

## Práctica 6: Recuperación de balsas ácidas.

Nombre de los alumnos:

Primer Autor: Cañete Rioja, Elena

Segundo Autor: Romero de Lucca Carrasco, Horacio Eduardo

Tercer Autor: Sevilla Horrillo, Lucía

Fecha de realización de la práctica: 26-11-14

Fecha de presentación: 03-12-14

### 1. Realización de tabla y una gráfica diaria con la evolución de variables en las diferentes adiciones realizadas. Variables:

- pH
- Potencial Redox
- Oxígeno disuelto

Se adjunta a continuación los gráficos de pH, potencial redox y oxígeno disuelto de la columna de control, de las columnas a las que se le adicionó cal (columnas 1 y 2), de las columnas a las que se le adicionó carbocal (columnas 3 y 4) y de las columnas a las que se le adicionó ceniza (columnas 5 y 6).

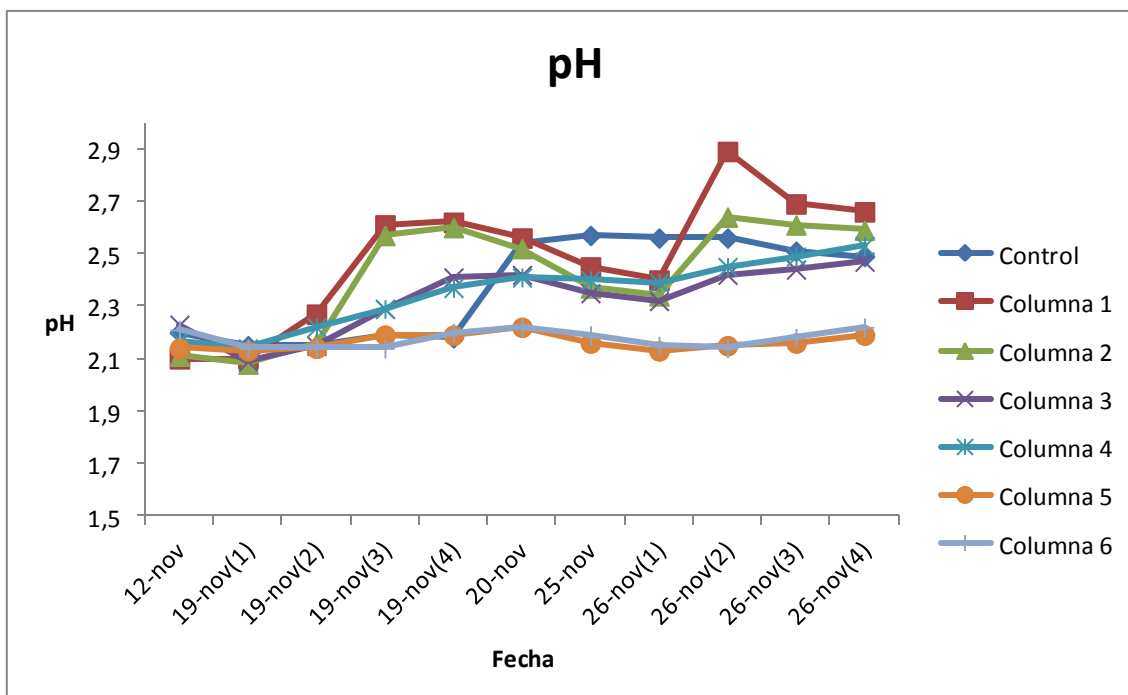
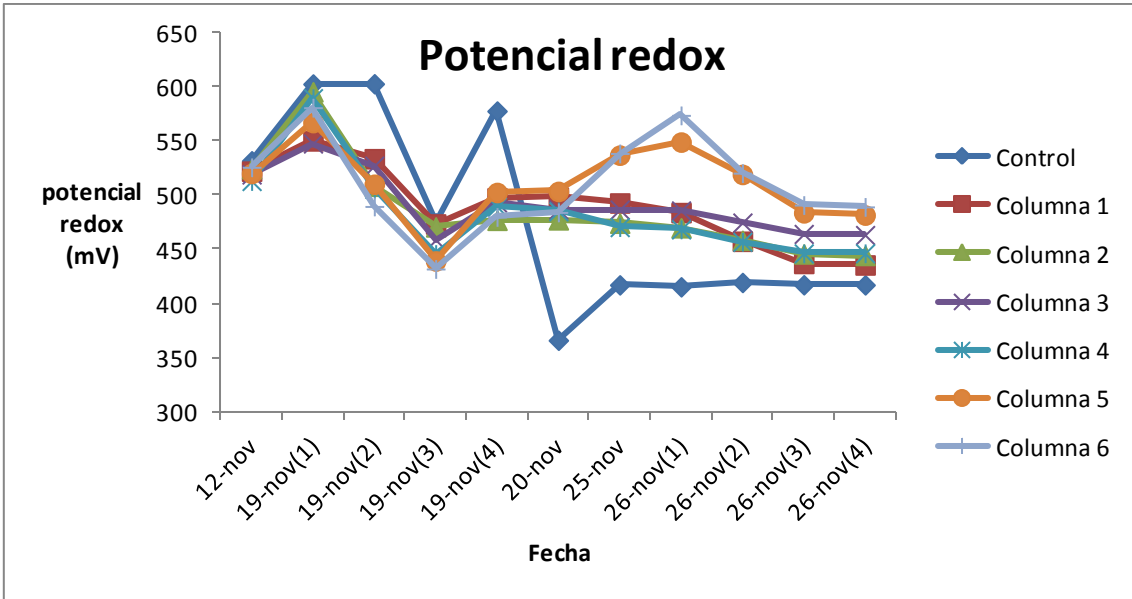
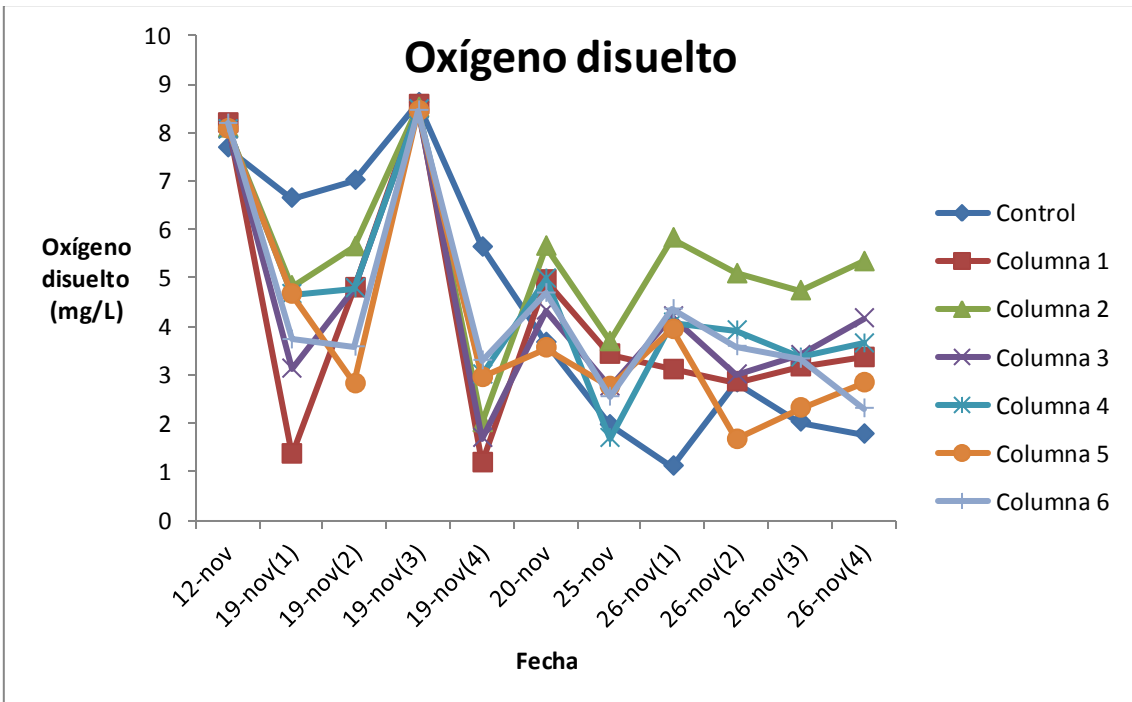


Gráfico 1. Valores de pH medidos en las columnas control y 1 a 6.

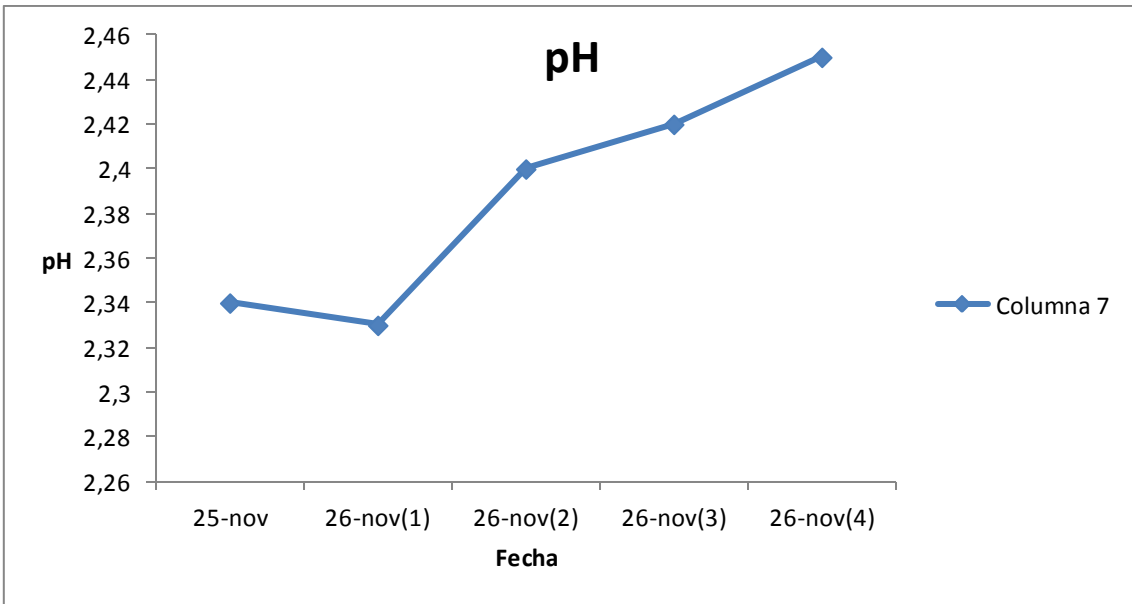


**Gráfico 2.** Valores de potencial redox medidos en las columnas control y 1 a 6.

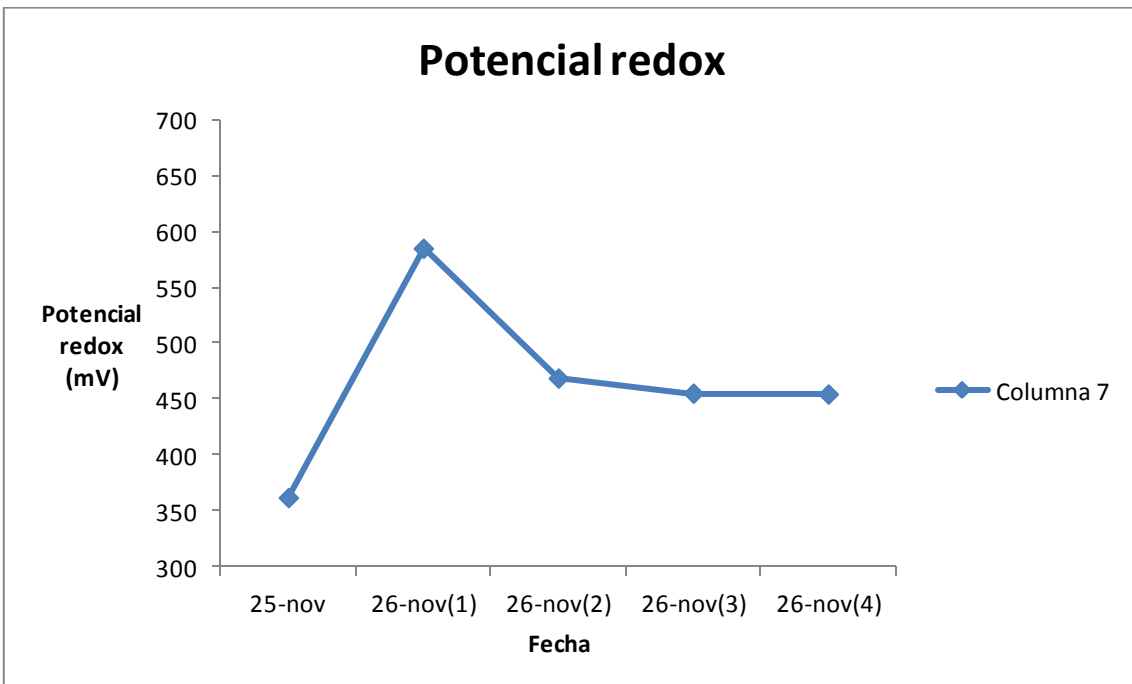


**Gráfico 3.** Valores de oxígeno disuelto medidos en las columnas control y 1 a 6.

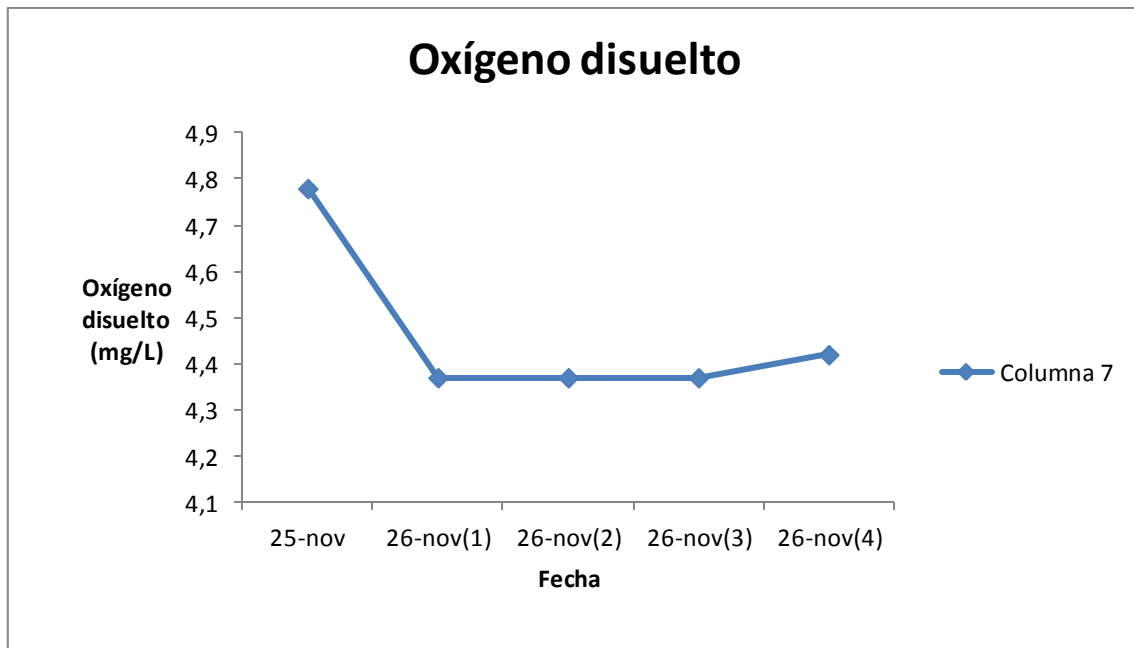
El día 25 de noviembre se añadió al estudio una columna a la que se le adicionó cáscara de huevo. Se presenta a continuación un gráfico con los valores de pH, potencial redox y oxígeno disuelto medidos en la citada columna.



**Gráfico 4.** Valores de pH medidos en la columna 7.



**Gráfico 5.** Valores de potencial redox medidos en la columna 7.



**Gráfico 6.** Valores de oxígeno disuelto medidos en la columna 7.

## 2. ¿A qué pH precipitan todos los metales disueltos? ¿Cuáles dos metales no precipitan por equilibrio ácido-base?

La solubilidad es la capacidad que tiene una sustancia de disolverse otra; esto depende de los siguientes factores:

- La naturaleza o propiedades del soluto y del solvente
- La temperatura: La solubilidad de un sólido en un líquido por lo general aumenta cuando se incrementa la temperatura
- La presión
- El pH

Cuando, por causas naturales o provocadas, se eleva el pH del agua, comienza la precipitación de metales pesados. En este sentido puede decirse que cada metal disuelto precipita a un determinado pH. La mayoría de los metales pesados, en general, se encuentran disueltos a pH extremadamente ácidos (móviles), mientras que a pH neutros y básicos tienden a precipitar (inmóviles), a pH muy básicos pueden volver a movilizarse bajo la forma de aniones solubles o formando hidroxicomplejos (Se, V, As, Cr).

Junto con el pH, el potencial redox es un parámetro decisivo. Los valores bajos de potencial de oxidación/reducción dan formas reducidas que suelen ser solubles. Las formas oxidadas tienen fuerte tendencia a precipitar. Además de influir en el estado del ión metálico, las condiciones redox pueden afectar también de una manera indirecta la movilidad de metales. Muchos metales están asociados o adsorbidos a hidróxidos de Fe y Mn, estos no son estables a Eh bajos y se convierten en FeS o FeCO<sub>3</sub> dependiendo de las condiciones químicas, cuando esto ocurra los metales asociados con hidróxidos de Fe y Mn se movilizan.

Muy ilustrativa es la tabla que Plant y Raiswell (1983) han desarrollado sobre la movilidad de los metales pesados y elementos asociados en función de las condiciones de pH y Eh.

**Tabla 1. Movilidad relativa de los metales pesados según el Eh y pH del suelo**

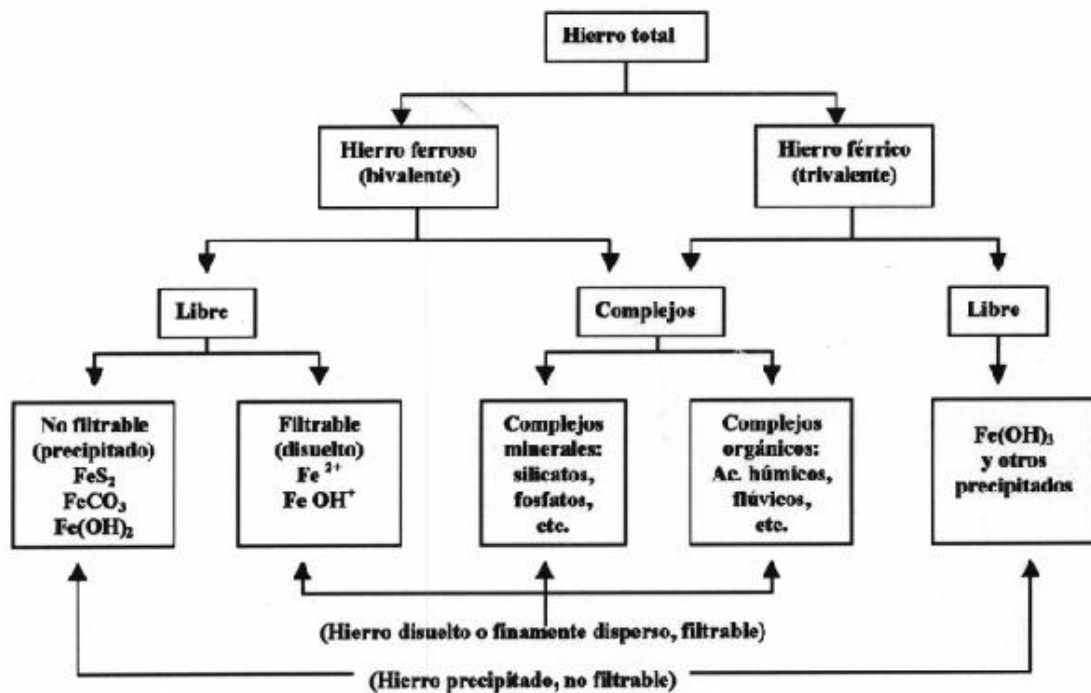
Movilidad	Oxidante	Acido	Neutro y alcalino	Reductor
Alta	Zn	Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au		
Media	Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au, Cd	Cd	Cd	
Baja	Pb	Pb	Pb	
Muy baja	Fe, Mn, Al, Sn, Pt, Cr, Zr	Al, Sn, Pt, Cr	Al, Sn, Cr, Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au	Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au, Cd, Pb

Como se ha citado anteriormente la mayoría de metales precipitan por equilibrio ácido-base. Los dos metales que no precipitan por este equilibrio son el hierro y el manganeso, que precipitan por equilibrio redox.

### 3. ¿En qué medio precipitan los metales Fe y Mn?

Para que el hierro y el manganeso se precipiten hace falta un medio con oxígeno disponible y un pH que no sea bajo, a continuación se procede a describir los compuestos con hierro y manganeso disueltos en el agua.

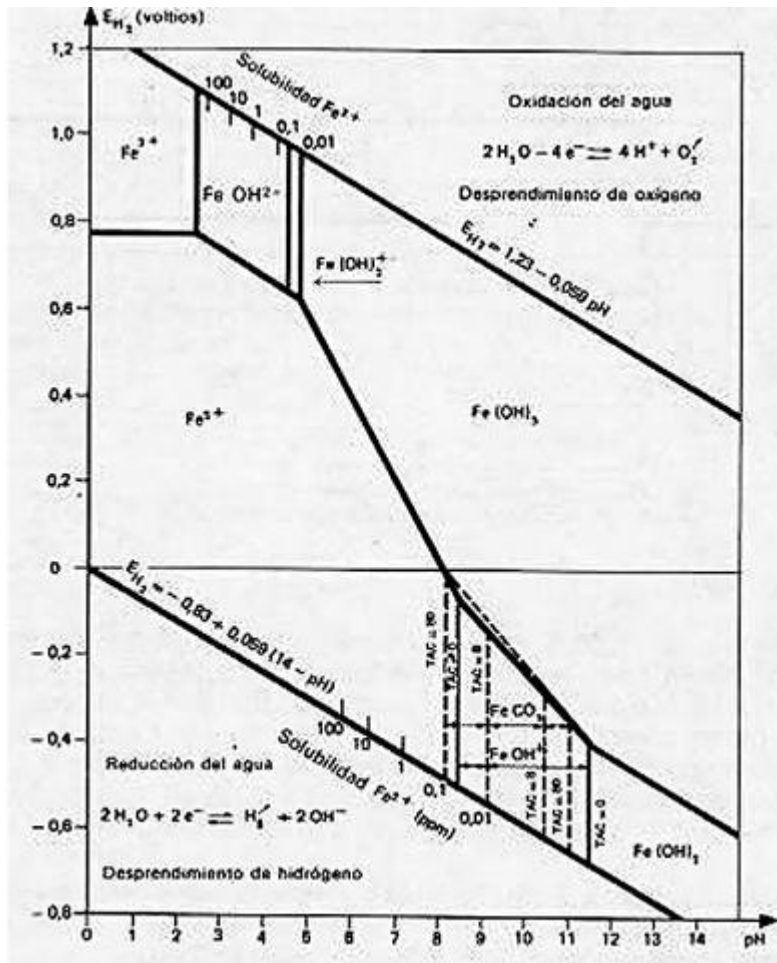
El hierro puede encontrarse en el agua en forma iones ferrosos y férricos, de iones hidratados, de complejos organoférricos, y en casos raros, como sulfuros. A continuación se aprecia esto en la Figura 1.



**Figura 1.** Hierro en sus distintas formas en el agua.

Por otra parte está el manganeso que comúnmente se encuentra en el agua bajo su estado reducido, Mn (II), y su exposición al aire y al oxígeno disuelto lo transforma en óxidos hidratados menos solubles, aunque también puede encontrarse en forma de bicarbonatos, complejos minerales y orgánicos.

La forma del hierro en el agua depende, ante todo, del pH y del potencial de oxidación-reducción; en la figura 419, se ve que el hierro puede pasar de una forma disuelta (por ejemplo,  $\text{Fe}^{2+}$  o  $\text{FeOH}^+$ ) a una forma precipitada ( $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Fe(OH)}_2$  o  $\text{Fe(OH)}_3$ ), al aumentarse el potencial (oxidación), el pH, o ambos. El manganeso sigue una ley análoga. A continuación se adjunta una figura donde se representa la solubilidad del hierro en el agua en relación al potencial redox y al pH.



**Gráfico 7.** Solubilidad del hierro en función del pH y del potencial redox.

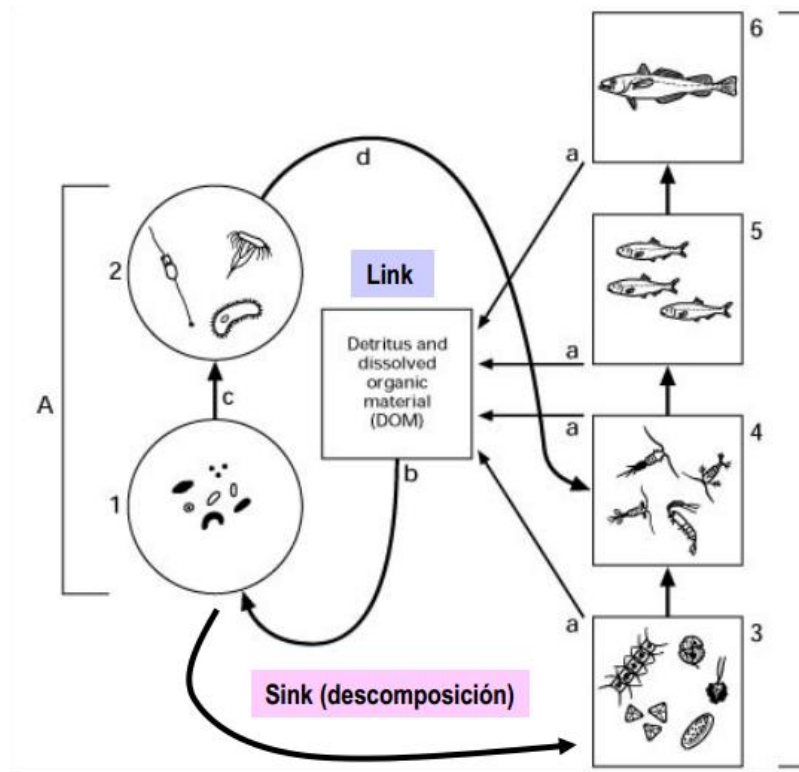
Se puede observar que ambos factores influyen en la precipitación de hierro y se supone un comportamiento parecido por tanto en el manganeso, obteniendo como conclusión final que tanto el oxígeno en el agua, como el pH como el potencial redox influyen en la precipitación de estos dos metales, pero las dos primeras cualidades del agua influyen algo más, ya que la tercera puede ser consecuencia de las anteriores.

#### 4. ¿Qué animales respiran oxígeno en el medio acuático?

Hay gran diversidad de animales que necesitan respirar oxígeno bajo el agua. De hecho, la mayoría dependen del oxígeno para sobrevivir.

Están los Peces (truchas, lubinas, mojarra, sargo, dorada, boga, mero, barriguda, lagartina, cabracho, etc.), Anfibios (rana, sapo, ajolote, cangrejo, salamandra, etc.), Bacterias y Cianobacterias que las hay anaerobias o aerobias (dentro de las aerobias, las llamadas Vibrio, Pseudomonas, Flavobacterium, Spirillum, Hyphomicrobium, Cytophaga, Alcaligenes, Erythrobacter, Sulforreductoras, arqueobacterias, Nitrococcus, Monera etc.),

Protozoos (Radiolarios, Acantarios y Foraminíferos), Moluscos (mejillones, almejas, caracoles, babosas, etc.).



**Figura 2.** Protozoos base cadena alimentaria

Una vez descritos los tipos de seres vivos que respiran oxígeno, habría que tratar de aquellos que podrían sobrevivir al pH ácido de las aguas del embalse, y, por consiguiente, tratar de que ciertas bacterias y microorganismos perjudiciales para la salud, no se desarrollen en demasía.

A continuación, se muestran algunos seres vivos que son capaces de aguantar en aguas más ácidas:

**Tabla 2.** Seres vivos en función del pH que resisten

	pH 6.5	pH 6.0	pH 5.5	pH 6.0	pH 4.5	pH 4.0
TRUCHA						
LUBINA						
PERCA						
RANAS						
SALAMANDRAS						
ALMEJAS						
CANGREJO DE RÍO						
CARACOLES						
EFIMERAS						



Como puede observarse, no todos los peces y crustáceos, así como los insectos de que los se alimentan, pueden tolerar el mismo nivel de ácido. Las ranas, por ejemplo, pueden subsistir en agua mucho más ácida (con un pH más bajo de hasta 4) que las truchas (que aguantan hasta pH igual a 6), y la perca que es capaz de vivir a pH 4,5.

## 5. Bibliografía.

- [1] El desastre ecológico de Aznalcóllar; <http://edafologia.ugr.es/donana/aznal5.htm> (Citado a 29/11/2014)
- [2] Disolución y precipitación de sales; [http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/Julio\\_2011/IF\\_BARRETO\\_PIO\\_FIARN/CAP.%20V.PDF](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Julio_2011/IF_BARRETO_PIO_FIARN/CAP.%20V.PDF) (Citado a 29/11/2014)
- [3] Tratamiento de Aguas Ácidas. Prevención y Reducción de la Contaminación; [http://www.ehu.es/sem/macla\\_pdf/macla10/Macla10\\_44.pdf](http://www.ehu.es/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_44.pdf) (Citado a 29/11/2014)
- [4] Contaminación por metales pesados; [http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Manuales/Contmetal\\_espesados.asp#5](http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Manuales/Contmetal_espesados.asp#5). Factores del suelo que afectan su acumulación y disponibilidad (Citado a 29/11/2014)
- [5] Peces del Mar Mediterráneo; <http://www.pecesdelmarmediterraneo.com/Peces/pecesdelmediterraneo.html>
- [6] Listado de animales; <http://www.listadodeanimales.com/cat/Anfibios/7>
- [7] Los ambientes acuáticos; [https://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/alarchil/ECOMICRO/EcoMIcro/TemaXVI.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alarchil/ECOMICRO/EcoMIcro/TemaXVI.pdf)
- [8] FAQ de la microbiología del agua; <http://www.lenntech.es/faq-microbiologia-del-agua.htm>
- [9] Los Efectos de la Lluvia Ácida. Aguas de Superficie y Animales Acuáticos; [http://www.epa.gov/acidrain/spanish/effects/surface\\_water.html](http://www.epa.gov/acidrain/spanish/effects/surface_water.html)

[10] Remoción de hierro (Fe) y manganeso (Mn);  
<http://www.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Remoci%C3%B3n%20de%20Hierro%20y%20Manganeso.pdf> (Citado a 29/11/2014)

[11] GUÍA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA A NIVEL CASERO; <http://bvs.per.paho.org/tecapro/documentos/agua/167met-mejor.caliagua.pdf> (Citado a 29/11/2014)

[12] Manual técnico del agua.;  
<http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/etap/unidades/documen.alu/degremo/pr01.htm> (Citado a 29/11/2014)

Firma:

Cañete Rioja, Elena

Romero de Lucca, Horacio E.

Sevilla Horrillo, Lucía