

Nota explicativa del estudio titulado: "Incompatibility of sulphate compounds and soluble bicarbonate salts in the Cruces River waters: an answer to the disappearance of *Egeria densa*", [ Incompatibilidad de compuestos de sulfato y sales de bicarbonatos solubles en aguas del Río Cruces: una respuesta a la desaparición de *Egeria densa*], publicado en ESEP, 2006: 5-11.

El principio de nuestra búsqueda de la muerte del santuario esta basado en la introducción de un compuesto químico soluble en un cauce de agua. El compuesto químico puede ser neutro (agua) con carga negativa (aniones como sulfato) o positivos (cationes como Ca). La evidencia del estudio de UACH 2005 fue que la causa de la desaparición de los cisnes había sido la eliminación de la planta *Egeria densa* conocida como "luchecillo". Sin embargo no se precisó nunca la causa por la cual el luchecillo desapareció. Nuestra preocupación fué el porqué sólo el luchecillo desapareció y no los juncos, totoras, nenúfares, todas ellas aún viviendo en el Santuario?

La planta en cuestión es *Egeria densa* y como *EGERIA*, *ELODEA CANADENSIS*, *HyDRILLA VERTICILATA* son plantas terrestres que VIVEN SUMERGIDAS en el agua Y que DEBIDO A LA IMPORTANTE CONCENTRACION DE OXIGENO EN EL AGUA, ESTAS PLANTAS NECESITAN CONCENTRAR CO<sub>2</sub> gas, DENTRO DE LAS CELULAS PARA PODER COMER (FOTOSÍNTESIS).

¿Cómo lo hacen?

CONCENTRANDO CO<sub>2</sub> DE UNA FUENTE DIFERENTE AL GAS, LO HACEN DESDE EL BICARBONATO de calcio. ESTE proceso ES SIMILAR A LA COMPENSACIÓN DE HIERRO DE UNA MADRE EMBARAZADA POR DEMANDA DEL FETO. EL HIERRO ES SUMINISTRADO CON UN COMPUESTO QUELANTE, ÁCIDO CÍTRICO POR EJEMPLO, EL CUAL HACE EL HIERRO DISPONIBLE PARA SU ABSORCIÓN EN LOS INTESTINOS DE LA MAMÁ. DE OTRA FORMA EL HIERRO ENTRA Y SALE y no es absorbido por la mama y al final pone en peligro al proceso fundamental, el feto. DEL MISMO MODO LA PLANTA NECESITA DE ESE BICARBONATO DE CALCIO PARA PODER COMER Y PRODUCIR ALIMENTO PARA LOS CISNES.

¿Que fue entonces lo que ocurrió en el Santuario?

Para responder a esto fuimos A LAS AGUAS DEL SANTUARIO y muestreamos 11 estaciones. Dos de ellas aguas arriba de la salida del ril (Puente Cruces, Puente Negro), una a 1 km aguas abajo Puente Rucaco), 6 en el santuario y 2 fuera del efecto del río Cau Cau, ubicadas en el río Calle Calle. Se midió CO<sub>2</sub>, (HCO<sub>3</sub>) y todos los cationes y aniones mayores en aguas de la superficie y fondo. Los resultados muestran que existe una relación inversa entre la cantidad de sulfato y la concentración de bicarbonato. Donde existe más sulfato hay un 36 % menos de bicarbonato. Donde no hay bastante bicarbonato no hay *Egeria densa*.

Esta observación nos llevó a realizar el siguiente experimento con plantas de *Egeria densa* saludable colectadas en río Calle Calle. Las sometimos a 3 diferentes concentraciones de sulfato, basadas en lo declarado por la industria

Celco. La fotosíntesis de las plantas se detuvo a la concentración más alta y disminuyó 2 y 80 veces en los otros tratamientos con sulfato. Además la concentración de bicarbonato inicial de los experimentos disminuyó solo en los acuarios con sulfato (casi un 30% menos bicarbonato al final del experimento). También el pH bajó 0.4 al final del experimento. Hemos entonces reproducido lo que ocurrió en el Santuario. La planta no puede hacer fotosíntesis cuando la cantidad de bicarbonato disminuye más de un 30%.

En palabras más simples, la planta desapareció del santuario por hambre, la entrada de sulfato principalmente disminuyó el bicarbonato de calcio necesario para la planta para poder comer CO<sub>2</sub>. Una saga similar a la del cisne, quién también murió de hambre.

Cual es el origen del sulfato?

La respuesta es bastante clara. Desde los años 1987-1992 (DGA) y 1995 se han registrado las concentraciones de cationes y aniones para una estación crítica para saber el origen de la entrada de sulfato al Santuario. Este punto es el puente Rucaco, el cual se encuentra a 1 km aguas abajo de la salida del efluente de la planta de celulosa. Los valores históricos (1987-1992 y 1995) no sobrepasan los 0.6 mg por litro. Después de la puesta en marcha de la planta celulosa nunca a sido menor a 4 mg por litro. Esto es igual a 7 veces la cantidad de sulfato en ese mismo punto. Los valores actuales de sulfato en aguas arriba (Puente Cruces y Puente Negro) del efluente de Celco no sobrepasan los 0.7 mg por litro (similares a los valores históricos), lo mismo las aguas del Río Calle Calle. Lo único que existe entre las estaciones Puente Negro-Cruces y Rucaco es el efluente de Celco. La conclusión es entonces que la única entrada de sulfato al Santuario a una tasa de 4-5 mg por litro lo que equivale a 40-50 toneladas por día considerando el caudal de salida (900 litro por segundo) y caudal del río, es el efluente de la planta de celulosa, CELCO-ARAUCO. Fue esta adición constante de sulfato lo que desequilibró el balance de los cationes y aniones, disminuyendo la concentración de bicarbonato de calcio, producto esencial para la sobrevivencia de *Egeria densa*, que al desaparecer causó la huida y muerte de los cisnes cuello negro del Santuario Carlos Anwandter.

Sandor Mulsow, PhD

Former UN-Expert en Contaminación Marina

Senior FORECOS

Director, Instituto de Geociencias

Universidad Austral de Chile