

# **VI CONGRESO BOLIVIANO DE QUIMICA**

El gas natural: primero para el bienestar de los bolivianos.



## **MEMORIA**

**Potosí - Bolivia, del 9 al 14 de Noviembre 2003**  
**SOCIEDAD BOLIVIANA DE QUIMICA**

## EVALUACION DE NITRATOS Y FOSFATOS EN AFLUENTES DE LOS LAGOS POOPÓ Y URU - URU

Janeth Castro<sup>1</sup>, Marcelo J. Guzmán<sup>1</sup>, Mauricio Ormachea<sup>1</sup>,  
Julián Patty<sup>1</sup>, Oswaldo Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Puras y Naturales Carrera de  
Ciencias Químicas, Instituto de Investigaciones Químicas - Laboratorio de Hidroquímica

### Resumen.

El presente estudio sobre evaluación de Nitratos y Fosfatos como principales nutrientes se realiza dentro del proyecto " Manejo de Recursos Hídricos- Hidroquímica en la Cuenca de los Lagos Poopó y Uru - Uru " I.I.Q.- Asdi/SAREC que tiene como objetivos el estudio de la contaminación hídrica de toda la subcuenca de los lagos Poopó y Uru -Uru así como el establecimiento de un Plan de Manejo Integral de la subcuenca. Se tomaron muestras durante cinco campañas, las cuales corresponden a las épocas seca intermedia y húmeda desde el 2001 hasta el 2003 abarcando un total de 21 puntos de muestreo.

El área de la presente evaluación se dividió en cuatro zonas: Zona Desaguadero, Zona Minera, Zona Agrícola y Zona Sur.

En las cinco campañas del proyecto Asdi/SAREC se tomaron muestras de agua para determinar: metales pesados, parámetros físicos y químicos (pH, Conductividad, Temperatura, Aniones y Cationes). Para el presente estudio se evaluó los Fosfatos y Nitratos, el comportamiento que estos tienen en las cuatro Zonas de estudio y la variación en las épocas seca, intermedia y de lluvia.

Los datos obtenidos muestran un comportamiento de mayor concentración para los nitratos hasta un máximo 7,48 mg/L con respecto a la de fosfatos (0,73 mg/L), con variaciones en las cuatro zonas de estudio, presentando una mayor concentración de nitratos en la zona minera, cabe señalar también que esta variación esta sujeta a cambios climáticos de la época húmeda, seca e intermedia en que se realizó el muestreo.

### Introducción.

Las aguas de ríos y lagos tienen composiciones variables, esto es posible ya que a menudo contienen agua que ha estado en contacto con diversas formas geológicas. Este líquido puede haber fluido a grandes o cortas distancias sobre la tierra, pudo haber disuelto minerales y sustancias de vida vegetal en descomposición a lo largo de su recorrido y además pueden contener materiales descargados por los seres humanos. Existen algunos lagos como es el caso del Uru-Uru y Poopó que son salados ya que han acumulado grandes cantidades de sales minerales disueltas<sup>1</sup>.

Los lagos reciben, poco a poco, pero continuamente, sedimentos y nutrientes, como nitratos y fosfatos, por aporte de aguas superficiales y de lluvias. Cuando los aportes de nutrientes son grandes se presenta la eutrofización del lago, provocando el crecimiento excesivo de algas indeseables y otros seres vivos que cuando mueren se depositan en el fondo. Al consumirse todo el oxígeno muchos restos orgánicos sufren procesos anaeróbicos desprendiendo  $H_2S^2$ .

El lago pierde profundidad y las plantas típicas de la orilla (Totora, algas y otros) se extienden más. La materia orgánica que se va acumulando en el fondo aumenta.

Los nitratos son los que más frecuentemente se encuentran porque son el producto del máximo nivel de oxidación, realizado por parte de las bacterias aerobias, pueden

contaminar las capas freáticas y si estas son utilizadas para consumo Humano cuando llegan a concentraciones mayores de 100 mg/L pueden ser causa de metahemoglobinemia infantil, la presencia de nitratos causa oxidación del hierro al estado férrico y produce metahemoglobina que no tiene capacidad de transportar O<sub>2</sub> y por tanto en concentraciones elevadas da lugar a cianosis<sup>3</sup>.

El nitrato y fosfato generalmente provienen del escurrimiento de tierras agrícolas, aguas negras, detergentes, desechos de los animales (heces, orina) y aporte de lluvias. Los niveles altos de estos nutrientes en un cuerpo de agua pueden hacer que la vida vegetal y las algas aumenten excesivamente su población lo cual afecta seriamente a los peces y otros animales acuáticos, el crecimiento de algas puede eventualmente cubrir la superficie del agua afectando la fotosíntesis y causando por ello una interrupción en el desarrollo de la cadena trófica<sup>4</sup>.

Los límites permisibles en cuerpos de agua superficiales (Naturales) son: En Nitratos para consumo humano 40 mg/L, para consumo animal 50 mg/L y para riego 40 mg/L y para Fosfatos es 3,5; 7,0 y 65 mg/l respectivamente<sup>5</sup>.

#### **Ubicación y descripción el área de Estudio:**

El sistema de subcuencas hidrográficas en estudio esta ubicada en el departamento de Oruro al sur de la subcuenca del Desaguadero que a su vez esta dividido en dos: las subcuencas del Lago Poopó y la del Salar de Coipasa. Las subcuencas de los Lago Poopó y Uru-Uru ocupan el sector sur oriental del altiplano y representa el 17,3% del Sistema TDPS (Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salares). El sector oriental de la cuenca, al este del lago, está conformado en su mayor parte por afluentes de la Cordillera Oriental, salvo en el extremo sureste donde afloran las rocas volcánicas. Este sector montañoso se caracteriza por un denso retículo hidrográfico favorable a un escurrimiento rápido<sup>6</sup>. La zona central y occidental de la subcuenca está conformada, además del lago, por llanuras y terrazas fluvio-lacustres, con áreas de acumulaciones eólicas, las cuales moderan la velocidad de las aguas. Estas llanuras, pero especialmente sus áreas más deprimidas, están sujetas a periodos prolongados de sequía e inundaciones periódicas y variables en las épocas de lluvias<sup>7</sup>.

Para una mejor descripción el área de estudio se dividió en:

- a) *Zona Desaguadero* con los ríos, Chuquiña, Toledo y Puente Español.
- b) *Zona Minera* que comprenden los ríos Huanuni, Poopó y Pazña.
- c) *Zona agrícola* con los ríos Huancane, Juchusuma, Tacagua, Huari y Cortadera.
- d) *Zona Sur* con los ríos Márquez, Sevaruyo y Lacajahuirá que es el único efluente superficial que tiene el Lago Poopó.

#### **Parte experimental.**

Los resultados del presente estudio fueron obtenidos empleando métodos analíticos estandarizados. Los nitratos y fosfatos determinados por el método colorimétrico a 330 nm y 880 nm de longitud de onda respectivamente en un espectrofotómetro UV-VIS, los parámetros de pH, conductividad y temperatura se midieron con equipos de campo utilizando un pH- metro y un conductímetro Hach modelo 2000

Los valores obtenidos muestran una tendencia a concentraciones mayores para nitratos que para fosfatos, como se puede observar en el gráfico N°1, que muestra un resumen de los datos obtenidos y la comparación de las cuatro zonas de estudio. La variación de pH y Conductividad para las cuatro zonas se puede observar en el gráfico N°2.

Gráfico N°1

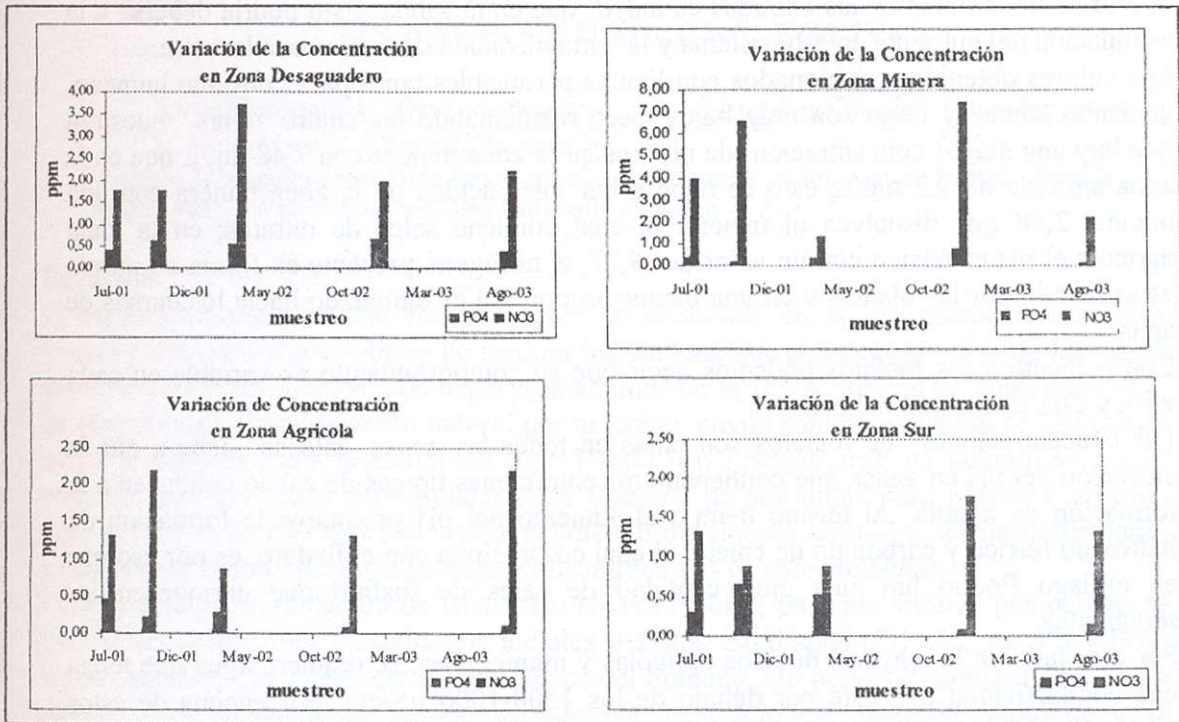
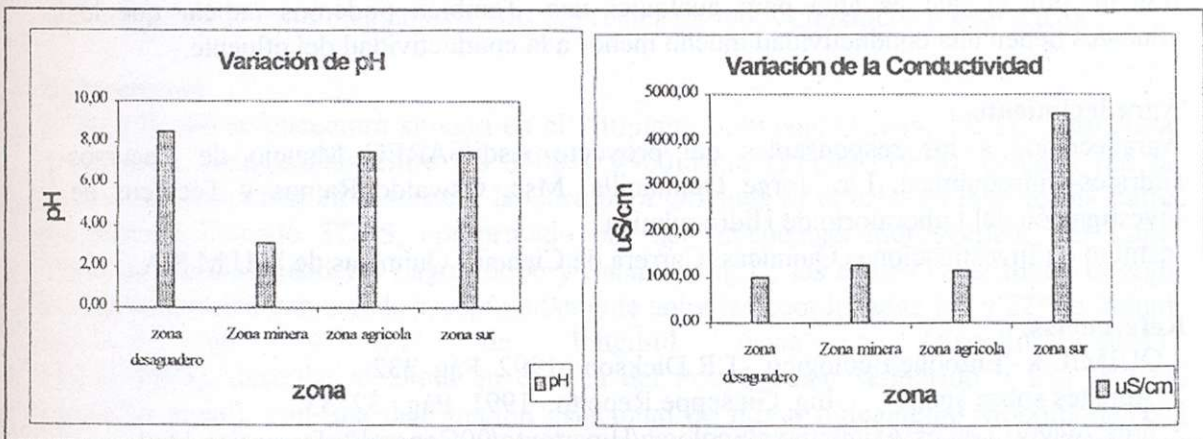


Gráfico N°2



**Conclusiones.**

La variación de la concentración de nitratos, por épocas varia en las diferentes zonas: Para la Zona Desaguadero, en la época seca la concentración de nitratos es mayor que en la época de lluvias. En la zona minera la concentración de nitratos esta en función del pH ya que a pHs bajos se tiene mayor concentración de nitratos. Para la zona agrícola, en la época seca la concentración de nitratos es mayor que en la época de lluvias. Por último en la zona sur que es la única salida del lago Poopó (río Lacajahuira), no hay

diferencias significativas en la concentración de nitratos. También se constato que el aporte de los nitratos en las entradas es mayor que en la salida. Esto podría deberse a la asimilación del nutriente en este sistema y la inmovilización de la biomasa lacustre.

Los valores obtenidos relacionados con límites permisibles tanto para consumo humano, consumo animal y riego son muy bajos, pero relacionando las cuatro zonas muestran que hay una mayor concentración de nitratos en la zona minera con 7,48 mg/L que en la zona agrícola de 2,2 mg/L, esto se debe a los pHs ácidos de la zona minera con una mínima 2,58 que disuelven al mineral el cual contiene sales de nitratos; en la zona agrícola el pH es básico con un valor de 8,77, el nitrógeno presente en forma de nitrato es asimilado por las plantas y en una menor proporción es eliminado hacia los cursos de agua.

Con respecto a los fosfatos podemos decir que su comportamiento es variable en cada zona y esta en función del pH.

Las concentraciones de fosfatos son bajas en todas las zonas, esto se debe a que la elevación del pH en aguas que contienen concentraciones típicas de calcio conducen a la formación de apatita. Al mismo tiempo el aumento del pH promueve la formación de hidróxido férrico y carbonato de calcio, el cual co-precipita con el fosfato, es por eso que en el lago Poopó hay una gran cantidad de sales de fosfato que enriquecen los sedimentos.

Por otro lado en la mayoría de usos agrícolas y municipales, se requiere agua que tenga una conductividad que esté por debajo de los 1500-1800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Por encima de estos niveles se puede ocasionar cambios en los cultivos más sensibles, para usos domésticos se prefiere que el agua tenga una conductividad menor a 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Cabe hacer notar que la zona agrícola, tiene una vertiente Huarí (río Huaya Pacjchi) donde se tienen los valores más bajos en conductividad que no son mayores a 81  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . por lo que es apta para cualquier uso. También podemos indicar que los afluentes tienen una conductividad mucho menor a la conductividad del efluente.

#### **Agradecimiento.**

Agradecemos a los responsables del proyecto Asdi/SAREC Manejo de Recursos Hídricos-Hidroquímica, Lic. Jorge Quintanilla, Msc. Oswaldo Ramos y Técnicos de Investigación del Laboratorio de Hidroquímica.

Instituto de Investigaciones Químicas Carrera de Ciencias Químicas de la U.M.S.A.

#### **Referencias.**

1. QUÍMICA Enfoque Ecológico T.R.Dickson 1992 Pág. 232
2. Apuntes sobre aguas Ing. Giuseppe Repetto 1991 Pág. 32, 33
3. <http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Informacion.html>
4. Rubén Marín P. & Jorge Quintanilla A. Efectos Ambientales sobre las Pesquerías de los Ecosistemas de los Lagos Poopó y Uru – Uru 2002, 6, 33
5. Estudio de Hidroquímica y Contaminación Plan Director TDPS 1993 Pág. 5-22
6. <http://k12science.ati.stevenstech.edu/curriculum/dipproj2/es/docs/actividad3hoja.shtml>
7. Estudio de Medio Natural Plan Director TDPS 1993 Pág. 1-25