de julio (28.15 °C) (Tabla 7 – Anexo y Fig. 2).

Existe una relación inversa entre la temperatura y la Conductividad eléctrica en las tres estaciones de muestreo, en los dos primeros meses de muestreo la temperatura presenta valores bajos y la Conductividad eléctrica presenta valores altos, a partir del mes de setiembre la temperatura se incrementa, es ahí que la Conductividad eléctrica, presenta valores bajos, esta tendencia se mantiene hasta el último mes de muestreo en Diciembre (Fig. 03).

En lo que respecta a la temperatura con los sólidos totales disueltos (TDS), presenta relación inversa, ya que a menor temperatura mayor es la concentración de los TDS, esto ocurre en los dos primeros meses de muestreo en las tres estaciones, y es a partir del mes de setiembre cuando se produce el incremento de la temperatura que los sólidos totales disueltos (TDS) tienden a

disminuir (Fig. 04).

La temperatura frente al Hierro, en lo que respecta a éste parámetro la temperatura mantiene la misma tendencia de comportamiento inverso, es decir a temperaturas menores hay mayor concentración del hierro y cuando la temperatura se incrementa la concentración del hierro disminuye (Fig. 05).

Fig. 02. Valores promedios de Temperatura por estación
Laguna Quistococha (1999).

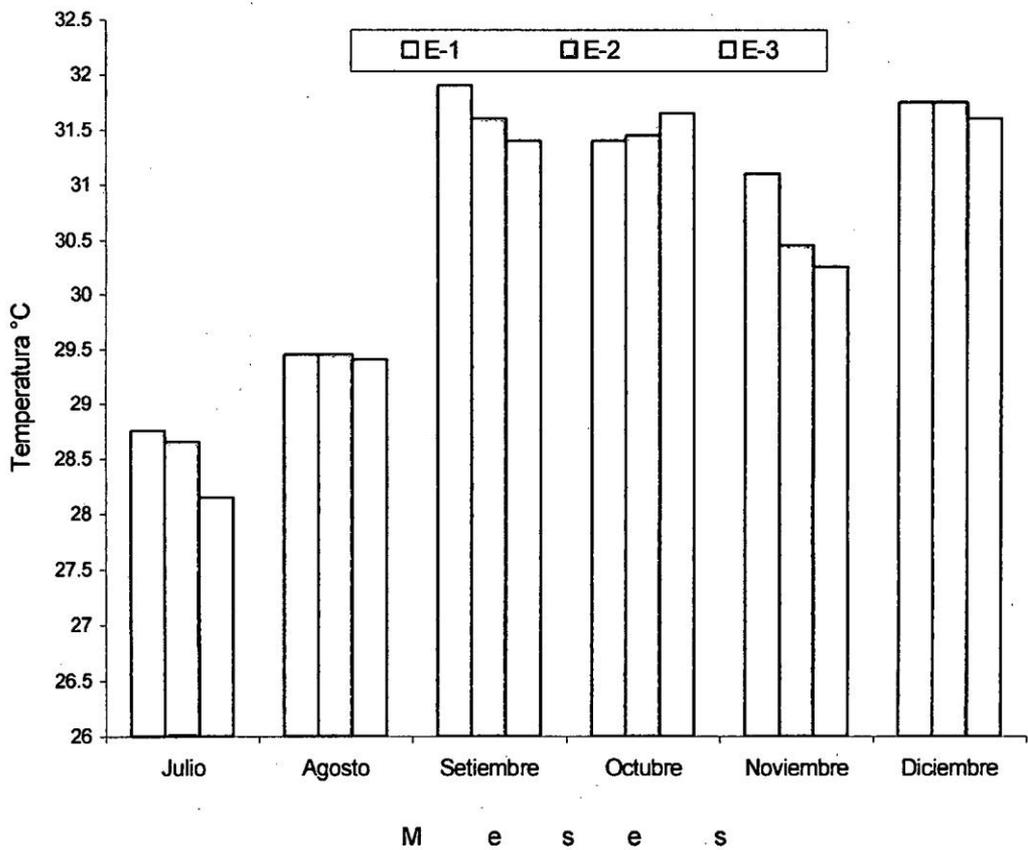
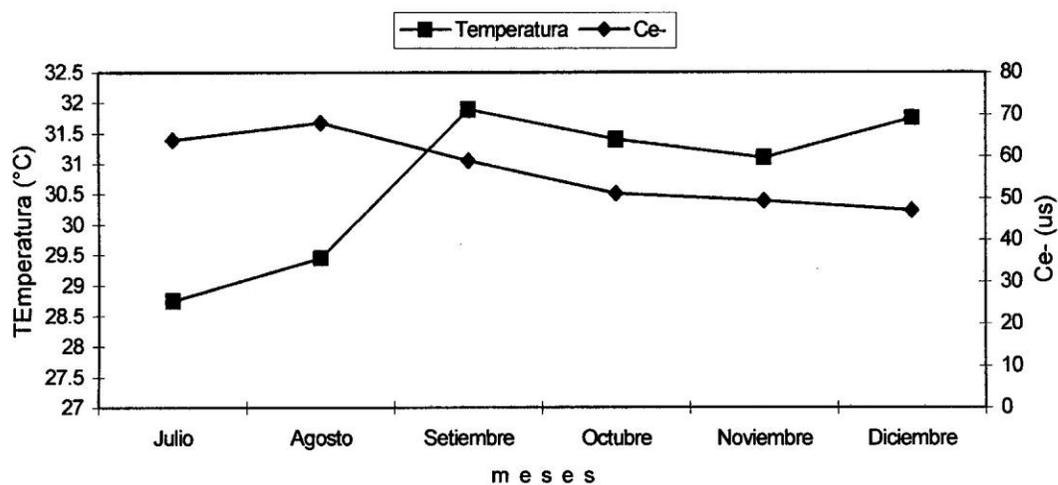
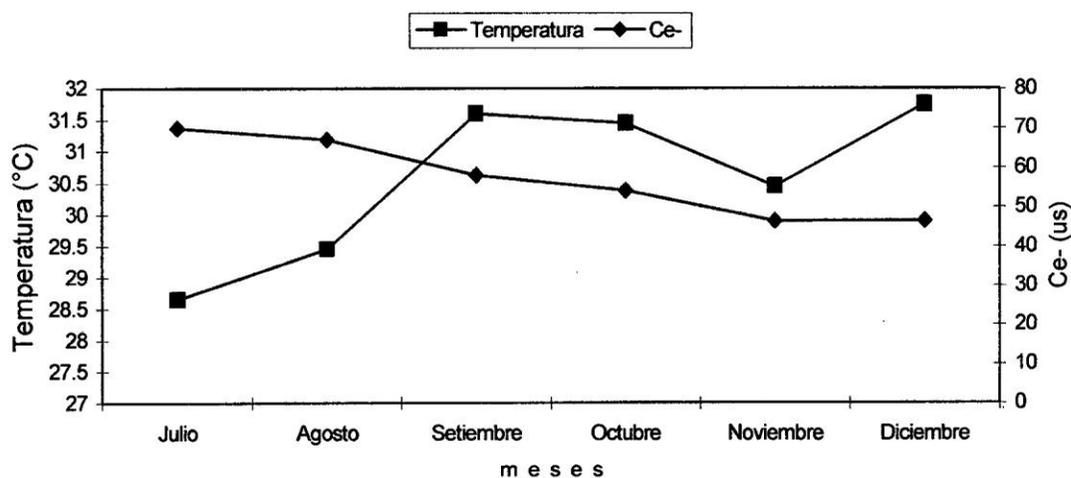


Fig.03. Temperatura vs. Conductividad Eléctrica. Estación 1. Laguna Quistococha (1999)



Temperatura vs. Conductividad Eléctrica. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)



Temperatura vs. Conductividad Eléctrica. Estación 3. Laguna Quistococha (1999)

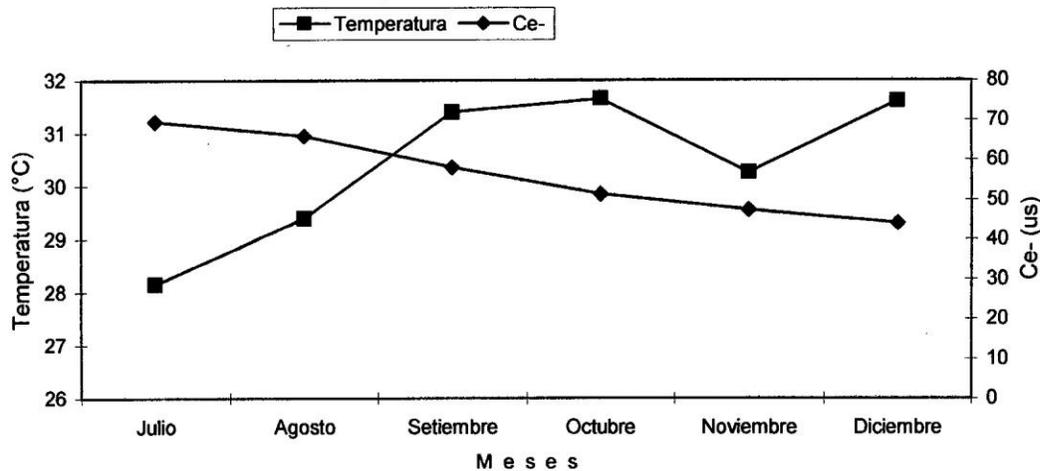
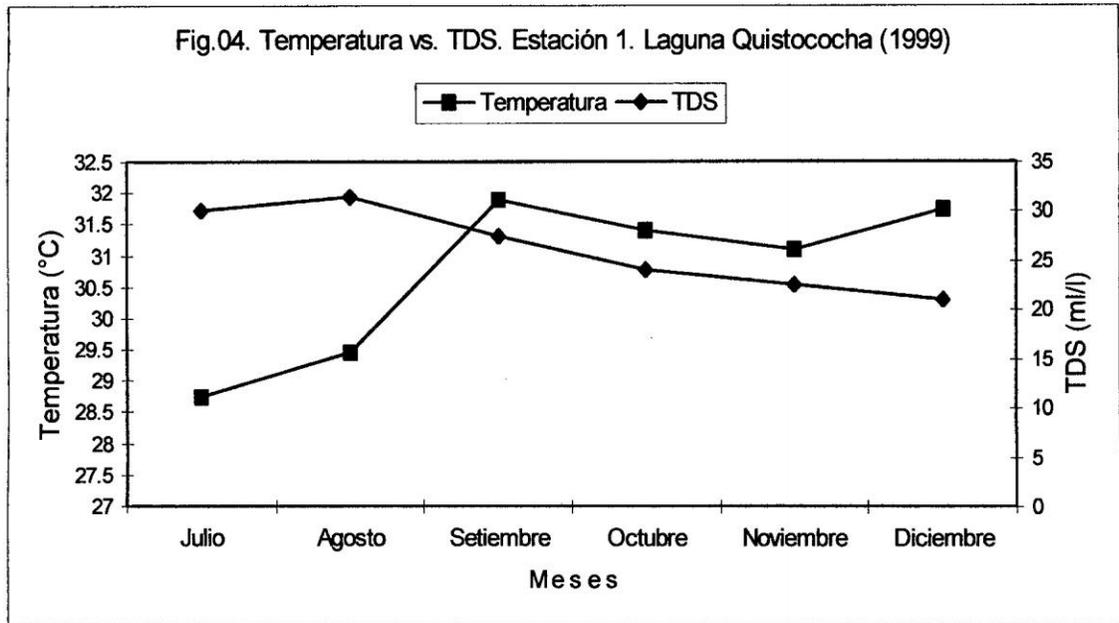
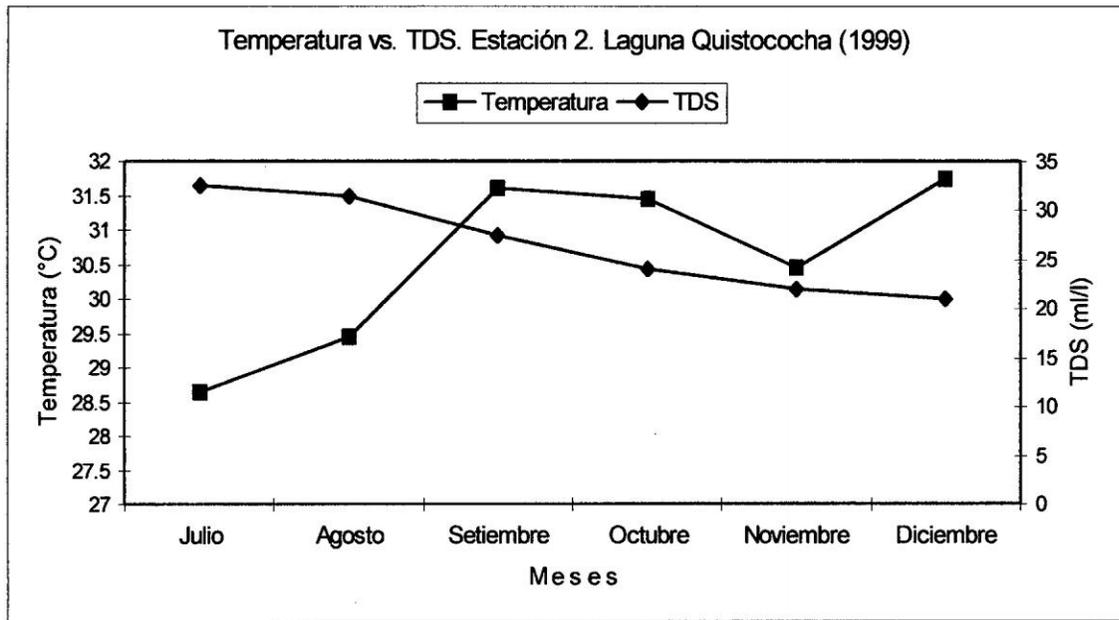


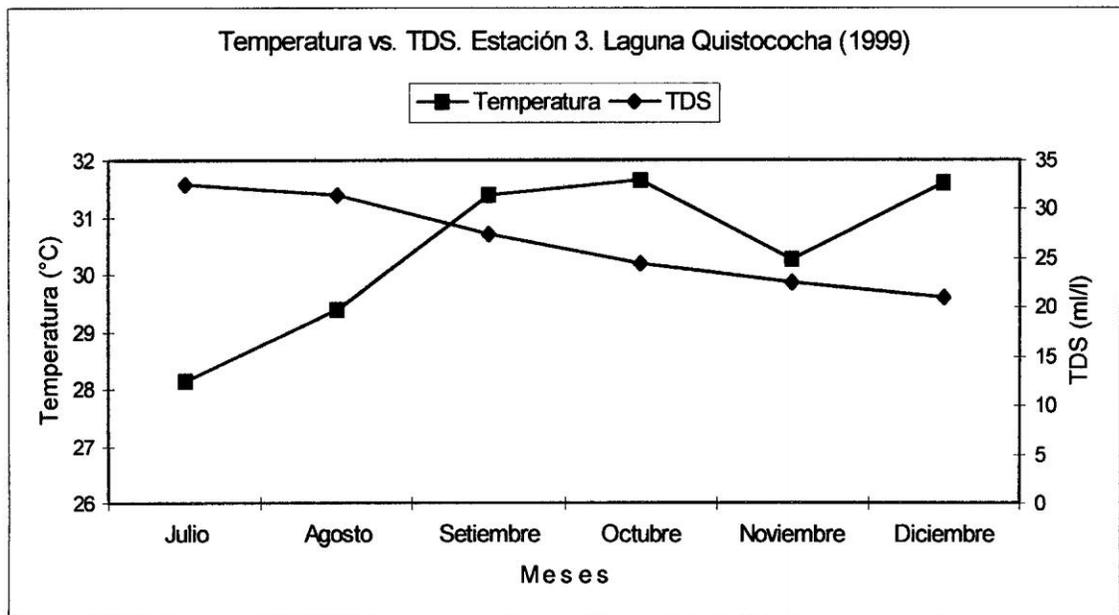
Fig.04. Temperatura vs. TDS. Estación 1. Laguna Quistococha (1999)

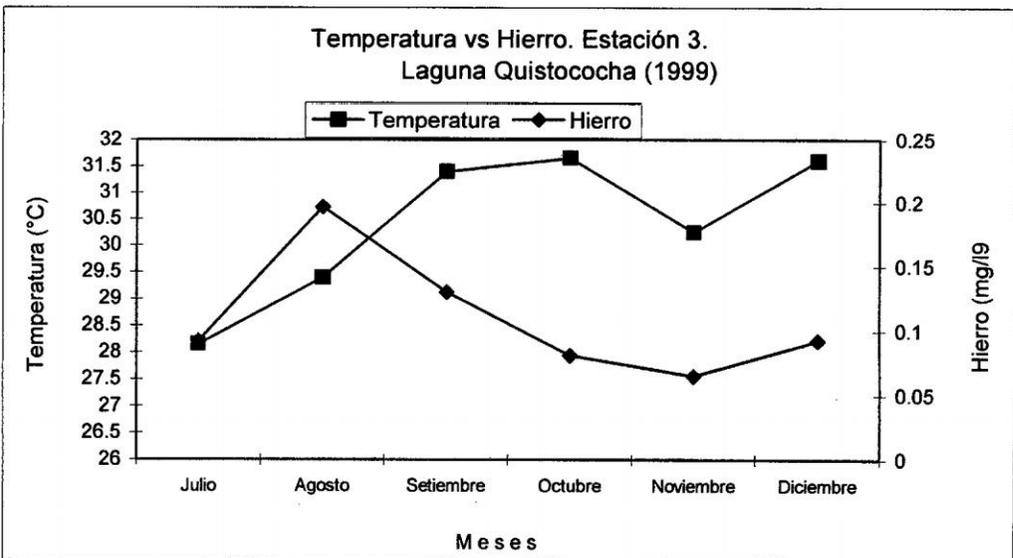
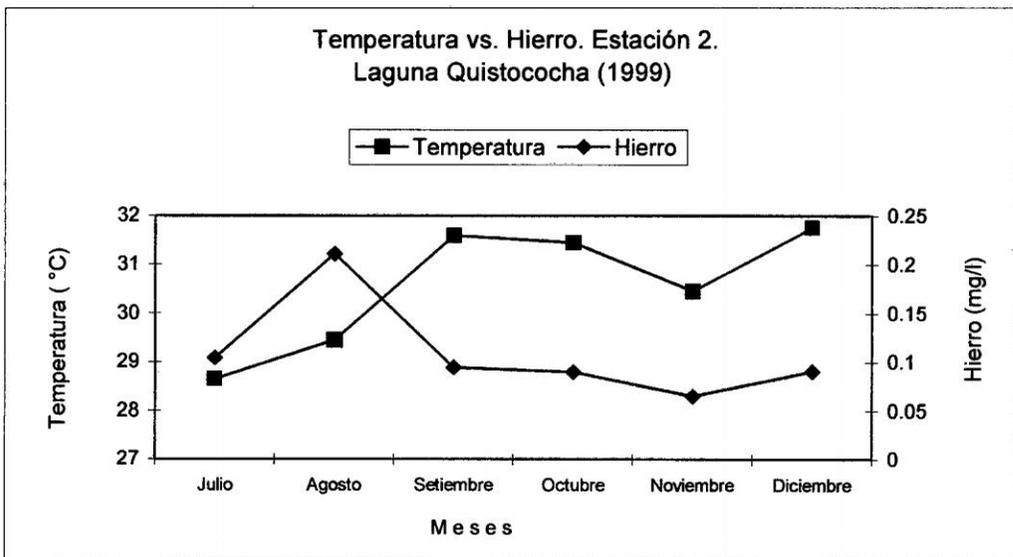
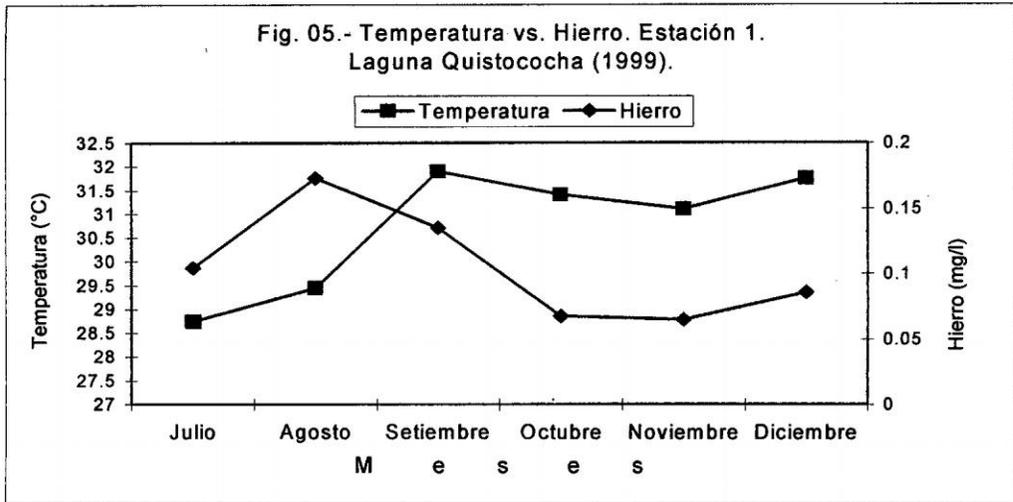


Temperatura vs. TDS. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)



Temperatura vs. TDS. Estación 3. Laguna Quistococha (1999)





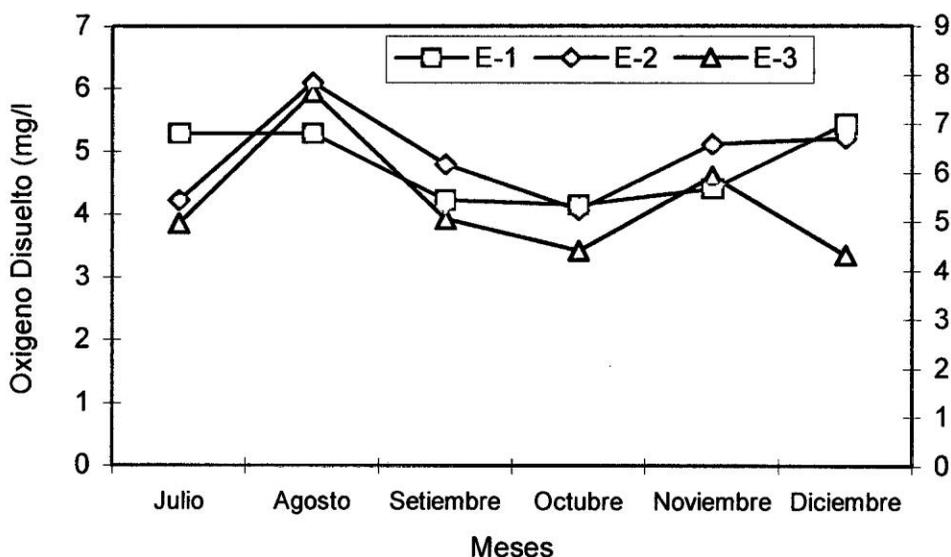
4.2.2. OXIGENO DISUELTO (mg/l).

El oxígeno, como indicador de las reacciones biológicas y bioquímicas que se llevan a cabo en el agua (Wetzel & Likens, 2000), es uno de los compuestos mas importantes para el metabolismo del ecosistema y para la biota acuática (Margalef, 1983). El O₂ en el agua, proviene de varias fuentes; desde la atmósfera por difusión directa, por efecto de los vientos que mezclan las capas superficiales de los ecosistemas acuáticos o producto del proceso fotosintético de las microalgas y plantas acuáticas que tengan sus hojas debajo del agua. Los procesos de consumo o respiración del gas nos indican lo opuesto (Margalef, 1983; Esteves, 1988).

Los registros del oxígeno en el área de estudio presentaron valores entre 4.07 mg/l y 7.65 mg/l. Se registró una ligera disminución de este gas disuelto en el agua en los meses de Setiembre y de Octubre, reportándose el registro mas alto en la estación 2 (centro de la laguna), en el mes de Agosto. El oxígeno disuelto muestra algo de variabilidad entre las estaciones de muestreo, pero podemos afirmar que este ambiente fue estable durante todo el periodo de muestreo (Tabla 8 Anexo y Fig. 06).

Fig. 06. Oxígeno Disuelto (mg/l) por estación de muestreo

Laguna Quistococha (1999)



4.2.3. pH

Es una de las variables más importantes y su uso permite conocer la dinámica de los procesos de producción y respiración que ocurren en los ecosistemas acuáticos (Wetzel & Lickens, 2001). El pH hace relación a la concentración de iones Hidrógeno (H^+) libres en el agua que se presentan en un momento dado. Cuando predominan los procesos de respiración y descomposición, se incrementan los H^+ mientras que disminuyen en las condiciones opuestas de producción.

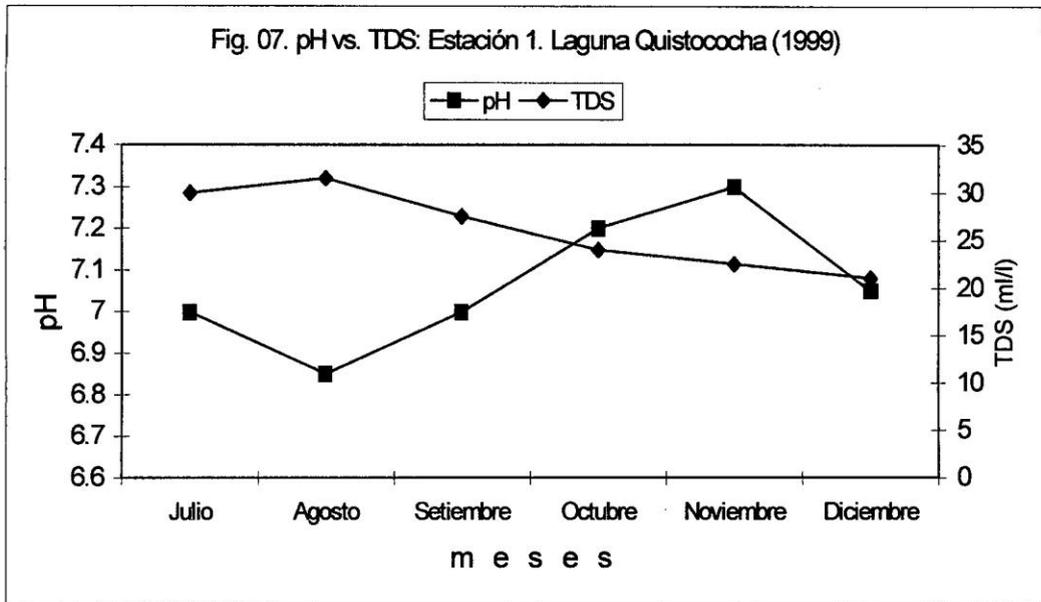
Durante el periodo de estudio el pH se mantiene relativamente cerca a la neutralidad en las tres estaciones de muestreo, el valor mas

alto se registra en el mes de noviembre (7.3) para las estaciones 1 y 2, mientras que en la estación 3 el valor mas alto se registra en Octubre (7.1). Registrándose el valor mas bajo en el mes de agosto (6.85), para las tres estaciones de muestreo (Tabla 8 - Anexo)

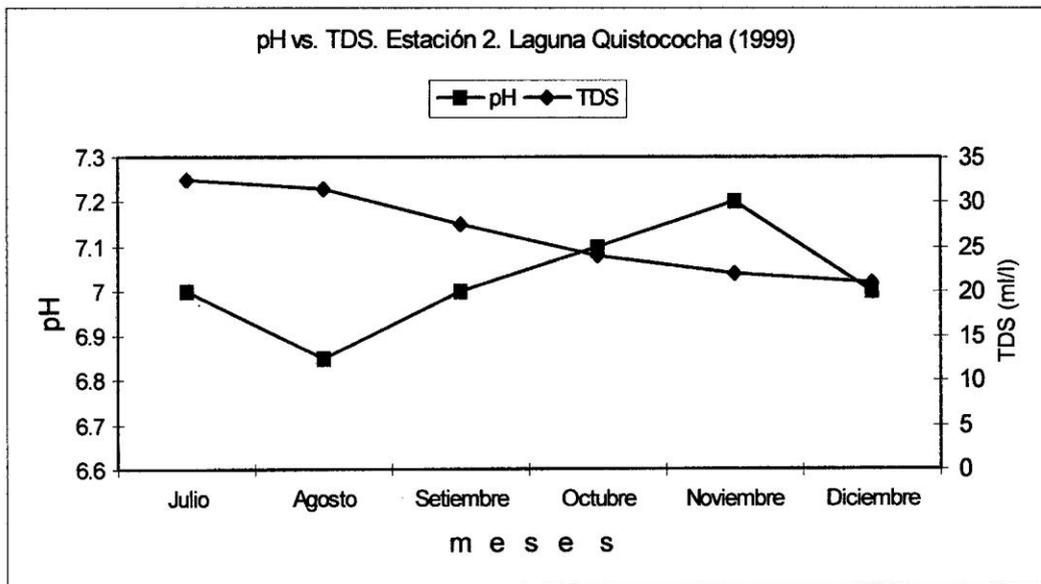
El comportamiento del pH con respecto a los sólidos totales disueltos presenta una relación inversa. Así mientras el pH registra valores bajos, los sólidos totales disueltos (TDS) registran valores altos, esto se presenta en los tres primeros meses de muestreo. Sin embargo durante el mes de Octubre ocurre un cambio que se mantiene hasta el último mes de muestreo, donde los valores del pH se incrementan y los valores TDS disminuyen, en las tres estaciones de muestreo (Fig. 07).

El pH y el hierro también presentan relación inversa, registrándose en los tres primeros meses de muestreo valores altos del pH y concentraciones bajas del hierro, sin embargo ocurre un cambio a partir del mes de Octubre que se mantiene así hasta el mes de Diciembre, en donde el pH disminuye y la concentración del hierro se incrementa en las tres estaciones de muestreo (Fig. 08).

Fig. 07. pH vs. TDS: Estación 1. Laguna Quistococha (1999)



pH vs. TDS. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)



pH vs. TDS. Estación 3. Laguna Quistococha (1999)

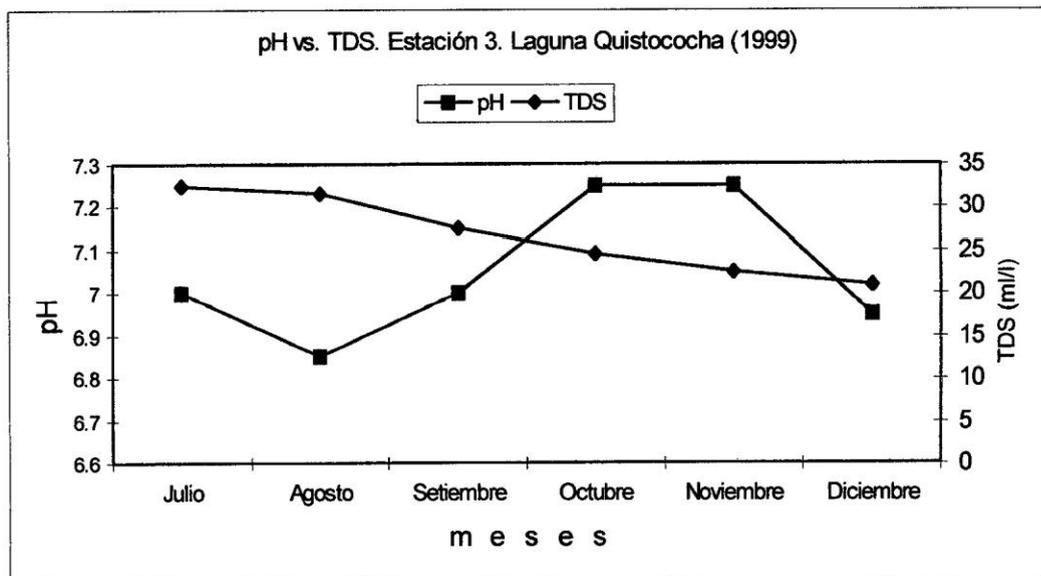
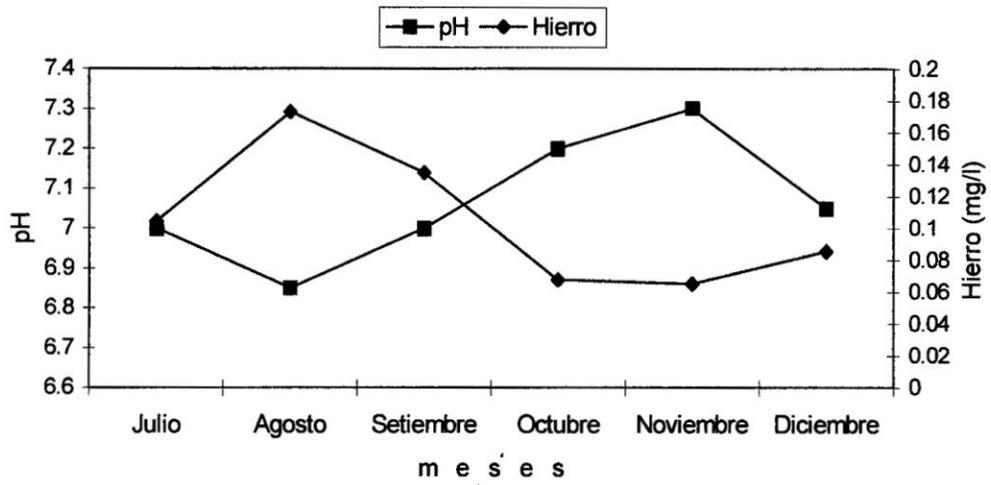
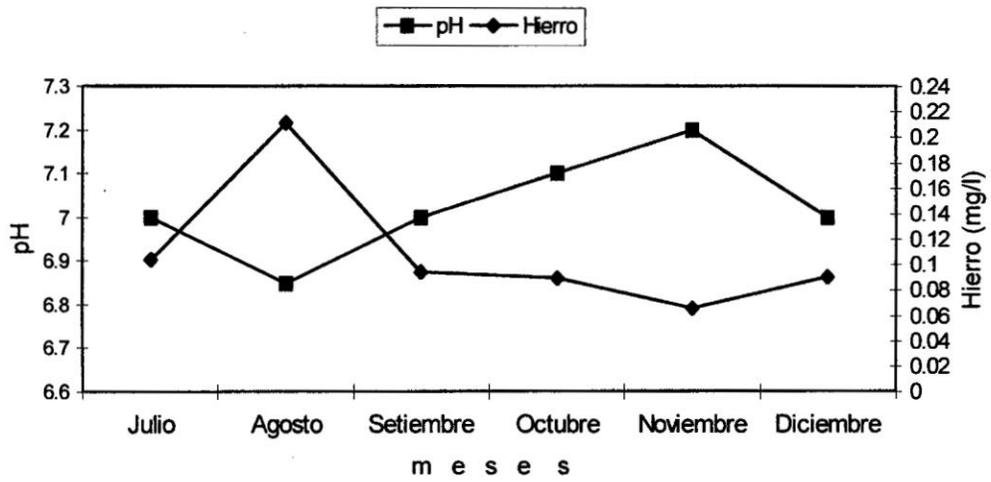


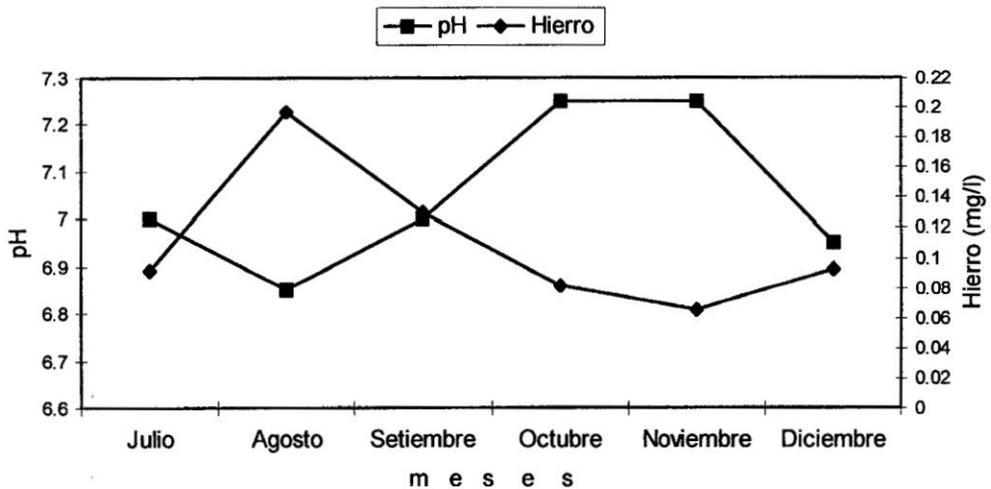
Fig.08. pH vs. Hierro. Estación 1. Laguna Quistococha (1999)



pH vs. Hierro. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)



pH vs. Hierro. Estación 3. Laguna Quistococha (1999)



4.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μs)

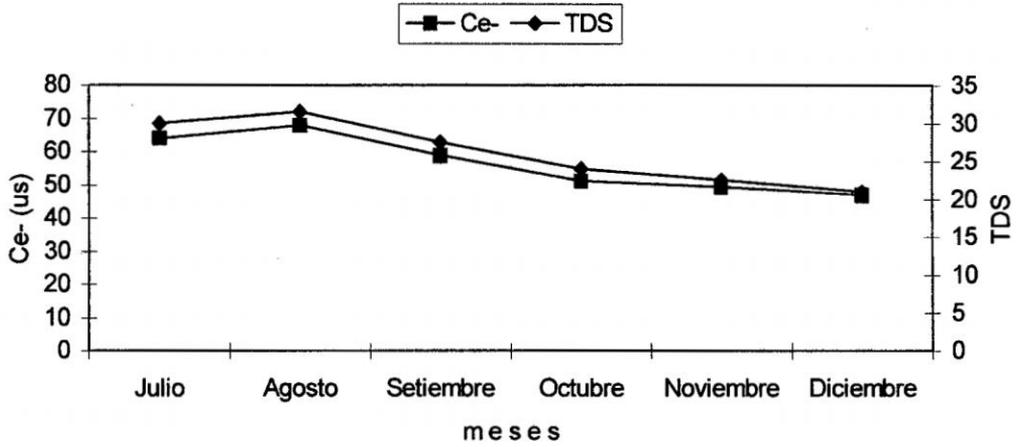
Se refiere a la capacidad de una solución para conducir corriente eléctrica, la cual está sujeta a la presencia de iones y a su concentración (Esteves, 1988). Por lo tanto, si hay mayor concentración iónica o grado de mineralización será mayor la conductividad. A través de ella se puede conocer mucho acerca del metabolismo de un ecosistema acuático. Además, altas diversidades de especies corresponden a menudo a bajos valores de conductividad y viceversa.

La conductividad en la laguna Quistococha presenta un rango promedio mensual entre 63.9 μs en Julio a 46.95 μs en Diciembre (Estación 1), de 69.6 μs en Julio a 46.45 μs Diciembre (Estación 2) y de 69.6 μs en Julio a 44.05 μs en Diciembre (Estación 3). El valor máximo de conductividad se presenta en Julio (69.9 μs) en la Estación 2 y el valor mínimo en Diciembre (44.05 μs) en la Estación 3 (Tabla 7 - Anexo).

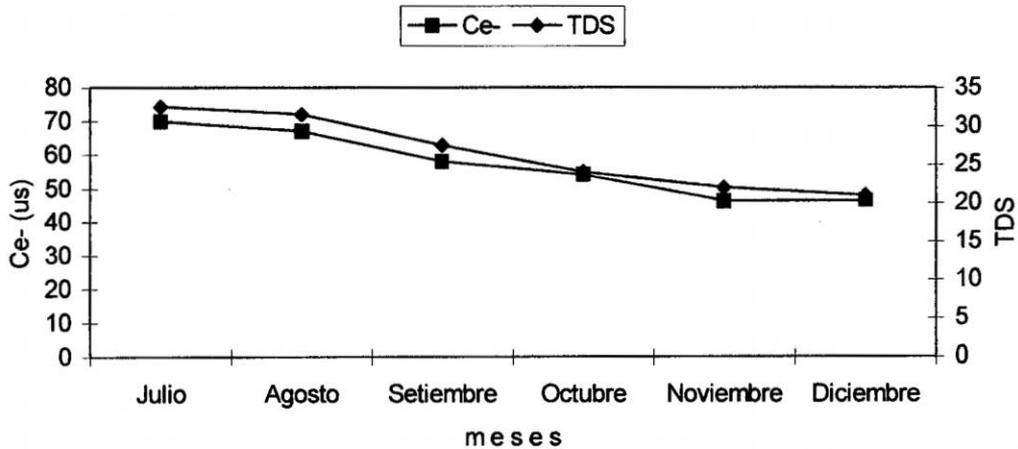
La conductividad eléctrica presenta relación directa con TDS, durante los dos primeros meses de muestreo, ambos parámetros presentan valores altos en las tres estaciones. A partir del mes de Setiembre ambos parámetros declinan, manteniéndose esta tendencia hasta el último mes del muestreo (Fig. 9).

La relación de conductividad eléctrica con el hierro es inversa, ya que a mayor Conductividad Eléctrica la concentración de hierro es menor, esto se presenta en las tres estaciones de muestreo, excepto en el mes de Agosto, donde se registra un ligero incremento del hierro (Fig. 10).

Fig.09. Conductividad eléctrica. vs. TDS. Estación 1.
Laguna Quistococha (1999)



Conductividad eléctrica. vs. TDS. Estación 2.
Laguna Quistococha (1999)



Conductividad eléctrica. vs. TDS. Estación 3.
Laguna Quistococha (1999)

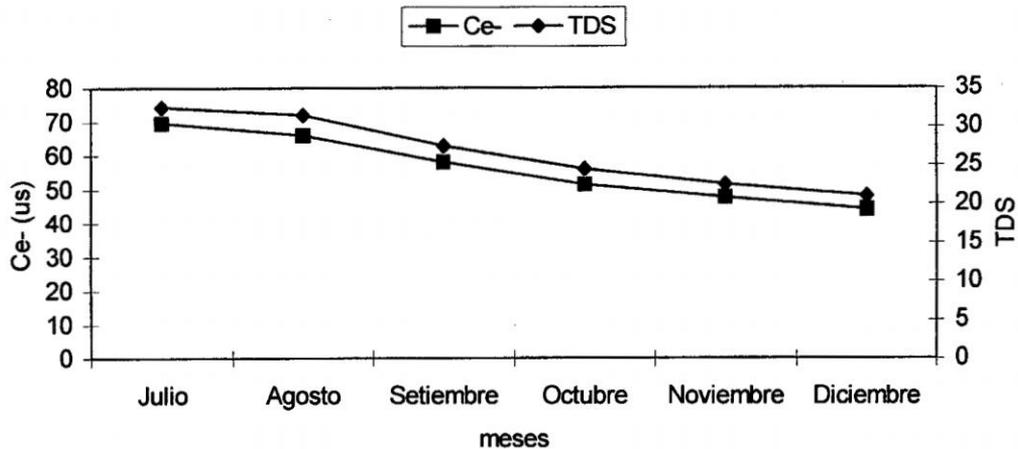
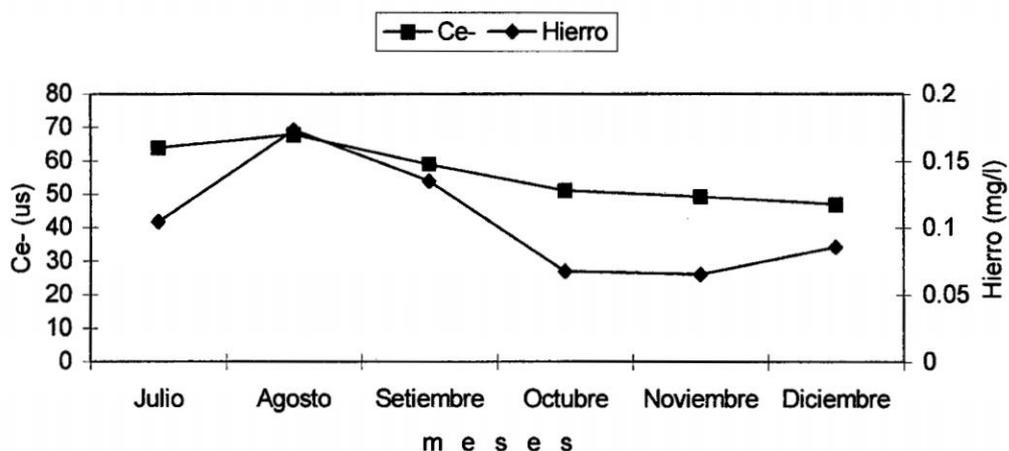
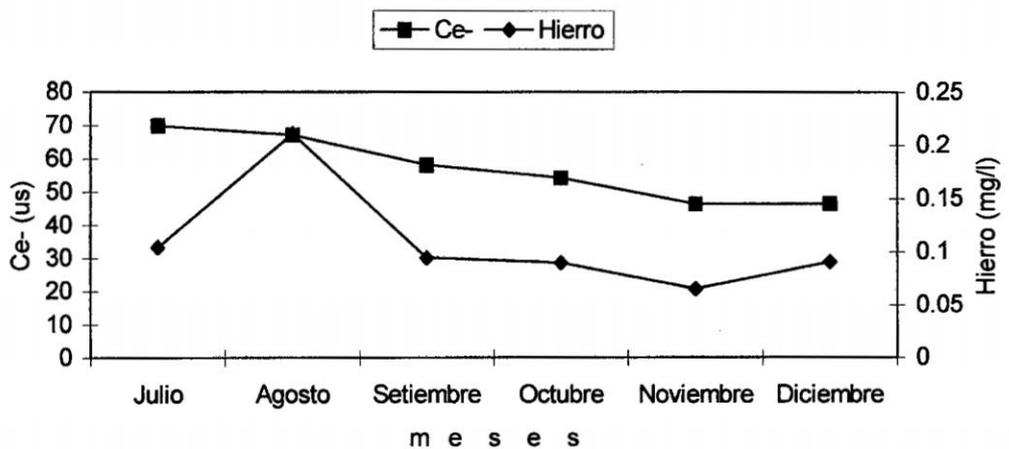


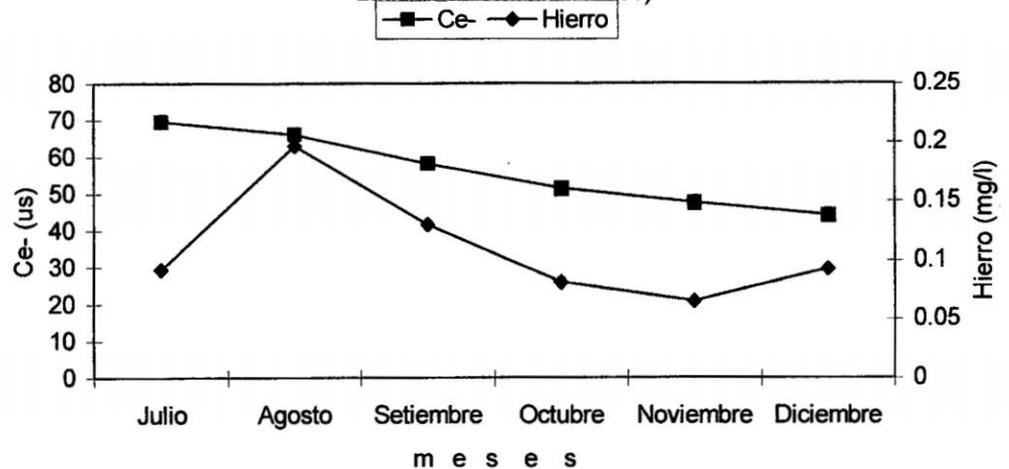
Fig.10. Conductividad eléctrica. vs. Hierro. Estación 1.
Laguna Quistococha (1999)



Conductividad eléctric- vs. Hierro. Estación 2.
Laguna Quistococha (1999)



Conductividad eléctrica. vs. Hierro. Estación 3.
Laguna Quistococha (1999)



4.3. PARÁMETROS METABÓLICOS

4.3.1. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y BIOMASA EXPRESADO EN UNIDADES DE VOLUMEN ($\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). LAGUNA QUISTOCOCHA (1999)

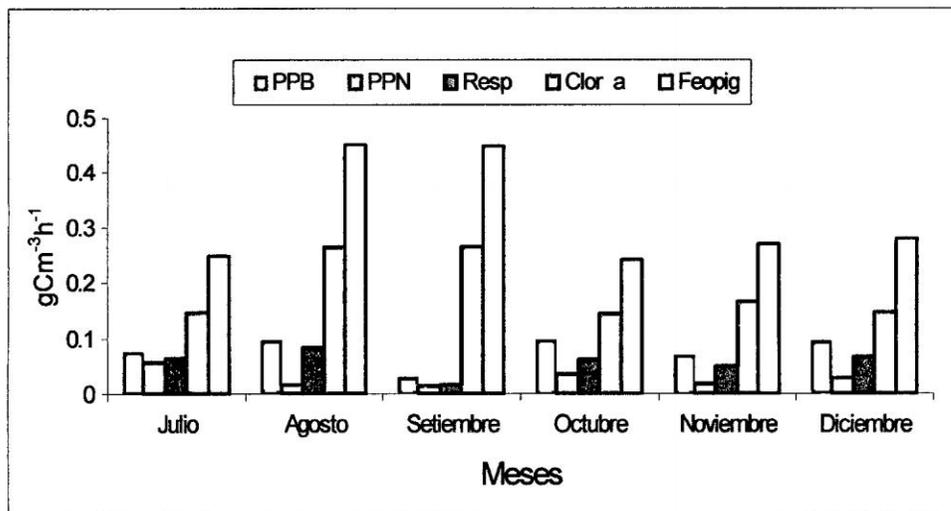
El valor máximo de Productividad Primaria Bruta (PPB) se registró en la estación 2 ($0.188 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) durante la segunda evaluación del mes de Agosto, sin embargo el valor mínimo se registró en la Estación 1 ($0.02110 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) en la segunda evaluación del mes de Setiembre. En el caso de PPN, el valor máximo se registra también en la Estación 2 ($0.129 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) durante la segunda evaluación del mes de Agosto, mientras que el valor mínimo se registró en la Estación 1, con $0.001 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ en la primera evaluación del mes de Agosto. La Respiración presentó un valor máximo de $0.111 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ en la Estación 3, durante el primer muestreo del mes de Noviembre y el valor mínimo se registra en la Estación 1, durante el segundo muestreo del mes de Setiembre siendo el valor ($0.013 \text{ gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). Para el caso de Clorofila a, el valor máximo se obtuvo en la Estación 2, en el primer muestreo del mes de Julio con un valor de 0.31530 ugl y el valor mínimo se registró en la Estación 1 en el último mes del muestreo, el valor fue de 0.101 ugl . Para los feopigmentos el valor máximo encontrado fue de 0.714 ug/l , en la Estación 2, en el primer muestreo del mes de Julio, mientras que el valor mínimo fue de 0.211 ug/l registrándose en la Estación 1 durante el primer muestreo del mes de Noviembre (TABLA 1).

Tabla 1. Productividad Primaria y Biomasa, en unidades de volumen (gCm⁻³h⁻¹). Laguna Quistococha (1999)

Fechas de muestreo	ESTACIONES DE MUESTREO														
	ESTACION 1					ESTACION 2					ESTACION 3				
	PPB	PPN	R	Clr a	Feo	PPB	PPN	R	Clr a	Feo	PPB	PPN	R	Clr a	Feo
	(gCm-3h-1)					(gCm-3h-1)					(gCm-3h-1)				
17/9/99	0.114	0.096	0.099	0.105	0.178	0.063	0.026	0.037	0.315	0.714	0.133	0.073	0.060	0.210	0.35
31/7/99	0.038	0.010	0.026	0.185	0.317	0.050	0.255	0.025	0.143	0.211	0.073	0.048	0.025	0.175	0.29
14/8/99	0.089	0.001	0.087	0.315	0.536	0.122	0.092	0.030	0.315	0.363	0.182	0.080	0.101	0.311	0.50
28/8/99	0.106	0.029	0.076	0.213	0.363	0.188	0.129	0.058	0.373	0.687	0.143	0.042	0.101	0.262	0.44
14/9/99	0.042	0.022	0.020	0.264	0.449	0.122	0.051	0.070	0.157	0.406	0.097	0.056	0.041	0.157	0.26
25/9/99	0.021	0.074	0.013	0.262	0.446	0.059	0.038	0.021	0.315	0.460	0.114	0.063	0.051	0.229	0.39
9/10/99	0.094	0.049	0.045	0.181	0.303	0.076	0.030	0.045	0.178	0.303	0.097	0.026	0.071	0.175	0.29
27/10/99	0.097	0.021	0.076	0.105	0.178	0.046	0.021	0.025	0.159	0.270	0.084	0.008	0.076	0.159	0.27
13/11/99	0.085	0.014	0.070	0.194	0.330	0.029	0.009	0.020	0.124	0.211	0.139	0.027	0.111	0.155	0.26
26/11/99	0.051	0.024	0.286	0.136	0.205	0.059	0.018	0.040	0.186	0.317	0.071	0.051	0.020	0.194	0.33
10/12/99	0.105	0.019	0.086	0.190	0.324	0.072	0.026	0.045	0.225	0.384	0.063	0.033	0.030	0.140	0.23
29/12/99	0.084	0.038	0.046	0.101	0.232	0.105	0.060	0.045	0.175	0.297	0.084	0.039	0.045	0.175	0.29

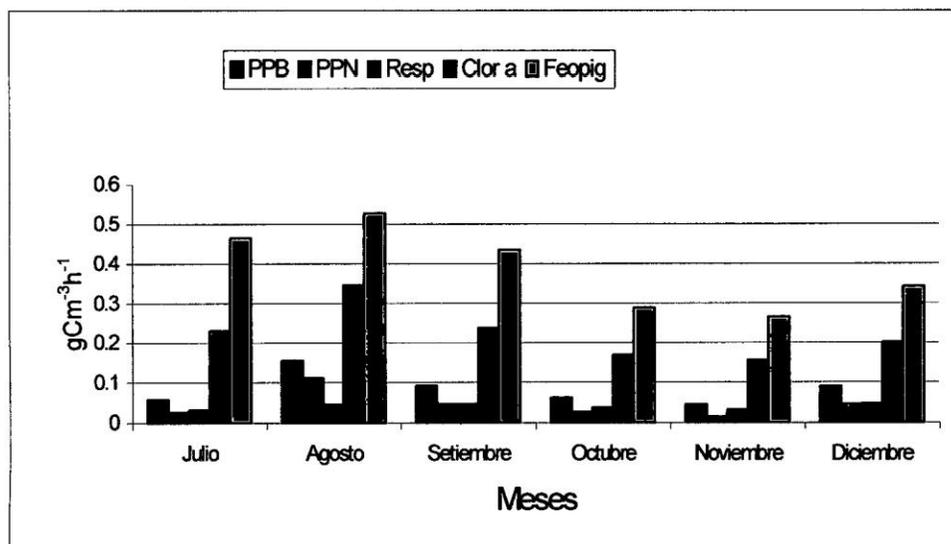
El valor promedio máximo de la PPB se registró en el primer muestreo del mes de Agosto ($0.0975 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$), el valor promedio mínimo en el mes de Setiembre ($0.0316 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$); En el caso de PPN se observa que el valor mínimo se registra en el mes de setiembre ($0.0148 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$), mientras que el valor máximo se registró en Julio ($0.0535 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$). Por otro lado la respiración alcanzó el valor máximo en el mes de agosto ($0.0819 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$) y el mínimo en setiembre ($0.0167 \text{ gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$). La clorofila a tuvo el valor promedio máximo en el mes de Agosto (0.2645 ug/l) y el promedio mínimo en octubre (0.1432 ug/l). Mientras que los feopigmentos presentó el valor promedio máximo durante el mes de Agosto (0.4496 ug/l) y el valor promedio mínimo en Octubre (0.2411 ug/l) (Fig 11).

Fig. 11. Valores Promedio de Productividad y Biomasa. En unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$) Estación 1. Laguna Quistococha (1999)



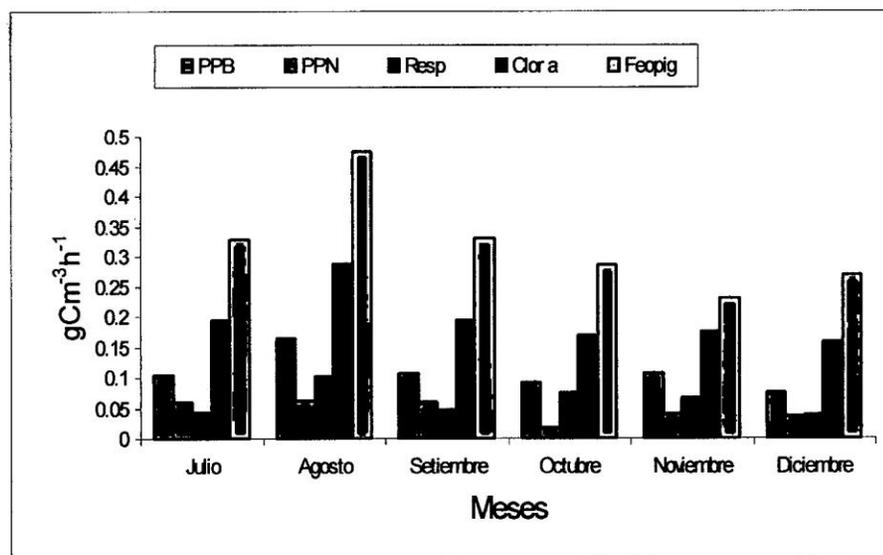
El valor promedio mínimo para la PPB fue de $(-0.0445 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$ en el mes de Noviembre y el valor promedio máximo se registró en Agosto $(0.1555 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$; en el caso de PPN el valor promedio mínimo se presenta en Noviembre $(0.0137 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$, mientras que el valor promedio máximo se registra en Agosto $(0.1110 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$. Por otro lado la Respiración alcanzó el valor promedio máximo en Setiembre $(0.0457 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$ y el promedio mínimo se obtuvo en Noviembre $(0.0307 \text{ gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$. La clorofila a, tuvo el valor promedio máximo en Agosto (0.3442 ug/l) y el valor promedio mínimo (0.1554 ug/l) se presenta en Noviembre. Para el caso de los feopigmentos el valor promedio máximo se presenta en Agosto (0.5255 ug/l) y el valor promedio mínimo en Octubre (0.2873 ug/l) (Fig 12).

Fig. 12. Valores de Promedio de Productividad y Biomasa en unidades de volumen $(\text{gCm}^{-3}\cdot\text{h}^{-1})$. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)



El valor promedio mínimo de la PPB fue ($0.0743 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) correspondiendo al mes de Diciembre y el promedio máximo ($0.1630 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) durante el mes de Agosto. En el caso de PPN el valor promedio mínimo ($0.0173 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) se registró en el mes de Octubre, mientras que el valor promedio máximo ($0.0614 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) fue en el mes de Agosto. Por otro lado la Respiración alcanza el valor promedio máximo ($0.1015 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) en Agosto y el promedio mínimo ($0.0379 \text{ gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) en Diciembre. Para el caso de la clorofila a, el valor promedio máximo (0.2872 ug/l) se registra en Agosto y el promedio mínimo (0.1576 ug/l) en Diciembre. Por otro lado los feopigmentos presentan el máximo valor promedio (0.4749 ug/l) en Agosto y el valor promedio mínimo (0.2679 ug/l) en Diciembre (Fig 13).

Fig. 13. Valores Promedio de Productividad y Biomasa en unidades de volumen. ($\text{gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) Estación 3. Laguna Quistococha (1999)



4.3.2. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EXPRESADO EN UNIDADES DE ÁREA (gCm⁻².h⁻¹) LAGUNA QUISTOCOCHA (1999)

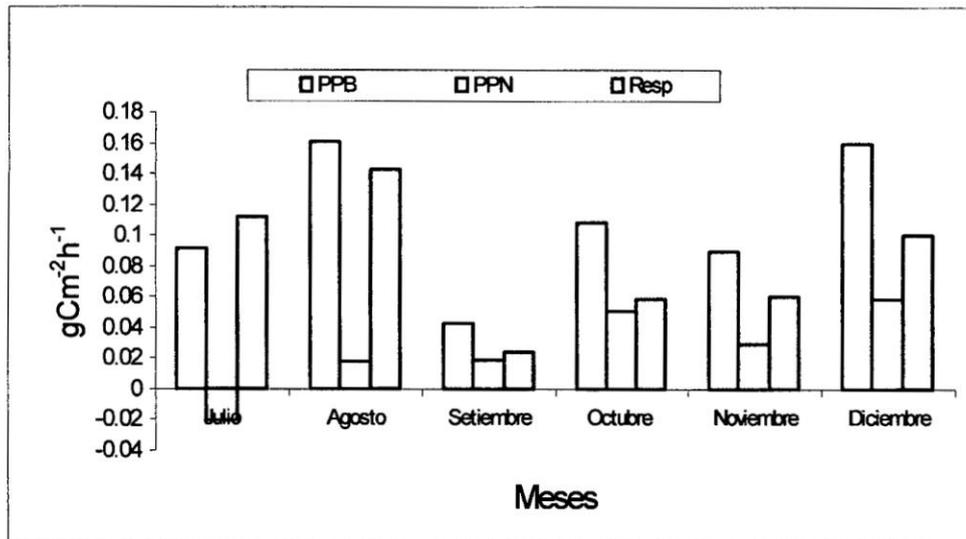
La Productividad Primaria Bruta (PPB) registra un valor máximo de (0.5500 gCm⁻².h⁻¹) y se presenta en la Estación 2, durante la segunda evaluación de Agosto y el valor mínimo se registra en la Estación 1 con (0.0348 gCm⁻².h⁻¹) en la segunda evaluación de Setiembre. En el caso de la PPN el valor máximo que se registra corresponde a la Estación 2 con (0.3766 gCm⁻².h⁻¹) durante la segunda evaluación de Agosto. Mientras que el valor mínimo encontrado fue de (-0.0528 gCm⁻².h⁻¹) en la primera evaluación de Julio en la Estación 1. Para la Respiración el valor mínimo encontrado fue en la Estación 3 (0.0200 gCm⁻².h⁻¹), durante la segunda evaluación de Noviembre y el valor máximo correspondió también a la Estación 3 con (0.4418 gCm⁻².h⁻¹), en la segunda evaluación de Octubre (TABLA 2).

La PPB presenta un valor promedio máximo (0.1605 gCm⁻².h⁻¹) durante el mes de Agosto, y el valor promedio mínimo (0.0446 gCm⁻².h⁻¹) se da en Setiembre. Para el caso de la PPN, el valor promedio mínimo (-0.02011 gCm⁻².h⁻¹) se presenta en Julio, mientras que el valor promedio máximo (0.0588 gCm⁻².h⁻¹) se presenta en Diciembre, y en el caso de la Respiración el valor promedio mínimo (0.0239 gCm⁻².h⁻¹) se presenta en Setiembre y el valor promedio máximo (0.1431 gCm⁻².h⁻¹) se presenta en Agosto (Fig. 14).

**Tabla 2. Productividad Primaria y Biomasa, en unidades de área
(gCm⁻²h⁻¹). Laguna Quistococha (1999)**

Fechas de Muestreo	Estaciones de muestreo								
	Estación 1			Estación 2			Estación 3		
	PPB Xsmf	PPN xsmf	R xsmf	PPB xsmf	PPN xsmf	R 0xsmf	PPB xsmf	PPN xsmf	R xsmf
	(gCm-2h-1)			(gCm-2h-1)			(gCm-2h-1)		
17/07/99	0.1372	-0.0528	0.1901	0.1583	0.0659	0.0924	0.5343	0.1461	0.3882
31/07/99	0.0459	0.0126	0.0333	0.1579	0.1091	0.0488	0.1234	0.0948	0.0285
14/08/99	0.1378	0.0017	0.1361	0.3031	0.2524	0.0506	0.3825	0.1859	0.1965
28/08/99	0.1833	0.0333	0.15	0.5500	0.3766	0.1734	0.2099	0.0631	0.1467
14/09/99	0.0501	0.0245	0.0255	0.2486	0.0804	0.1681	0.1279	0.0707	0.0572
25/09/99	0.0348	0.0124	0.2242	0.1565	0.0913	0.0652	0.2274	0.0779	0.1494
09/10/99	0.0945	0.0495	0.0455	0.2079	0.0352	0.1726	0.187	0.0385	0.1484
27/10/99	0.1219	0.0508	0.0710	0.1270	0.0631	0.0638	0.4448	0.0030	0.4418
13/11/99	0.1005	0.0143	0.0865	0.0682	0.0238	0.0443	0.3307	0.0654	0.2652
26/11/99	0.0792	0.0442	0.0350	0.1531	0.0434	0.1096	0.0969	0.0768	0.0200
10/12/99	0.1585	0.0164	0.1421	0.1867	0.0530	0.1336	0.1042	0.0568	0.0474
29/12/99	0.1603	0.1011	0.0592	0.3087	0.0743	0.2343	0.1493	0.0499	0.0994

Fig. 14. Valores Promedio de Productividad en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 1. Laguna Quistococha (1999)



En la segunda estación de muestreo se puede observar que la PPB, presenta el valor promedio máximo ($0.4266 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) durante el mes de Agosto y el valor promedio mínimo ($0.1106 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en Noviembre. En el caso de la PPN el valor promedio máximo ($0.3145 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) se registra en el mes de Agosto y el valor promedio mínimo ($0.0336 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) se registra en Noviembre, y la Respiración presenta un valor promedio máximo ($0.1840 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Diciembre y el valor promedio mínimo ($0.0706 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Julio (Fig. 15).

La PPB, alcanza el valor promedio máximo ($0.3288 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Agosto y el valor promedio mínimo ($0.1268 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Diciembre. La PPN presenta un valor promedio máximo ($0.1245 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Agosto y un valor promedio mínimo ($0.0207 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) durante el mes de Octubre. La Respiración en esta estación presenta un valor promedio máximo ($0.2951 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Octubre y el valor promedio mínimo ($0.0734 \text{ gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$) en el mes de Diciembre (Fig. 16).

Fig. 15. Valores Promedio de Productividad en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 2. Laguna Quistococha (1999)

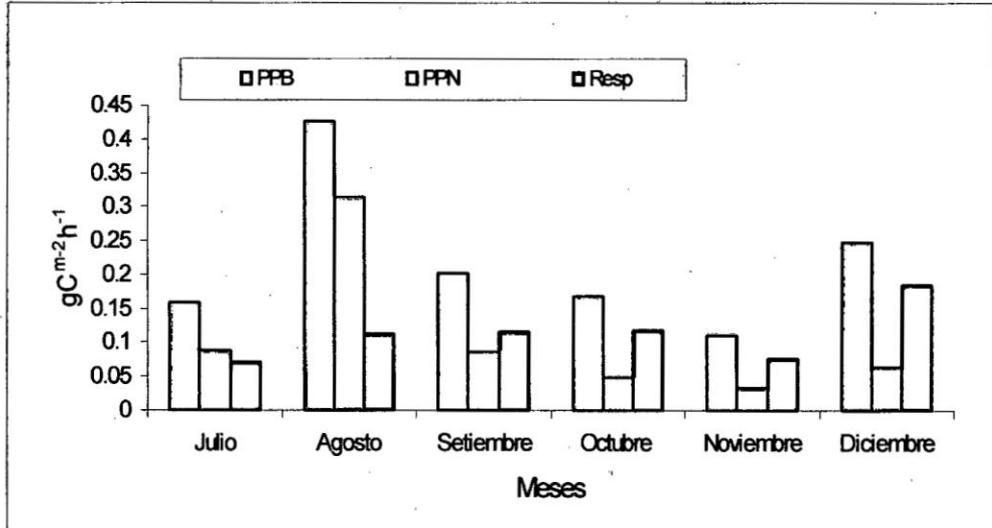
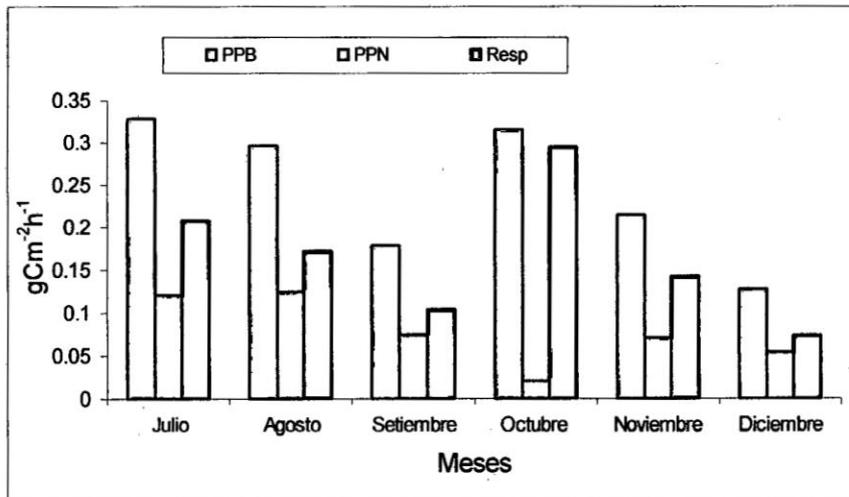


Fig. 16. Valores Promedio de Productividad en unidades de área ($\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$). Estación 3. Laguna Quistococha (1999)



La Productividad Primaria Neta (PPN) expresada en unidades de volumen es mayor con respecto a la expresada en unidades de área. Ambas unidades (en área y volumen) presentan el pico de incremento en el mes de Octubre, mientras que los valores mínimos se presentan constantes en los tres primeros meses del muestro. Para la Productividad Primaria Neta (PPN) expresada en unidades de área el valor mínimo se presenta en el mes de Julio (Fig. 17).

Se muestra que la tendencia es mayor para la PPN expresadas en unidades de volumen respecto a las expresadas en unidades de área. Se observa además que el pico de incremento se registra para ambos casos en el mes de Agosto, tendiendo luego a bajar en el mes de Setiembre y continuar esta tendencia hasta el mes de Noviembre, pero en Diciembre se observa que se produce un leve incremento de la PPN, tanto para las expresada en unidades de volumen como las expresadas en unidades de área (Fig. 18).

En esta estación de muestreo la Productividad Primaria Neta (PPN) expresada en unidades de volumen es mayor que la expresada en unidades de área. Para ambos casos tanto de volumen y de área se muestra que la Productividad Primaria Neta (PPN) presenta en el mes de Julio y Agosto una tendencia a incrementar, para decrecer en el mes de Setiembre, en cambio en Octubre la Productividad Primaria Neta (PPN) registra el pico mínimo, sufriendo un incremento en Noviembre, siendo Diciembre donde se registra un nuevo decrecimiento (Fig. 19).

Fig. 17. Valores promedio de PPN expresado en unidades de volumen y área. Estación 1. Laguna Quistococha (1999)

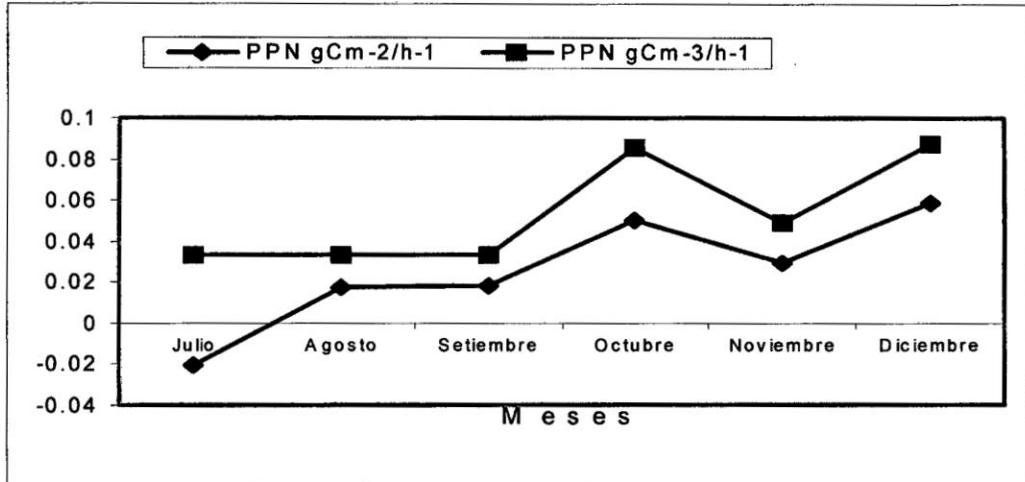


Fig. 18. Valores promedio de PPN expresado en unidades de volumen y área. Estación 2. Laguna Quistococha (1999)

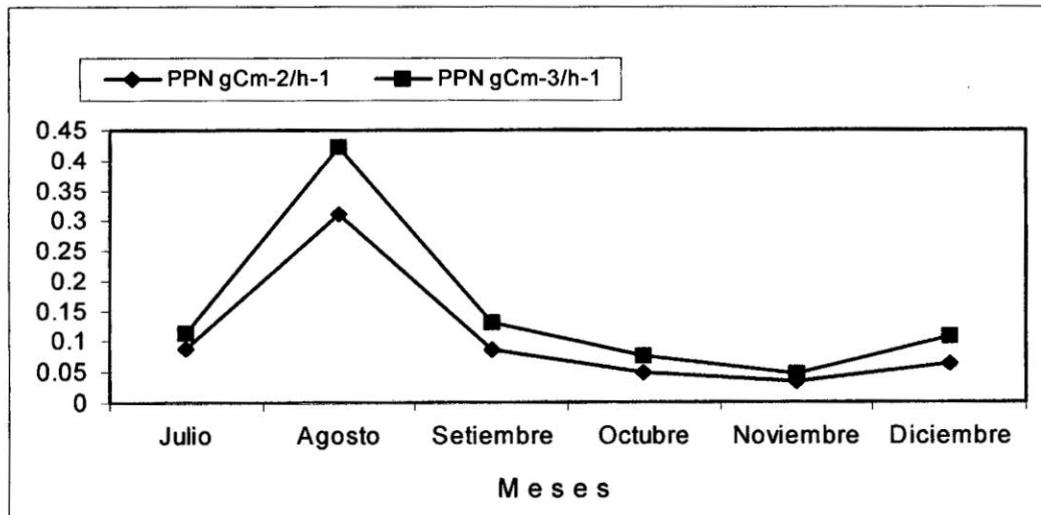
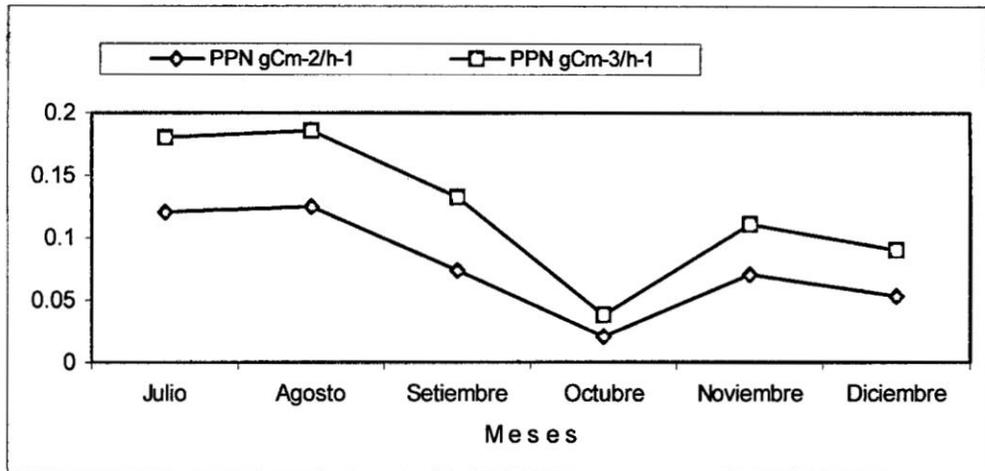


Fig. 19. Valores promedio de PPN expresado en unidades de volumen y área. Estación 3. Laguna Quistococha (1999)



4.4 ANALISIS ESTADISTICO

4.4.1. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y BIOMASA FITOPLANCTONICA

La Productividad Primaria y la Biomasa variaron significativamente a lo largo del período de investigación, dependiendo de las unidades en que fueron expresadas (Tabla 9 – Anexo). Así fue que la PPB expresada en unidades de volumen ($\text{gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) mostró diferencias significativas entre los meses de muestreo obteniéndose el valor mínimo en el mes de Diciembre y el valor máximo durante el mes de Noviembre, además se encontró diferencias significativas en los meses de Agosto, Setiembre y Octubre (TABLA 3), mientras que, las expresadas en unidades de área no muestran diferencias significativas entre los meses de muestreo (TABLA 5).

En el caso de PPN expresada en unidades de volumen se muestra que existen diferencias significativas entre los meses de muestreo, registrándose en Octubre el valor mínimo, mientras que el valor máximo se presenta en Noviembre (TABLA 3). Y la PPN expresada en unidades de área muestra que no hay diferencias significativas entre los meses de muestreo, pero si se observan diferencias significativas entre la primera y segunda estación de muestreo, donde en la segunda estación de muestreo se presentan los máximos valores y en la primera estación de muestreo están los valores mínimos (TABLA 5).

En el caso de la Respiración expresada en unidades de volumen y la expresada en unidades de área no muestran diferencias significativas entre los meses de muestreo (TABLA 3 y 5).

Sin embargo la Clorofila a, es significativo solo cuando es expresada en unidades de volumen entre los meses de muestreo, el mínimo valor se presenta en el mes de Diciembre y el máximo valor se presenta en el mes de Octubre (TABLA 3).

En lo que respecta a los feopigmentos, también presentan diferencias significativas cuando fueron expresados en unidades de volumen, mostrando que el máximo valor se presenta en el mes de Octubre y el valor mínimo en el mes de Diciembre (TABLA 3).

TABLA 3. ANOVA de la PPB, PPN, R, Clorofila a, Feopigmentos en (gCm⁻³h⁻¹). Laguna Quistococha (1999)

Fuente de variación	Ft	FC					
		PPB	PPN	Respir	Cloro a	Feopig	N
Fechas de muestreo	1.8969	2.261	1.622	1.309	3.651	3.534	54
Meses de muestreo	2.315	4.037	2.566	1.528	6.188	6.049	54
Estaciones de muestreo	3.0953	2.613	2.188	2.303	1.077	0.972	54

Las diferencias de la Productividad Primaria y la Biomasa observadas a lo largo del periodo de muestreo entre las estaciones no se debieron básicamente a las fluctuaciones que se presentaron en toda la columna de agua. Si no aquellas ocurridas en la superficie, mientras que en el estrato medio no se encontraron diferencias significativas. Salvo por la PPN que presenta diferencias significativas en el fondo.

Sólo la Respiración no presentó, diferencias significativas en ninguno de los estratos de muestreo de la columna de agua durante todo el periodo del estudio (TABLA 4).

En el caso de la Biomasa hay diferencias significativas entre las fechas de muestreo y estos se debieron básicamente a las fluctuaciones que sucedieron en la superficie de la columna de agua (TABLA 4).

TABLA 4. ANOVA de la PPB, PPN, R, Clorofila a, Feopigmentos en $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$. Laguna Quistococha (1999)

Fuente Variac	Ft	Fc															N°
		Superficie					Medio					Fondo					
		Ppb	Ppn	Res	Cl a	Feo	Ppb	Ppn	Res	Cl a	Feo	Ppb	Ppn	Res	Cl a	Feo	
Fecha	2.12	1.30	1.11	0.75	3.79	3.81	1.25	1.21	0.75	1.79	1.84	0.59	0.74	1.21	0.43	0.39	36
Est.	3.27	4.64	1.73	4.19	0.48	0.49	0.48	0.78	0.14	0.35	0.38	2.67	4.74	3.08	0.61	0.37	36

La distribución espacial de la Productividad Primaria y la Biomasa en la laguna Quistococha presenta dos características. La primera es que hubo diferencias en la distribución en el espacio horizontal (TABLA 3, 4 y 5), la segunda es que también presentó diferencias significativas en el espacio vertical principalmente en los registrados en la superficie y los registrados en el fondo de la columna de agua (TABLA 4).

En las TABLAS 3, 4 y 5 se aprecia que la distribución de la Respiración solo muestra diferencias significativas en el espacio vertical más no en el espacio horizontal de la laguna Quistococha.

En cuanto a la Biomasa se aprecia que hay diferencia en el espacio vertical y horizontal, principalmente en los registrados en la superficie de la columna de agua (TABLAS 3 y 4).

TABLA 5 ANOVA de la PPB, PPN, R, Clorofila a, Feopigmentos en $\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$. Laguna Quistococha (1999)

Fuente de Variación	Ft	Fc					
		PPB	PPN	Respir	Cloro a	Feopig	N
Fechas de muestro	2.0358	0.856	0.829	0.829	1.995	1.960	18
Meses de muestreo	2.41	1.269	2.109	0.495	3.884	4.121	18
Estaciones de muestreo	3.275	4.682	4.120	2.418	0.882	1.090	18

Los resultados de la matriz de correlación fueron diferentes al ser evaluados tanto en unidades de área como de volumen. En la TABLA 6 se observa que la PPB expresada en $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ presentó correlación altamente significativa con la PPN³, R³, PPB², PPN², R², siendo sólo significativo con la Clorofila a. Así mismo presentó correlación altamente significativa con el O₂, profundidad y solo fue significativo con los sólidos totales disueltos (TDS) y la alcalinidad.

En lo referido a unidades de área $\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$ se obtuvo correlaciones altamente significativas con la PPN², R² y con la Productividad expresada en volumen, pero no fue significativo con la biomasa (clorofila a y feopigmentos). Además, presenta correlación significativa con la profundidad y no presenta correlación significativa con los parámetros físicos y químicos.

La correlación de la PPN expresada en unidades de volumen $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ es altamente significativa con la PPB^3 y PPB^2 más no así con la biomasa; pero presenta correlación altamente significativa con TDS, y sólo significativo con el O_2 . Así mismo, la PPN expresada en unidades de área, presenta correlación altamente significativa con la PPB^2 , PPB^3 , Clorofila a, Feopigmentos y con la profundidad, en cambio con los parámetros físicos y químicos no presenta correlación significativa.

La Respiración expresada en unidades de volumen muestra una correlación altamente significativa con la PPB^2 , PPN^2 , R^2 , PPB^3 ; así mismo presenta una correlación significativa con la Clorofila a. altamente significativo con el O_2 y la profundidad y solamente significativo con la alcalinidad.

Asimismo, la Respiración expresada en unidades de área presenta correlación altamente significativa con la PPB^3 , R^3 y PPB^2 . más no presenta correlación significativa con la biomasa ni con los parámetros físicos y químicos.

La Clorofila a presenta una correlación altamente significativa con los feopigmentos, PPB^3 , R^3 ; Y el TDS y siendo solo significativo con el color aparente y los Nitratos.

La correlación de los feopigmentos, es altamente significativa con PPN^2 , con la clorofila a. Y con el TDS, siendo sólo significativo con los nitratos y el color aparente.

4.4.2. COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis de los componentes principales en las 3 estaciones de muestreo representan el 94% (Estación I), 85% (Estación II) y 82% (Estación III) del total de las variaciones de concentración de las diferentes variables evaluadas. (TABLA 6)

La Estación 1 (Felipe Caño), presenta un único Componente Principal que representa el 94% de variación, con 2 grupos de variables, en el primero muestra 2 variables positivas (pH y CO₂) y el segundo grupo con 4 variables negativas (Color aparente, O₂, TDS, y Profundidad).

En la Estación 2 (Centro de la Laguna), el componente principal I presenta el 25% de variación, contrasta con 2 grupos de variables, el primero con 6 variables positivas (TDS, Conductividad eléctrica, Hierro, Transparencia, Color aparente y Nitratos) y el segundo grupo con 4 variables negativas (Temperatura, CO₂, pH y Sulfatos). El componente principal II presenta el 19% de variación con 6 variables positivas (Sulfatos, Turbidez, Color aparente, Alcalinidad, TDS, y conductividad eléctrica) y 6 variables negativas (Hierro, CO₂, Fosfatos, Profundidad, O₂, y Amonio). El III componente principal representa el 14% de variabilidad, con un primer grupo de 9 variables positivas (Amonio, CO₂, Profundidad, Color aparente, Alcalinidad, O₂, Sulfatos, Nitratos y Temperatura), y 2 variables negativas (Transparencia y Fosfatos). El IV componente principal presenta el 11% de variación, contrasta con 2 grupos de variables, el primero con 4 variables positivas (Alcalinidad, Amonio, Transparencia, y Fosfatos) y el segundo grupo con 2 variables negativas (Turbidez y profundidad). El componente principal V que presenta el 9% de

variación, presenta 2 variables positivas (Fosfato y Temperatura) y 3 variables negativas (pH, Nitratos y Profundidad). En cambio el VI componente principal manifiesta el 7% de variación, mostrando sólo 2 variables positivas (O₂ y Color aparente).

En la Estación 3 (Alcántara Caño), el componente principal I manifiesta el 28% de variación, presentando 2 grupos de variables, el primer grupo con 6 variables positivas (TDS, Conductividad eléctrica, Hierro, O₂, Color aparente y Transparencia), y el segundo grupo con 4 variables negativas (Temperatura, Profundidad, pH y Turbidez). El componente principal II representa el 18% de variación, contrasta con 2 grupos de variables, el primer grupo con 5 variables positivas (CO₂, Fosfatos, Hierro, Amonio y Nitratos) y el segundo grupo con 5 variables negativas (Sulfatos, Color aparente, Turbidez, Conductividad eléctrica y TDS). El componente principal III presenta el 15% de variación y contrasta con 5 variables positivas (Nitratos, CO₂, Temperatura, O₂ y color aparente) y un segundo grupo con 4 variables negativas (Transparencia, Profundidad, Fosfatos, Alcalinidad), En cambio el IV componente que representa el 13% de variación muestra 2 grupos de variables, 3 variables positivas (Alcalinidad, Amonio y Sulfatos) y 3 variables negativas (ph, Turbidez y Hierro). El V componente representa el 8% de variación, contrasta con 5 variables positivas (Nitratos, Turbidez, Profundidad, pH y O₂).

TABLA 6. Componentes principales para cada variable estudiada sobre un componente

ESTACION I 94%					
I : 0.94					
pH : 0.60					
CO ₂ : 0.44					
C. apar : 0.39					
O ₂ : -0.30					
TDS : -0.30					
Profund : -0.20					
ESTACION II 85%					
I : 0.25	II : 0.19	III : 0.14	IV : 0.11	V : 0.09	VI : 0.07
TDS : 0.87	Sulfatos : 0.80	Amonio : 0.70	Alcalin. : 0.65	Fosfatos : 0.49	O ₂ : 0.74
C.e- : 0.86	Turbidez : 0.56	CO ₂ : 0.52	Amonio : 0.41	T° : 0.33	C. apar : 0.32
Hierro : 0.73	C. apar : 0.49	Profund : 0.49	Transp : 0.39	pH : -0.75	
Transp : 0.70	Alcalin. : 0.46	C. apar : 0.44	Fosfatos : 0.37	Nitratos : -0.46	
C. apar : 0.53	TDS : 0.33	Alcalin. : 0.40	Turbidez : -0.63	Profund : -0.35	
Nitratos : 0.42	C.e- : 0.32	O ₂ : 0.37	Profund : -0.56		
T° : -0.72	Hierro : -0.60	Sulfatos : 0.37			
CO ₂ : -0.34	CO ₂ : -0.59	Nitratos : 0.35			
pH : -0.33	Fosfatos : -0.50	T° : 0.30			
Sulfatos : -0.30	Profund : -0.43	Transp : -0.48			
	O ₂ : -0.40	Fosfatos : -0.50			
	Amonio : -0.39				
ESTACION III 82%					
I : 0.28	II : 0.18	III : 0.15	IV : 0.13	V : 0.08	
TDS : 0.85	CO ₂ : 0.69	Nitratos : 0.59	Alcalin. : 0.86	Nitratos : 0.53	
C.e- : 0.83	Fosfatos : 0.61	CO ₂ : 0.55	Amonio : 0.58	Turbidez : 0.44	
Hierro : 0.68	Hierro : 0.58	T° : 0.51	Sulfatos : 0.51	Profund : 0.41	
O ₂ : 0.59	Amonio : 0.55	O ₂ : 0.41	pH : -0.54	pH : 0.37	
C. apar : 0.56	Nitratos : 0.42	C. apar : 0.32	Turbidez : -0.49	CO ₂ : 0.34	
Transp : 0.51	Sulfatos : -0.66	Transp : -0.77	Hierro : -0.32		
T° : -0.68	C. apar : -0.55	Profund : -0.51			
Profund : -0.68	Turbi : -0.46	Fosfatos : -0.43			
pH : -0.62	C.e- : -0.35	Alcalin. : -0.36			
Turbi : -0.51	TDS : -0.33				

V. DISCUSION

El presente estudio se desarrolló en el periodo de vaciante de los ríos (Julio a Diciembre), los resultados limnológicos obtenidos para la laguna Quistococha, muestran que existen ciertos altibajos entre cada uno de las estaciones, hallando concordancia con los valores reportados por Rios *et al* (1995); quienes investigaron este cuerpo de agua, en 5 estaciones de muestreo; reportando que los valores de los parámetros limnológicos evaluados, presentaron una cierta relación de uniformidad en las 5 estaciones; así mismo, nuestros resultados guardan estrecha relación con los valores reportados por Documet (1977). Estas características nos indican que durante el periodo de vaciante este ambiente acuático es bastante estable en cuanto a su funcionalidad limnológica.

5.1. Valores de Productividad Primaria en la Laguna Quistococha.

Los valores de Productividad Primaria registradas en la laguna Quistococha varían entre 0.129 y 0.3766 $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$, valores similares fueron registrados para ecosistemas de la Amazonía brasilera; sin embargo, Wismar *et al.* (1980); estudiando ambientes de aguas claras encontraron que la productividad primaria osciló entre 0.129 y 0.387 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, y Schmidt (1982), determinó que en el río Tapajoz la Productividad Primaria Neta (PPN), varia entre 0.442 y 2.413 $\text{gCm}^{-2}\text{d}^{-1}$. En tanto, Estévez *et al.* (1994), evaluando los lagos Batata y Mussura encontró valores de PPN entre 0.975 y 6.825 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ respectivamente. Estos ambientes de aguas claras son relativamente pobres en nutrientes al igual que la laguna Quistococha, que es un ambiente

conectado a un ríos de agua negra; sin embargo, presentan buenas condiciones de transparencia, por ello estos valores.

Rai & Hill (1980), encontraron que muchos autores consideran que los lagos de de ríos de aguas blancas son los más productivos, en relación con los demás tipos de lagos. Los valores de productividad de estos tipos de aguas oscilan entre 350 a 1.500 $\text{mgCm}^{-2}\text{d}^{-1}$ valores que anteriormente fueron encontrados por Schmidt (1975) en el lago Castanho, en ese estudio se registró una productividad por área de 634.3 $\text{mgCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ y 7.392 $\text{mgCm}^{-3}\text{d}^{-1}$. Marlier (1967), afirma que en el lago Redondo, ambiente acuático de agua blanca, la PPN varió entre 0.99 y 8.55 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$. Wissmar *et al*, (1980) registraron en varios ambientes de aguas claras que la productividad oscila entre 0.0061 y 0.744 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$. Asimismo Henry *et al*. (1985), determinaron que en el lago Jacaretinga los valores de PPN oscilaron entre 0.337 a 1.765 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$, mientras que Ribeiro & Darwich (1993), en el lago Rei, hallaron que la PPN osciló entre 0.009 y 12.067 $\text{gCm}^{-3}\text{d}^{-1}$ y concluyeron que es uno de los lagos Amazónicos donde se han registrado los valores mas altos de productividad primaria. Todos estos valores se deben básicamente a las buenas condiciones de estos ambientes acuáticos, como; las altas concentraciones de nutrientes, su buena capacidad de tamponamiento, altas transparencias y buenas condiciones de luz. Caso similar se aprecia en los lagos de aguas poco turbias como lo es Quistococha ya que cuenta con poco material en suspensión, ello permite que una buena cantidad de luz penetre la columna de agua, junto a la temperatura que le permite realizar sus interrelaciones tróficas; caso contrario, sucede en los ecosistemas de aguas negras que presentan valores bajos de

productividad que se podría atribuir a las condiciones desfavorables que predominan en este tipo de ambiente como los valores bajos de transparencia, la pobre capacidad de tamponamiento y sobre todo la carencia de nutrientes.

La laguna Quistococha se caracterizó por presentar valores altos de transparencia que oscilaron entre 0.92 y 1.60 m en la estación mas profunda, lo que nos indica que hay poco material en suspensión y si tomamos en cuenta que la profundidad máxima encontrada en este estudio fue de 3.75 m (Tabla 7 - Anexo). Lo mismo se observa con la alcalinidad (Tabla 8 - Anexo), cuyos valores nos indican que es un sistema relativamente bien tamponado, confiriéndole al pH del agua carácter neutro en la mayoría de los casos, aunque algunas veces el pH presentó ciertas oscilaciones mostrándose levemente ácido (6.85) (Tabla 8 - Anexo).

5.2 Perfiles Verticales de la Productividad Primaria en la laguna Quistococha.

Para el caso de Productividad en la laguna Quistococha se observa que hubo variación espacial y temporal. Los valores máximos se presentaron en el estrato superficial del cuerpo de agua mientras que en el estrato medio los valores de productividad tienden a disminuir, en el estrato fondo se presentan valores mínimos de productividad; ello coincide, con el trabajo realizado por Henry *et al* (1985), en el lago Jacaretinga, donde observó que esta variación ocurre principalmente en la época de vaciante. Aparentemente son las condiciones metereológicas las que influyen en los perfiles verticales de la productividad ya sea: por la precipitación, vientos y las corrientes; además de la

intensidad de la radiación luminosa que influye en la cantidad de energía disponible para la fotosíntesis y en la disponibilidad de nutrientes a través de la estratificación de la masa de agua (STANGE-BURSCHE, 1963 citado por ESTEVES, 1988), todos estos fenómenos pueden determinar variaciones significativas en la dinámica de la población de las algas, a través de las modificaciones en el área del lago, y estos serían los responsables de su redistribución determinando un proceso de circulación como lo fue demostrado por Ribeiro & Darwich (1993).

5.3. Variaciones espaciales y temporales de la Productividad primaria de la laguna Quistococha.

En la laguna Quistococha, básicamente se apreciaron diferencias estadísticamente significativas de la Productividad Primaria entre las estaciones de muestreo (Tabla 5), siendo la segunda estación de muestreo (Centro de la Laguna) la que presenta las mejores condiciones para la productividad. Este estudio coincide con el estudio realizado por Ribeiro y Darwich (1993) en el lago de Rei, quienes encontraron diferencias significativas de la productividad neta entre cuatro estaciones de muestreo. Ruther (1930) citado por Esteves (1988), afirma que los principales factores que pueden influir en la distribución vertical del fitoplancton y por consiguiente en la productividad primaria son: la composición química del medio, el consumo por el zooplancton, la turbulencia del agua, la tasa de renovación, la radiación solar y por supuesto la temperatura, similarmente Montreuil (1994) al estudiar el Old river de Luisiana – USA , señala también a la temperatura, los nutrientes

orgánicos e inorgánicos, la estación y el nivel son los principales factores que determinan la producción en un cuerpo de agua.

5.4. Relaciones de la Productividad primaria con los parámetros físicos y químicos.

Al hacer el análisis de correlación se encontró que la productividad expresada en unidades de volumen muestra correlación significativa con la concentración del oxígeno y la alcalinidad. Esto es consistente ya que la productividad suele presentar una buena relación con la cantidad de oxígeno que se genera en el proceso de la fotosíntesis. Para la PPB y a la alcalinidad que presenta correlación negativa, también es aceptable ya que este tipo de ambiente presenta reservas de carbonatos como los bicarbonatos. (Tabla 8 - Anexo)

5.5. Biomasa del fitoplancton.

La biomasa del fitoplancton en la laguna Quistococha fue medida en términos de clorofila a, presentando valores entre 0.315 $\mu\text{g/l}$ a 0.001 $\mu\text{g/l}$. La distribución vertical del fitoplancton y de la clorofila a, resulta de ajustar las poblaciones a disponibilidades de luz y de nutrientes, sobre las condiciones importantes por la turbulencia de las aguas. Además la sedimentación de las algas depende de la densidad del agua que a su vez esta en función de la temperatura, otro mecanismo importante es la adaptación de los organismos fotosintetizadores a la saturación de la luz. Por otro lado la clorofila a y los feopigmentos muestran variación en el tiempo mas no en el espacio y presentan la mayor concentración en el estrato superficial del cuerpo de agua. Este estudio coincide con lo observado por Tundisi (1977) de la abundancia y distribución de

la biomasa fitoplanctonica y que fueron variables en un amplio intervalo de tiempo y espacio. La dinámica de la población fitoplanctonica parece ser oportunista y los ambientes varían en el tiempo y el espacio y estas fluctuaciones son altamente significativas para la manutención de la diversidad por lo tanto hay una gran variación en la distribución del fitoplancton en la Amazonía y esta distribución puede estar muy vinculada a los cambios de los ciclos hidrológicos, Harris (1983).

VI. CONCLUSIONES

- Los valores de Productividad Primaria reportados para la Laguna Quistococha, nos muestra que a pesar de tener bajas concentraciones de nutrientes es un ambiente productivo, por presentar altos valores de transparencia (0.92 y 1.60 m).
- La Productividad Primaria registrada en la Laguna Quistococha varió entre 0.129 y 0.3766 $\text{gCm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Los perfiles verticales de la Productividad Primaria durante el periodo de estudio nos muestran que el estrato de superficie es de mayor productividad.
- En la Laguna Quistococha se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones de muestreo; siendo la Estación 2 (Centro de la Laguna) donde se presentan las mejores condiciones para un desarrollo de la Productividad Primaria y Biomasa del fitoplancton.
- La Biomasa del fitoplancton presenta diferencias temporales mas no espaciales entre las estaciones de muestreos, durante la época de vaciante.
- La mayor concentración de Biomasa fitoplanctónica se encuentra presente en el estrato de superficie.
- Los parámetros físicos y químicos evaluados presentaron altibajos pero guardaron cierta relación de uniformidad en cada una de las estaciones

de muestreo; siendo la temperatura el parámetro de mayor importancia que influencia en la productividad primaria y biomasa fitoplanctónica.

- La Laguna Quistococha presenta metabolismo autotrófico durante el periodo de vaciante de los ríos y es bastante estable en cuanto a su funcionalidad limnológica..

VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar los estudios de Productividad Primaria y Biomasa del Fitoplancton en la laguna Quistococha durante el periodo de creciente de los ríos
- Para mejores resultados, en el muestreo del agua utilizado para la Biomasa del Fitoplancton se debe hacer en forma directa usando un frasco de boca ancha; evitando en lo posible realizar filtraciones con la red de plancton debido a que se pierde una gran cantidad de la población algal y solo se trabaja con una fracción de las mismas.
- Para la evaluación de los parámetros químicos y físicos se recomienda efectuar los análisis en cada estrato de muestreo.
- Realizar estudios similares para otros ambientes acuáticos de la Amazonía Peruana.

VII. RESUMEN.

En la laguna de Quistococha, se estudio la productividad primaria y la biomasa fitoplanctónica junto con los parámetros físicos y químicos desde el mes de julio a diciembre de 1,999 (época de vaciante).

Se determinaron tres estaciones de muestreo y en cada uno de ellos tres estratos de la columna de agua. El método de los frascos claros y oscuros fue para la productividad primaria y la colecta de una muestra de agua por estrato a través de una red de plancton y luego filtrado por un filtro de membrana de 0.47μ para la biomasa fitoplanctónica.

La productividad primaria y la Biomasa variaron significativamente entre las estaciones de muestreo durante todo el periodo de estudio, donde el rango de productividad fue de 0.129 y 0.3766 $\text{gCm}^{-3}\text{h}^{-1}$.

Tanto la productividad primaria y la Biomasa fueron consistentemente altos en la estación de muestreo Nro. 2 (centro de la laguna). Y básicamente en el estrato de superficie.

La Laguna Quistococha es un ambiente relativamente pobre en nutrientes pero presenta buenas condiciones de transparencia que variaron entre 0.92 y 160 cm, lo que nos indica que hay poco material en suspensión.

La productividad primaria y la biomasa presentaron correlación significativa con la concentración de oxígeno, esto es consistente ya que la productividad suele presentar una buena relación con la cantidad de oxígeno que se genera en el proceso de la fotosíntesis.

La Laguna Quistococha presenta un metabolismo autotrofico, donde los parámetros físicos y químicos registran pequeñas oscilaciones por lo que se considera que este es un ambiente acuático bastante estable en cuanto a su funcionalidad limnológica.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALCANTARA, A.; 1972. Variación del fitoplancton superficial del Lago Sauce (Dpto. De San Martín) en los meses de Enero a Junio de 19972. Tesis Bach. Ciencias Biológicas U.N.T. Trujillo - Perú.
2. ARAUJO T., J. 2002, Evaluación de las comunidades fitoplanctónicas en la laguna Moronacocha (Loreto – Perú), durante el periodo de creciente. Tesis Biólogo Fac. Ciencias Biológicas UNAP. Iquitos – Perú.
3. BENDAYAN, G.; BURGA, A.; BENDAYAN, N.; RENGIFO, A.; PEZO, R.; 1977. Desmidiolorura de la ciudad de Iquitos y sus alrededores. En Resúmenes de Informes de Proyectos de Investigación. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos.
4. CAREY, P.; 1979. Flora Desmidiológica de los principales lagos de Iquitos. Tesis Doctoral. Trujillo – Perú.
5. CASTRO G., J. 2000. Productividad Primaria y Respiración fitoplanctónica de la laguna Pañacocha. Tesis Biólogo Fac. Ciencias Biológicas UNAP. Iquitos – Perú.
6. CONZONNO, V.; 1995. Producción Primaria del fitoplancton. Ecosistemas de aguas continentales. Primera edición. Ediciones Sur. 377 pp.

7. CORNEJO, S.; 1987. Determinaciones físico-químicas en los ríos circundantes de Iquitos. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
8. DOCUMENT, T.; 1977. Estudio preliminar del fitoplancton superficial del lago Quistococha. Tesis Bach. Ciencias Biológicas UNAP. Iquitos – Perú.
9. ESTEVES, F.; 1988. Fundamentos de Limnología. Primera Edición. Editorial Interciencia Ltda. Río de Janeiro – Brasil. 575 pp.
10. ESTEVES, F.; THOMAZ, S. & ROLAND, F.; 1994. Coparison of the metabolism of two floodplain lakes of the tromberas river (Pará, Brasil) based on a study of diel variation. Amazoniana. XIII (1/2): 33-46.
11. FUKUSHIMA, M.M.; 1981. Métodos Limnológicos. UNT. Trujillo – Perú.
12. GAARDER, T & H. H. GRAND. 1927. Investigation on the production of plankton in the Oslo-Fjord Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer. 42.
13. HARRIS, G. P.; 1983. Photosynthesis, Productivity and growth: The physiological ecologic of phytoplankton. Arch: Hidrobiol. Limnol. 101-171.
14. HERNANDEZ, J.; 1988. Producción primaria del fitoplancton en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Laguna costera del Caribe Colombiano. Informe Final del Proyecto Estudio Ecológico de la CGSM 1ra etapa. INVEMAR

Santa Marta, 65 pp.

15. HENRY, R.; HINO, K.; TUNDISI, G. and RIBEIRO, B.; 1985. Responses of phytoplankton in lake Jacarentinga to enrichment with nitrogen and phosphorus in concentrations similar to those of the Rivers Solimoes (Amazon Brasil). Arch. Hidrobiol. 103 (4): 453-477.
16. ISMIÑO, R.; MONTREUIL, V.; MACO, J. & TELLO, J.; 1990. El planctón en la Amazonía Peruana IIAP. Iquitos - Perú. 36 pp.
17. KLINGE, H. and OHLE, W.; 1964. Chemical Properties of Rivers in the Amazonian Area in relation to soil condition. Verh. Internat. Verein. Limnol. 15: 1067-1076
18. LOPRETTO, E.; TELL, G.; 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Argentina 375 pp.
19. MARLIER, G.; 1967. Ecological Studies on some lakes of the amazon valley. Amazoniana I(2): 91-115.
20. MARSHALL, W.; 1987. Biología de las algas. Primera edición. Editorial Limusa. México. 518pp.
21. MONTREUIL, V.; 1994. Community metabolism in a backwater habitat of the lower atchafalaya river, Louisiana. A thesis submitted to the graduate

faculty of the Louisiana state university and agricultural y mechanical college
in partial fulfillment of the requeriments for the clegree of master of science in
the school of forestry, wildlif and fisheries.

22. MURGEL, S.; 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Monografía Nro. 28. Secretaria general de la OEA. Washington D.C. 120 pp.
23. ORTIZ, R.; 1991. Estudio del fitoplancton en la cuenca del bajo Marañón y algunos tributarios menores (Departamento de Loreto), en los períodos de vaciante y de creciente. Iquitos. Tesis presentada a la Universidad Nacional de La Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas.
24. PAYNE, A. L.; 1987. The Ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons, New York : 310pp.
25. RAI, H.; & HILL, G.; 1980. On the Nature of the Ecological cycle of lago Janahuari : a central Amazonian Ria / Várzea lake. Tropical Ecology, 23(1): 1 - 49pp.
26. RAMIREZ, J. J.; 1990. Determinación de Biomasa por clorofila. Medellín. Actual. Biol. 16 (59): 12 – 30.
27. RIBEIRO, J.; & DARWICH, A.; 1993. Producao primaria fitoplanctonica de un lago de ihla fluvial na amazonia central (Lago do Rei, Ihla do Careiro)

Amazoniana, XII: (3/4): 365-383.

28. RIOS, E.; GUERRA, H.; URTEAGA, A.; ALCANTARA, F.; CAMPOS, L.; MONTREUIL, V.; ARANA, N.; DEL AGUILA, M.; PIZANGO, G.; 1997. Cuadro ambiental de la laguna de Quistococha. En resúmenes de Informes de Proyectos de Investigación 1995-1996. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
29. ROLDAN, G.; 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Primera Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 529 pp.
30. SÁNCHEZ, J.; & ANCIETA, F.; 1946. Limnología y piscicultura en la Selva Peruana: Plancton de la Cocha Zapote, Ministerio de Agricultura. Iquitos – Perú.
31. SAMANEZ, I.; & ZAMBRANO, F.; 1995. Observaciones sobre la diversidad de algunas características ecológicas del plancton en el departamento de Madre de Dios. Perú. Publicaciones del museo de historia natural UNMSM, serie A zoología 51: 1 - 10 pp.
32. SCHMIDT, G.; 1976. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian Waters. III Primary Productivity in a tropical flood plain lake of central Amazonía, Lago do Castanho, Amazonas – Brasil. Amazoniana 4: 379 – 404.

33. SCHMIDT, G.; 1982. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian Waters. *Amazoniana*. VII(3): 335-348.
34. STEEMANN NIELSEN, E.; 1952. The use of radioactive carbon (C-14) for measuring organic production in the sea. *J. Conseil. Int. Expl. Mer.* 18 : 117-140.
35. SINTI, C.; y RUIZ, V.; 1997. Evaluación del fitoplancton en el río Corrientes. Tesis para optar el título de Biólogo. Iquitos - Perú.
36. TUNDISI, J. G.; 1977. Producao Primaria fracionamento do fitoplancton e factores ecológicos em ecosistema lacustre artificial (Represa do Broa – Sao Carlos) Sao Paola, USP.
37. VELA, L.; 1984. Variación cualitativa y cuantitativa del fitoplancton de cuatro estanques semi naturales de la piscigranja Quistococha. UNAP. Tesis para optar el título de Biólogo. Iquitos - Perú.
38. WETZEL, R.; 1981. *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona. 679 pp.
39. WISSMAR, R.; RICHEY, J.; STALLARD, R. & EDMOND, J.; 1980. Metabolismo del plancton e ciclo do carbono río amazonas, seus tributarios e águas de várzea, Perú - Brasil, maio-junho. En *acta Amazónica* 10(4) : 823-834.

ANEXOS

TABLA 7. REGISTRO DE PARAMETROS FISICOS DE LA LAGUNA QUISTOCOCHA (1999)

Parámetros	JULIO			AGOSTO			SETIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Hora	9:00	9:20	9:44	9:05	9:24	9:41	8:55	9:15	9:35	8:52	9:13	9:35	8:48	9:17	9:48	8:58	9:15	9:54
Nubosidad	04:08	04:08	04:08	06:08	06:08	06:08	01:08	01:08	01:08	00:08	00:08	00:08	04:08	04:08	04:08	04:08	04:08	04:08
Profundida (m)	2.20	3.10	3.45	2.35	3.55	3.15	2.50	3.30	3.50	2.25	3.45	3.30	2.45	3.40	3.50	2.45	3.25	3.65
T° (C)	28.75	28.65	28.15	29.45	29.45	29.4	31.9	31.6	31.4	31.4	31.45	31.65	31.1	30.45	30.25	31.75	31.75	31.1
Transparen (cm)	0.92	0.94	0.975	1.65	1.605	1.68	1.48	1.48	1.53	1.125	1.065	1.025	1.15	1.025	1.125	1.025	1.065	1.15
Color apar (u)	15	15	15	17.5	17.5	17.5	15	15	15	20	17.5	17.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Ce- (us/cm)	63.9	69.9	69.6	67.95	67.1	66	58.1	58.1	58.05	51.1	35.85	51.35	49.25	46.35	47.45	46.95	46.45	44.0
TDS (mg/l)	30	32.5	32.5	31.5	31.5	31.5	27.5	27.5	27.5	24	24	24	23	23.5	23	22	20	20
Salinidad (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbidez (FTU)	5	3.5	3.5	5	4	3.5	4	4	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4.5

TABLA 9. Matriz de Correlación. Parámetros Limnológicos, Productividad y Biomasa . Laguna Quistococha (1999).

	Tem	Cola	Ce-	pH	O2	Co2	Alcal	Amo	Nitra	Fosf	Sulfa	TDS	Hierr	Turbi	Trans	Profun	Cloro	Feopi	Ppbm ³	Ppnm ³	Resm ³	Ppbm ²	Ppnm ²	Rm ²	
Tem	1.000	N.S	-.510**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	-.490**	-.448**	-.639**	-.639**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Colap		1.000	.461**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	.494**	N.S	N.S	N.S	N.S	.396*	.386*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Ce-			1.000	-.426**	N.S	.998**	.380*	N.S	.374*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S						
PH				1.000	N.S	-.403*	-.382*	N	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S						
O2					1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	.595**	.420*	.582**	N.S	N.S	N.S	N.S						
CO2						1.000	N.S	.383*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	-.346*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Alcal							1.000	.341*	N.S	N.S	.414*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	-.380*	N.S	-.362*	N.S	N.S	N.S	N.S
Amon								1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	-.499**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Nitrat									1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	.362*	.374*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Fosfa										1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Sulfat											1.000	N.S	-.557**	N.S	-.425**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
TDS												1.000	.383*	N.S	.350*	N.S	.486**	.503**	.354*	.437**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Hierro													1.000	-.335*	.444**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Turbid														1.000	-.367*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Transp															1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Profun																1.000	N.S	N.S	-.329**	N.S	-.376**	.395*	.462**	N.S	
Clorof																	1.000	.993**	.205*	N.S	.209*	N.S	.432**	N.S	
Feopig																		1.000	N.S	N.S	N.S	N.S	.460**	N.S	
Ppbm3																			1.000	.635**	.729**	.755**	.573**	.539**	
Ppnm3																				1.000	N.S	.581**	.719**	N.S	
Resm3																					1.000	.433**	N.S	.615**	
Ppbm2																						1.00	.642**	.804**	
Ppnm2																							1.000	N.S	
Resm2																								1.000	

** Correlación significativa a nivel 0.01

* Correlación significativa a nivel 0.05