



Determinación de la habilidad de la comunidad béntica para remover mercurio de la laguna de Aucacocha - Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno, mediante bioacumulación.

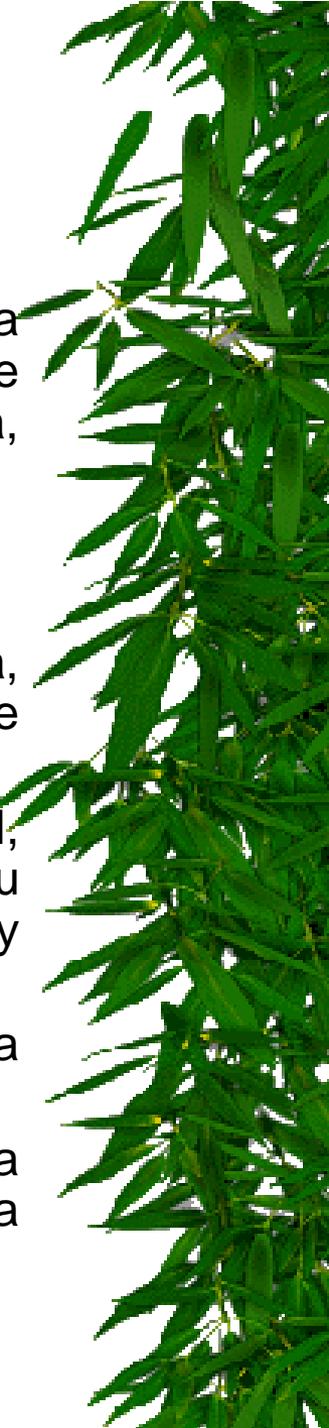
Objetivos del Estudio

Objetivo General

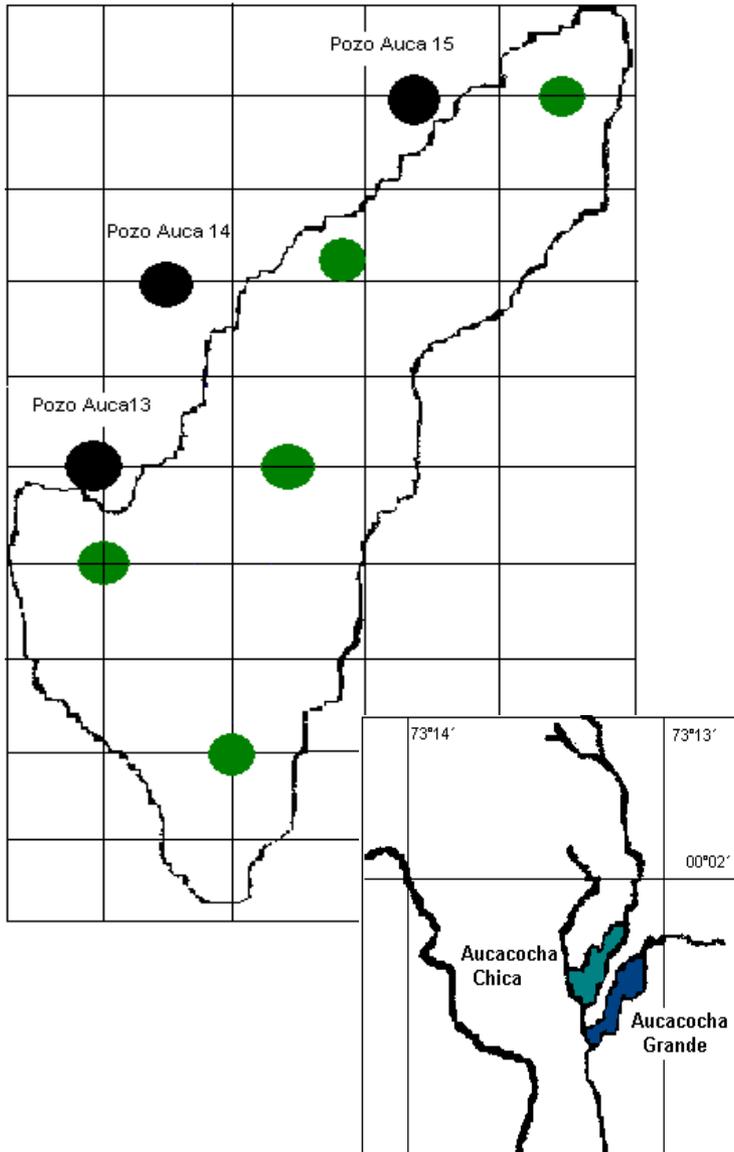
Evaluar la existencia de acumulación del ecosistema acuático en la laguna de Aucacocha, mediante la determinación de la presencia de mercurio en los componentes ambientales agua, sedimento y biota, para determinar la posibilidad de remoción por bioacumulación.

Objetivos Específicos

- ❑ Determinar las concentraciones de mercurio presente en agua, sedimento y biota, mediante muestreos mensuales en la laguna de Aucacocha en la Reserva de Cuyabeno.
- ❑ Medir las variaciones puntuales y temporales de los parámetros pH, conductividad, temperatura y profundidad, para encontrar su relación con las concentraciones de mercurio en agua, sedimento y biota.
- ❑ Determinar los niveles de acumulación de mercurio en la biota mediante la presencia del contaminante en agua y sedimento.
- ❑ Determinar el Índice de Bioacumulación de la laguna de Aucacocha y analizar la factibilidad de utilizar a la comunidad béntica de la laguna, para remover el mercurio existente.



Zona de Estudio y Antecedentes de Contaminación



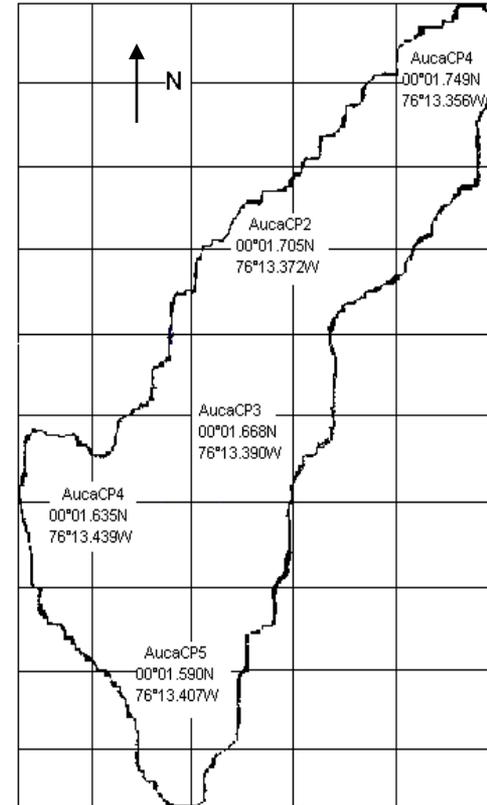
- ❏ Aucacocha Chica se encuentra en la Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno, Prov. de Sucumbios y Orellana.
00°01.762 N
76° 13.341 W
- ❏ En el área de Aucacocha - Sansahuari se localizan tres pozos de petróleo, actualmente cerrados pero con residuos sobrenadantes.
- ❏ En 1991 se registró un derrame de aguas de formación que se extendió hacia Canagüeno, al sur de la laguna.



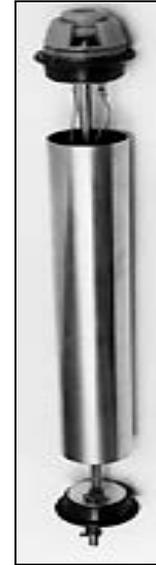
Metodología

Muestreo de Campo

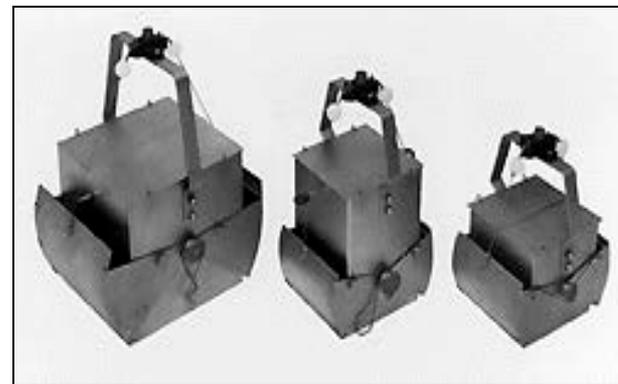
- Para la ubicación de la laguna de Aucacocha y los puntos para el muestreo se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global GPS.
- Para la determinación de los puntos de muestreo y el número de muestreos a realizarse se utilizó el programa DQO – PRO. Se realizaron muestreos mensuales durante 4 días, entre diciembre del 2001 y junio del 2002.
- Se registraron parámetros físico - químicos In Situ como: pH, conductividad y temperatura mediante una Multiprobeta Portátil, la Profundidad se registró con un medidor laser para medir la transparencia en la columna de agua.



Para el análisis de mercurio se colectaron 4 muestras de 500 ml de agua cada media hora, con una botella Kemmerer, se homogenizó los 2000 ml de muestra total en un envase y se colocó en botellas de 500 ml previamente lavadas con HCl al 5%, para almacenar en un refrigerante.



Para la colección de muestras de Sedimento y Biota se utilizó una draga Ekman con capacidad de 1 Kg, las muestras de sedimento se colocaron en fundas plásticas previamente lavadas con HCl al 5% y almacenadas en un refrigerante. La muestras de biota fueron colectadas en fundas plásticas para posteriormente ser limpiadas y clasificadas en frascos de vidrio de 75 ml.



Análisis de laboratorio y Tratamiento de datos

- 📄 El análisis de laboratorio se llevó a cabo en los laboratorios de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica CEEA. Las muestras de agua fueron analizadas mediante Espectrometría de Absorción Atómica AAS, mientras que las muestras de sedimento y biota fueron analizadas por Espectrometría de Absorción por Fluorescencia de Vapor Frío CVAFS.
- 📄 Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS, para el tratamiento espacial y temporal de los datos registrados se utilizó el programa Surfer 7.
- 📄 Para la determinación final de la habilidad de la comunidad béntica para remover mercurio, aplicó el Índice de Bioacumulación.



A vertical green leafy branch is positioned on the right side of the slide, extending from the top to the bottom. It features several small, bright yellow flowers interspersed among the vibrant green leaves.

 **Resultados Puntuales del Análisis de Mercurio existente:**

Se obtuvieron resultados en cada uno de los puntos de muestreo para determinar la cantidad de mercurio total en agua, sedimento y biota, se registraron las variaciones de los parámetros físico – químicos a lo largo del período de muestreo.

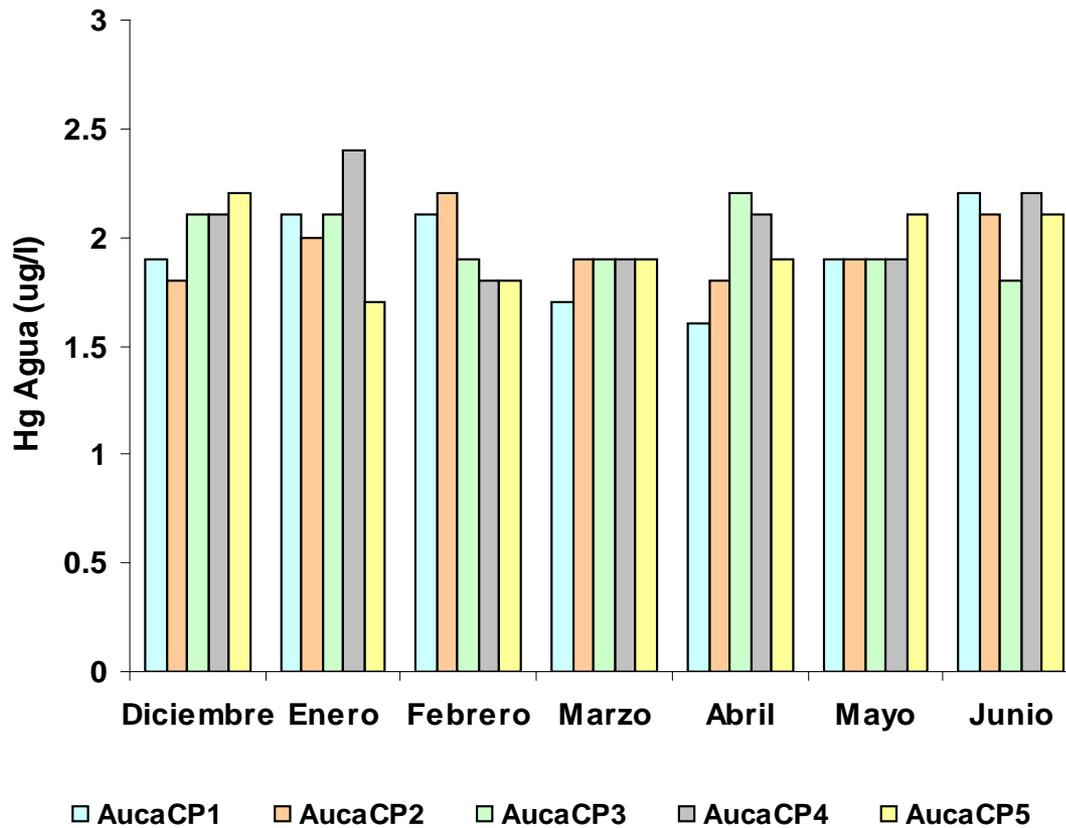
 **Resultados Mensuales:**

Se valoraron todos los datos obtenidos del muestreo en el mes, tanto de los parámetros In Situ como del mercurio para cada uno de los meses del período de estudio, para obtener relación representativas.

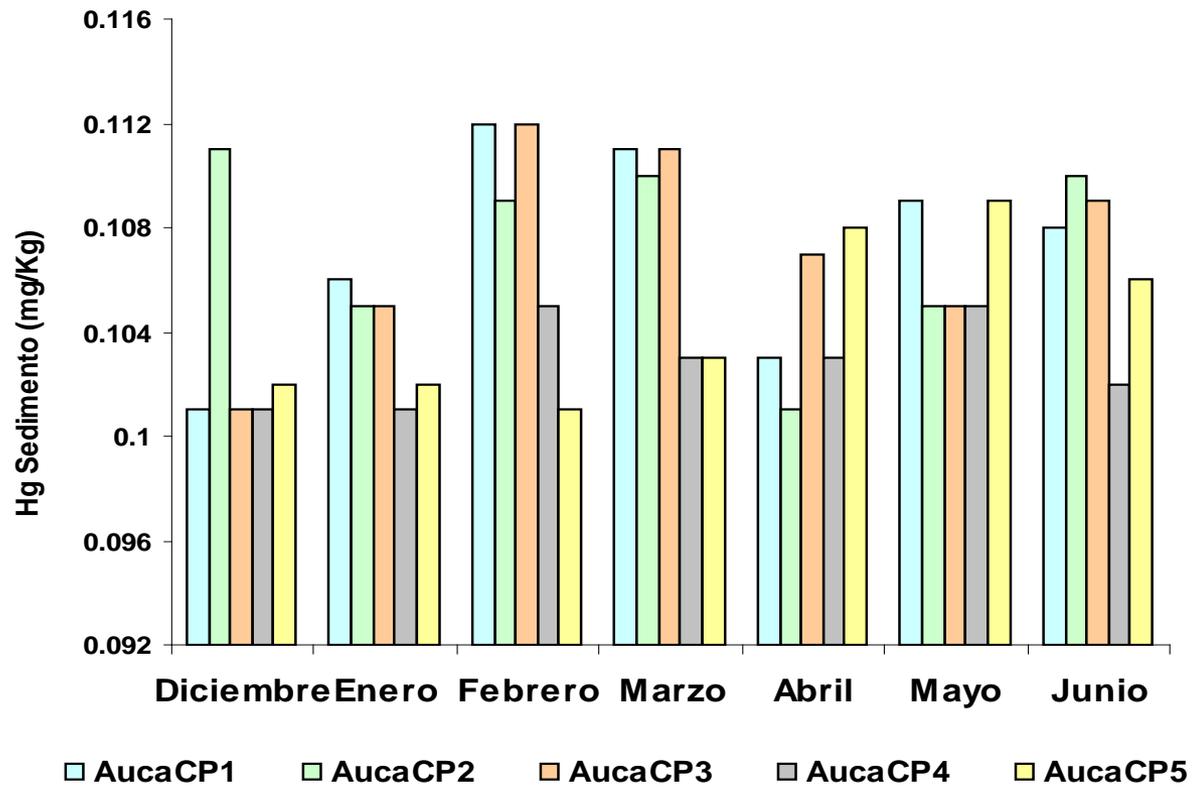
 **Resultados Generales:**

Se registraron resultados generales del comportamiento de la laguna para los parámetros físico – químicos que influyen las concentraciones de mercurio en el ecosistema, y los niveles de bioacumulación.

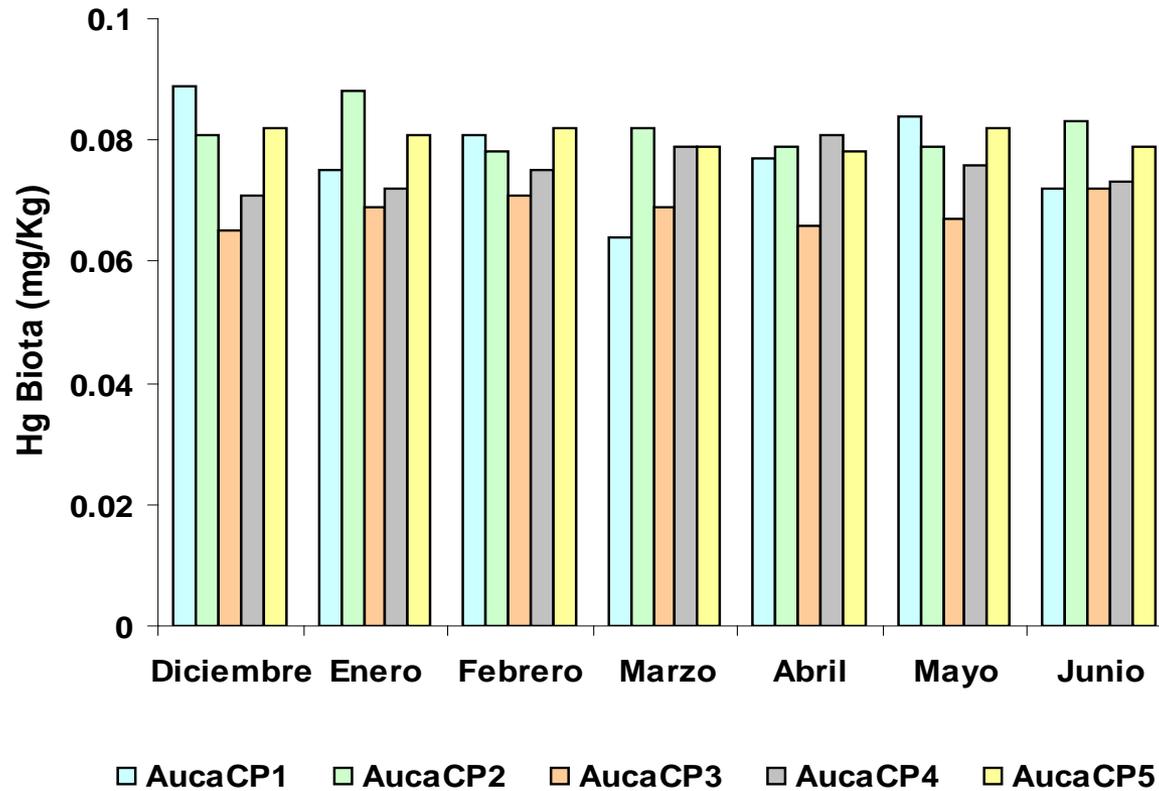
Variaciones Puntuales de mercurio en Agua en la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio



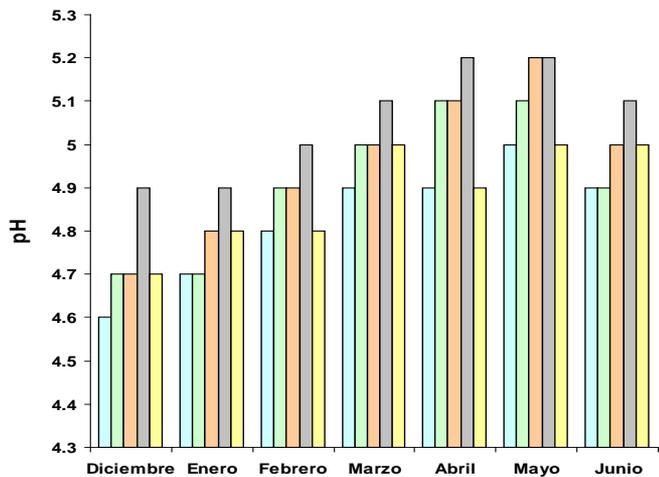
Variaciones Puntuales de mercurio en Sedimentode la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.



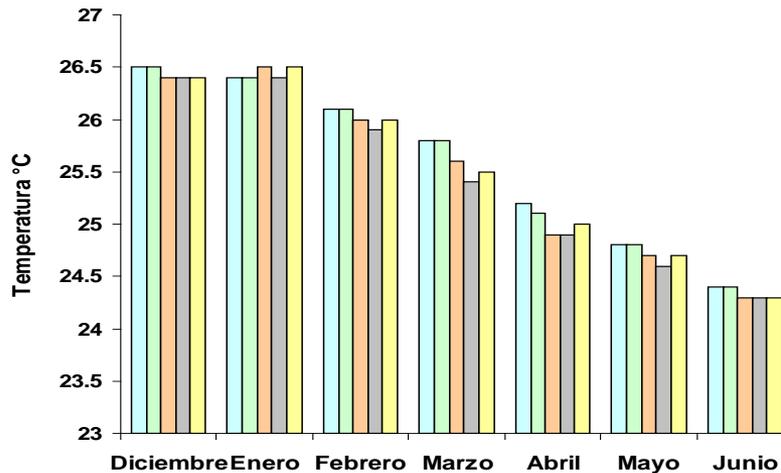
Variaciones Puntuales de mercurio en Biota de la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.



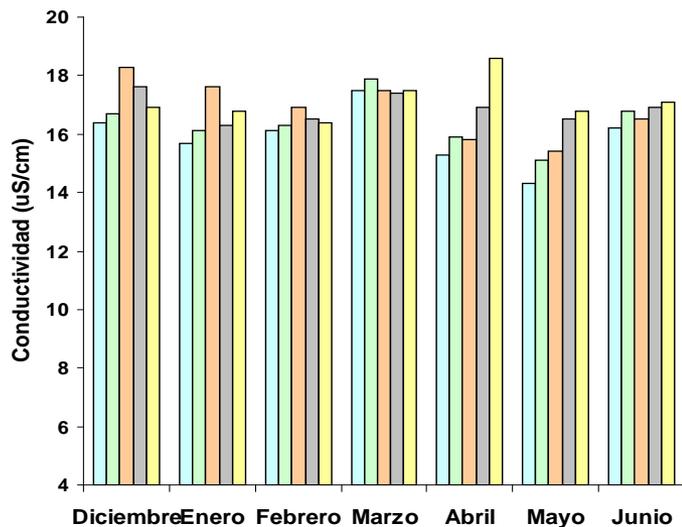
Variaciones Puntuales de pH en la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.



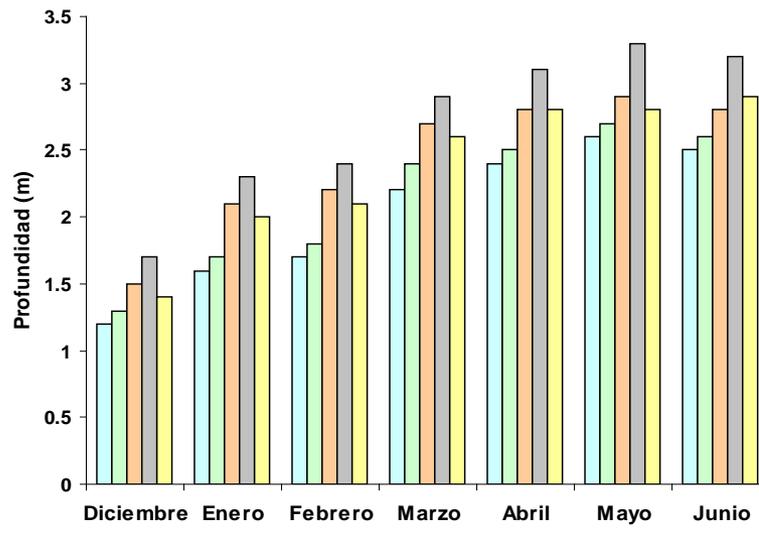
Variaciones Puntuales de Temperatura en la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.



Variaciones Puntuales de Conductividad en la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.



Variaciones Puntuales de Profundidad en la laguna de Aucacocha de Diciembre a Junio.

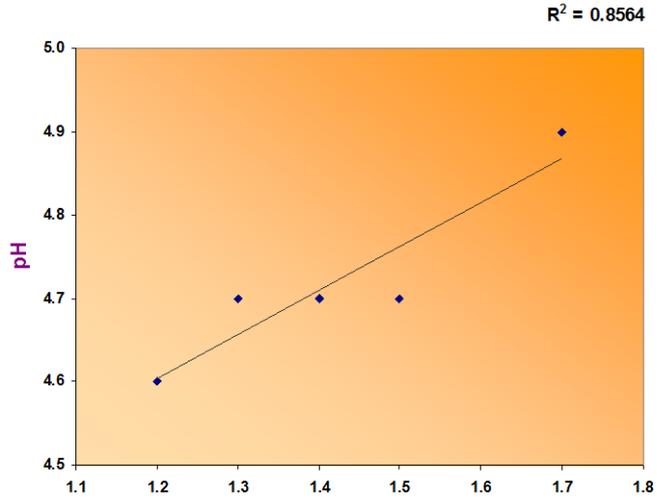


■ Auca P1 ■ Auca P2 ■ Auca P3 ■ Auca P4 ■ Auca P5

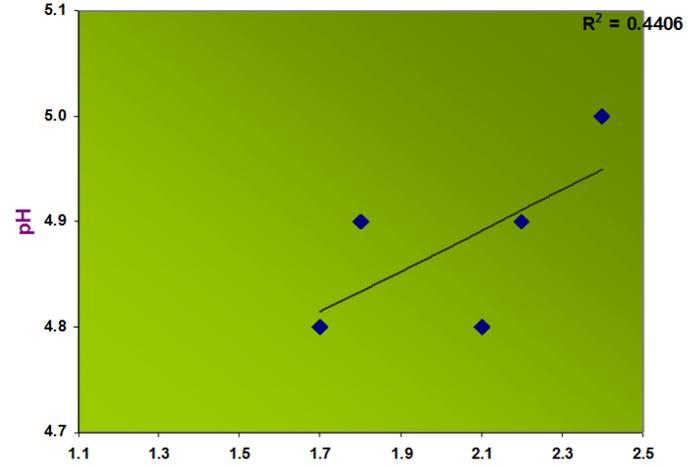
■ Auca P1 ■ Auca P2 ■ Auca P3 ■ Auca P4 ■ Auca P5



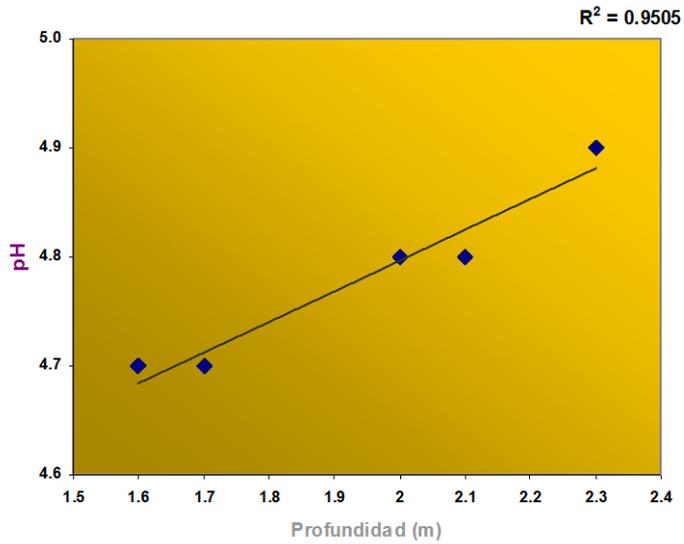
Variaciones de pH con la Profundidad
Diciembre



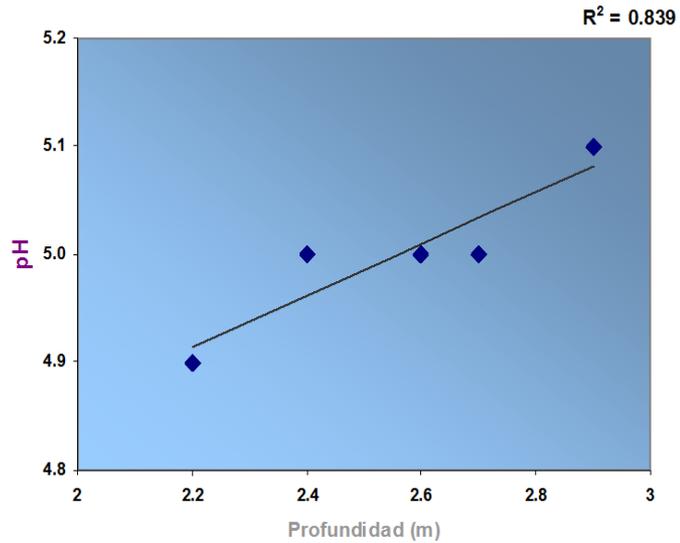
Variaciones de pH con la Profundidad
Febrero

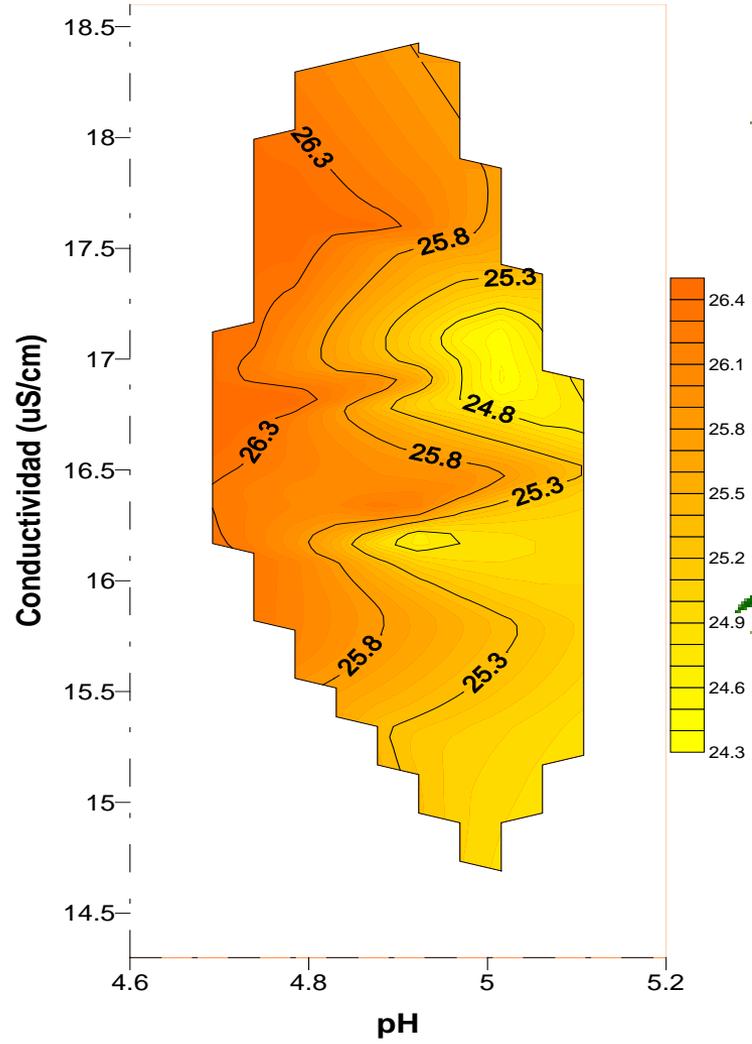
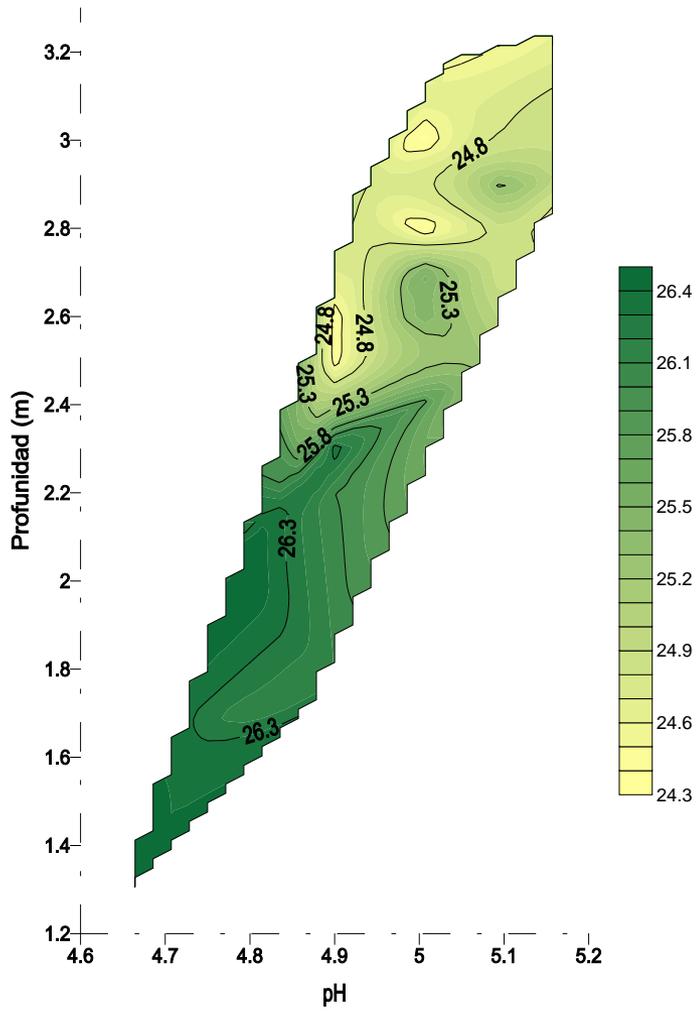


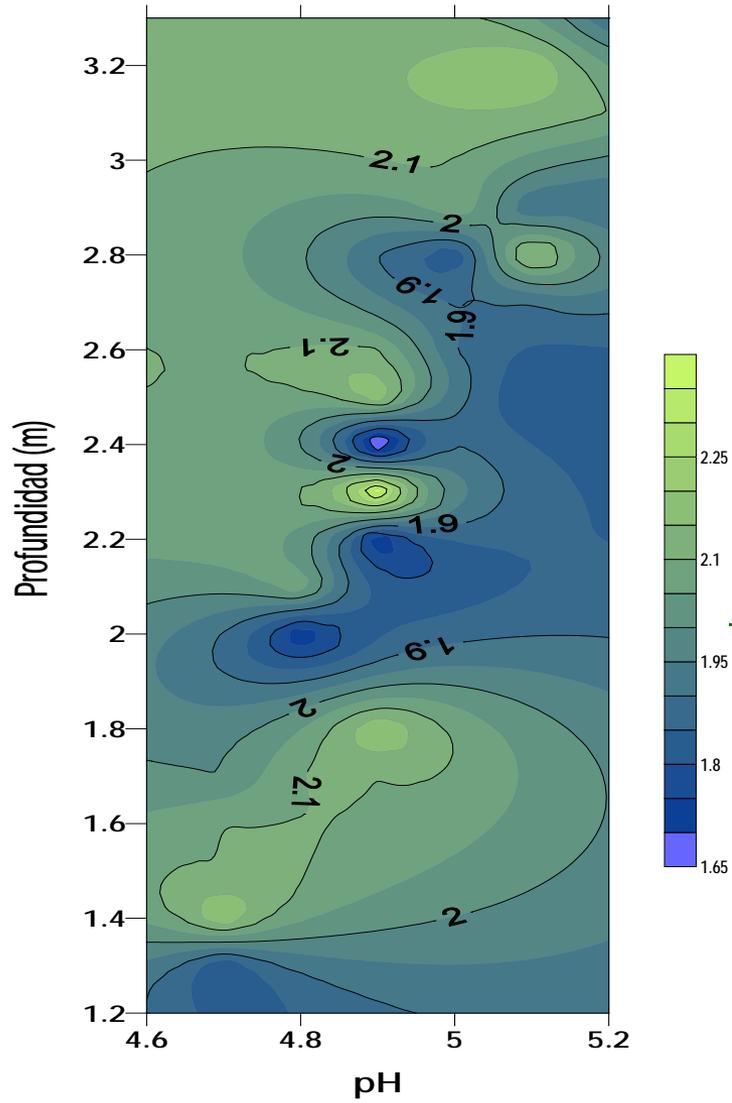
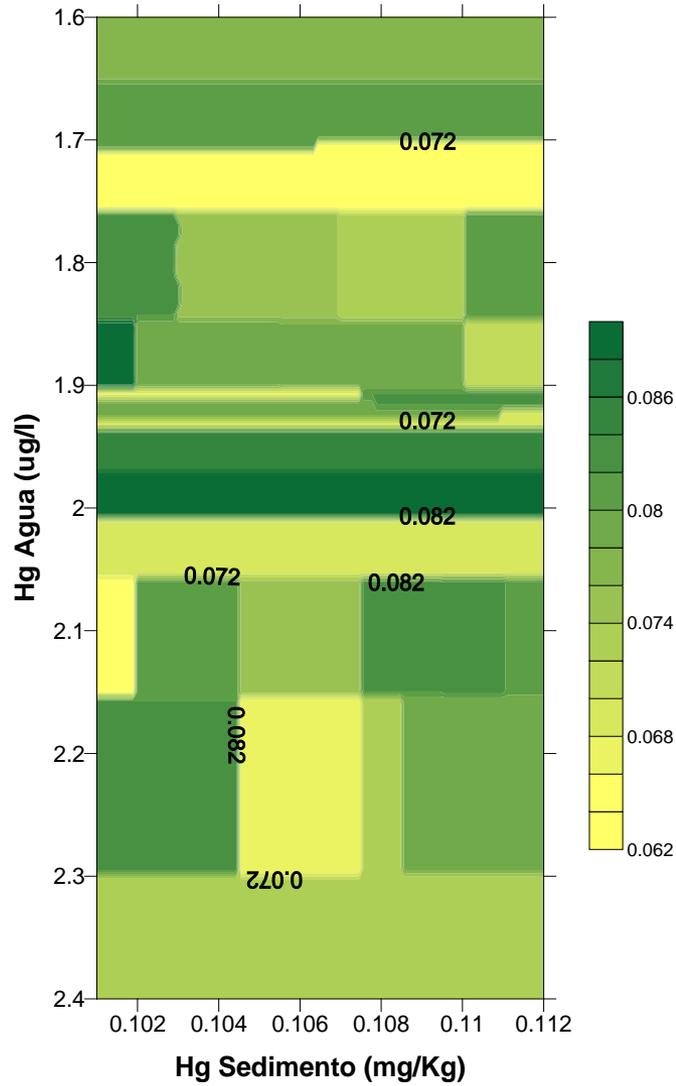
Variaciones de pH con la Profundidad
Enero



Variaciones de pH con la Profundidad
Marzo







Hg Agua (mg/l)	Hg Sedimento (mg/Kg)	Hg Biota (mg/Kg)	Índice de Bioacumulación	
0.0020	0.1031	0.0766	0.743586	Media - Intensa
0.0020	0.1038	0.0764	0.736523	Media - Intensa
0.0019	0.1076	0.0772	0.717148	Media - Intensa
0.0018	0.1075	0.0739	0.687962	Media - Intensa
0.0018	0.1043	0.0758	0.726522	Media - Intensa
0.0019	0.1066	0.0771	0.723613	Media - Intensa
0.0020	0.1069	0.0755	0.706563	Media - Intensa



Discusión

AGUA

- ❏ Las concentraciones base de mercurio en la naturaleza pueden llegar hasta los 10 $\mu\text{g/l}$ para ecosistemas acuáticos, estas concentraciones provienen de la propia meteorización del suelo (Lacerda et al., 1990) (Lucotte, 1995).
- ❏ Las concentraciones registradas para la columna de agua, durante el tiempo de muestreo, presentan un comportamiento casi uniforme, al aumentar el nivel del agua, la masa de mercurio pudo aumentar para mantener las concentraciones registradas.
- ❏ La relaciones de las concentraciones de mercurio en el agua con los parámetros In Situ son importantes para el análisis de la movilidad del contaminante en el sistema.
- ❏ La disponibilidad del mercurio en la columna de agua se puede observar mediante la movilidad que poseen los compuestos. Especies orgánicas de mercurio tienen una mayor demanda para la biodisponibilidad al contrario de las especies inorgánicas que requieren una previa metilación.
- ❏ La dependencia entre la concentración de mercurio en el agua y la profundidad, permiten analizar que existen ciertas zonas que son receptoras naturales de mercurio y que pueden favorecer a la acumulación en la biota y en el sedimento (Irion 1984; Roulet et al., 1998).
- ❏ La solubilidad es uno de los factores que determina la acumulación y suspensión de sustancias en la columna de agua (Brown, 1983; Sioli, 1984), esta solubilidad está asociada con el pH.



SEDIMENTO

- 📖 La presencia de mercurio asociada a los sedimentos es la principal razón para determinar la acumulación abiótica en un ecosistema (Bruland et al., 1974).
- 📖 El mercurio en complejos puede estar unido a la materia orgánica que abunda en el fondo de Aguas Claras, dentro del ciclo biogeoquímico del mercurio el paso de los compuestos órganomercuriales a sales de cloruro, permite la liberación de mercurio hacia la atmósfera disminuyendo la capacidad de retención del sedimento (Sioli, 1984; Morse et al., 1993).
- 📖 Las concentraciones de mercurio analizadas, en el sedimento de la laguna de Aucacocha, muestran una tendencia de estabilización que no varió en el tiempo que duró el muestreo.
- 📖 La relación entre los niveles de conductividad registrados para todo el tiempo de muestreo y de manera mensual, explican la cantidad de materia orgánica presente en la laguna.
- 📖 La concentración de mercurio del fondo del sedimento es un banco de almacenamiento para el transporte a través de la red trófica, las diversas comunidades que allí habitan dependen exclusivamente de los horizontes que puedan poblar; la transferencia de elementos desde el sedimento hacia los organismos es efectiva, para el caso específico de sistemas lóticos.



BIOTA

- 📖 La relación existente entre la concentración de mercurio de las larvas de insectos de los organismos bénticos y la concentración en el sedimento, es difícil establecer cuando las variaciones entre los grupos de organismos son amplias.
- 📖 Las larvas poseen una alta disposición para la acumulación debido a la cantidad de tiempo que dura esta fase.
- 📖 Las concentraciones entre sedimento y biota han sido analizadas dentro del Índice de Bioacumulación.
- 📖 La laguna de Aucacocha presenta valores de las concentraciones de mercurio en agua y sedimento, muy relacionadas a la concentración en biota. La naturaleza acumuladora de los órdenes de macroinvertebrados registrados en Aucacocha, permite establecer la factibilidad del uso de estos individuos para los procesos de remoción (Verta et al., 1986).
- 📖 El éxito del proceso de bioacumulación para organismos como los registrados en la laguna de Aucacocha, no depende de las concentraciones presentes en la columna de agua (Roulet et al, 1999), debido al tipo de alimentación de los órdenes Diptera y Ephemeroptera, la acumulación proviene de la concentración de mercurio presente en el sedimento de la laguna.



Conclusiones y Recomendaciones

- Los resultados de este estudio demuestran que la capacidad de la comunidad béntica para acumular mercurio desde la columna de agua y desde el sedimento está determinada por sus hábitos alimenticios, la composición de la comunidad béntica en relación a los órdenes de macroinvertebrados presentes favorece la posibilidad de bioacumulación por parte de los organismos.
- Las variaciones temporales y los cambios estacionales de la zona, no fueron favorables en la determinación del comportamiento limnológico de la laguna,
- Se observó que a partir de las concentraciones de mercurio en la columna de agua, la cantidad de mercurio presente en masa, varía en relación a la masa de agua en la laguna, esto se explica mediante el incremento de mercurio en el agua, que hace posible mantener una concentración casi invariante, para la laguna Aucacocha durante el período de muestreo.
- La concentración de mercurio no tiene una fluctuación repentina como lo hacen las estaciones, el mercurio permanece en el ecosistema acumulándose, por lo tanto es recomendable realizar un monitoreo extenso como los realizados en Brasil y Canadá, con al menos tres años de muestreo.



- 📖 En este estudio se determinó que el Índice de Bioacumulación de la comunidad béntica para acumular el mercurio es evidente y puede considerarse óptimo. Debido a los resultados obtenidos se recomienda evaluar la remoción de mercurio del ecosistema, por parte de los organismos, la evaluación puede realizarse mediante ensayos de laboratorio.
- 📖 Los resultados obtenidos acerca de la capacidad de bioacumular de los organismos de la laguna de Aucacocha permiten tener una idea de la capacidad del ecosistema para distribuir y transportar los contaminantes dentro de la laguna, al conocer el ciclo biogeoquímico del mercurio se puede comprender el comportamiento de las especies de macroinvertebrados que estarían aptas para un ensayo exhaustivo.
- 📖 La importancia de la determinación del Índice de Bioacumulación para la laguna de Aucacocha y otros sistemas acuáticos, está en la amplitud que tiene este índice para orientar los resultados hacia las tendencias más probables de acumulación. En el caso del Aucacocha se determinó que el nivel de acumulación de los organismos del ecosistema es de medio a intenso, esto justifica la necesidad de un estudio posterior del ecosistema y del mercurio complementado con ensayos ecotoxicológicos.



Gracias

