

Lago Ypacarai: aplicación de tecnosoles antieutrofizantes y reducción de cianobacterias

Autores: Celso Velázquez Ibarrola¹, Walberto Caballero Achucarro²

RESUMEN

Se presentan los resultados de las pruebas con Tecnosoles para reducir la concentración de nutrientes N (nitrógeno) y P (fósforo) causantes de la eutrofización del cuerpo hídrico del Lago Ypacarai en la región central de Paraguay, ubicado en el Parque Nacional Lago Ypacarai. Falta de un manejo adecuado de los recursos naturales, las prácticas agrícolas inadecuadas, los vertidos de efluentes domésticos e industriales no tratados que están cargados de nutrientes causan floraciones de cianobacterias. Especies detectadas son *raciborskii* *Cylindrospermopsis*, *spiroides* *Anabaena*, *Aphanocapsa* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Chroococcus turgidus*, *Aphanocapsa* sp., *Anabaena affinis*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Merismopedia tenuissima* y *Microcystis aquae - flos*. Los Tecnosoles son suelos inertes preparados con componentes similares a los de suelo natural. Tienen la capacidad de adsorción específica más alta de fosfatos orgánicos y solubles orgánicos y se seleccionaron de acuerdo con el nivel de N y P. Un limnocorral de dos metros de diámetro fue instalado en el lago para el experimento. Ocho bolsas kg con Tecnosoles se instalaron en metros de profundidad 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5. Resultados muestran que la adsorción e intercambio de iones interactúan con las superficies adsorbentes, y que se adhieren nutrientes. Una consecuencia de la adsorción de N y P, fuentes de alimentos de las cianobacterias, por Tecnosoles, genera una fuerte reducción o incluso la desaparición de algunas especies de cianobacterias, que se muestra por los resultados de laboratorio.

Palabras clave: Tecnosoles - Cianobacterias- Lago

ABSTRACT

The results of tests with Technosols to reduce the concentration of nutrients are presented. N (nitrogen) and P (phosphorus) cause eutrophication in the water body of Lake Ypacarai in the central region of Paraguay, located in the National Park Ypacarai Lake. Malpractice in the management of natural resources, inappropriate agricultural practices, discharges of untreated domestic and industrial effluents are loaded with nutrients causing blooms of cyanobacteria and blue green algae. Species detected are *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaena spiroides*, *Aphanocapsa* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Chroococcus turgidus*, *Aphanocapsa* sp., *Anabaena affinis*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Merismopedia tenuissima* and *Microcystis flos - aquae*. Technosols are inert soils prepared with components similar to those of natural soil. They have higher specific adsorption capacity of organic phosphates and organic solubles and were selected according to the level N and P. A limnocorral of two meters in diameter was installed in the lake for the experiment. Eight kg bags with Technosols were installed at 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 meters depth. Our results show that adsorption and ion exchange interact with the adsorbent surfaces, and that they adhere nutrients. Technosols thus permit the reduction of phosphorus in water. A consequence of the adsorption of N and P by Technosols is a strong reduction or even disappearance of some species of cyanobacteria, shown by the laboratory results.

Key Words: Technosols - Lake - Cyanobacteria

¹Universidad Nacional de Itapúa, Escuela de Posgrado, Paraguay
mail: vcelso10@gmail.com

²Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España
mail: walcaballero@hotmail.com

Recibido: 27/09/2014 Aceptado: 02/10/14

Introducción

El Lago Ypacarai es un cuerpo hídrico altamente contaminado con cianobacterias generando una floración que con temperaturas altas y sequías importantes producen una masa verdusca a lo largo de gran parte del lago. La investigación busca demostrar que los Tecnosoles son una alternativa válida para la recuperación ambiental del lago Ypacarai y sus afluentes. Aplicando en puntos estratégicos puede impedir o minimizar la entrada de nutrientes, materia orgánica y sus microorganismos acompañantes en el ecosistema y, de esta manera, reducir las concentraciones actuales de las cianobacterias y otros compuestos. Es importante destacar que dentro de estas cianobacterias se encuentran especies tóxicas que en exposición pueden ser peligrosas para la población del perilago u otras personas que se contactan con el cuerpo hídrico contaminado. La aplicación de Tecnosoles con éxito en el control de la contaminación de cuerpos hídricos que tenían el mismo problema de eutrofización y de infestación con algas, como el lago As Conchas de Galicia, España, tiene como principio la adsorción de nutrientes que ocasionan la proliferación de las algas en el lago. La técnica de los Tecnosoles se basa en la aplicación de la tecnología y los conocimientos científicos de la Ciencia del Suelo y de la Biogeoquímica para preparar suelos con diferentes formulaciones físico-químicas, en este caso antiutrofizantes, cuya composición deriva de una fórmula que se modifica en función de las características del problema. Tecnosol es una palabra compuesta (tecno: tecnología, sol: suelo). Es la creación de nuevos suelos aplicando la tecnología y los conocimientos científicos de la Ciencia del Suelo y de la Biogeoquímica. La técnica consiste en aprovechar como materia prima, preferentemente, todo tipo de desechos para elaborar a partir de ellos y con diferentes formulaciones físico-químicas el suelo deseado para aplicar a cada terreno degradado o contaminado. La técnica ya era en parte conocida, pero el perfeccionamiento con la creación de "suelo a la carta" y del suelo "a imagen de los suelos naturales" o elaboración de cada tipo de Tecnosol fue desarrollado por expertos de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), España, cuyo propulsor principal es el científico Dr.

Felipe Macías Vázquez, del Departamento de Edafología de la citada institución educativa superior.

El objetivo general del proyecto es probar la efectividad de los Tecnosoles en la disminución de nutrientes en el Lago Ypacarai a través de una prueba piloto en Limnocorales. Los objetivos específicos se desprenden de lo general y consiste en: Aplicar los Tecnosoles a través de los limnocorales en un sitio del Lago Ypacarai en la costa de Areguá. Muestrear periódicamente las aguas tanto del Lago como de los limnocorales. Determinar los parámetros de la concentración de nutrientes antes y después de la aplicación de Tecnosoles.

Materiales y Métodos

Fueron aplicados Tecnosoles en una prueba piloto en el Lago Ypacarai a fin de adsorber los nutrientes P y N, principalmente, y de esta manera romper el ciclo de reproducción de las especialmente en el espejo de agua. Para la preparación de los Tecnosoles fueron seleccionados suelos ándicos (España) como base para la preparación en laboratorio. Otros suelos de origen paraguayo fueron utilizados en forma empírica. Se tomaron muestras de las aguas del lago Ypacarai y de aguas del mismo lago pero tratadas con tecnosoles tanto de los de origen español, como paraguayo.

Para realizar la investigación fue aislado un volumen determinado de agua del lago en un limnocorral en el cual fueron instaladas bolsas conteniendo Tecnosoles a distintas profundidades. Los sitios seleccionados para la instalación están relacionados con la concentración de cianobacterias y la reproducción de las condiciones climatológicas del lugar. Es decir para la colocación de los limnocorales se buscó recrear las condiciones naturales de los sitios. Los Tecnosoles utilizados para el experimento fueron traídos de España, es decir corresponde a suelos ándicos elaborados en laboratorios de suelos de la Universidad de Santiago de Compostela, y de Tecnosoles preparados en forma empírica de suelos recogidos en Paraguay.

Discusión

Fueron utilizados dos limnocorales en sitios preseleccionados.

- a. Un limnocorral con agua del lago más Tecnosoles elaborados con suelos paraguayos.
 - b. Un limnocorral con agua del lago más Tecnosoles preparados por españoles.
2. Los Tecnosoles se situaron dentro del limnocorral en sacos colgados de cuerdas a diferentes profundidades.

Las muestras tomadas en forma periódica de las aguas del lago y las de los limnocorales, fueron enviadas en laboratorios de la CEMIT Centro de Investigaciones Tecnológicas y al laboratorio de la Universidad de Santiago de Compostela.

Fueron determinados los siguientes parámetros: pH, O₂ Disuelto, potencial redox, turbiedad, temperatura, disco secchi, (In situ). Demanda Química de Oxígeno, DBO₅, Nitrógeno total Kjeldahl, Nitrógeno Amoniacal, Nitrito, Nitrato y Fosforo total (digestión fuerte) (letra C del Standard methods), Soluble total (letra G) filtrado, Total Particulado, Total orgánico D), Total reactivo (A) y otros análisis como metales, totales o solubles (Fe, Mn, Zn, Na, K Ca Mg, etc.).

Resultados del proyecto

La investigación realizada demuestra que la aplicación de Tecnosoles en las aguas del lago es efectiva para la reducción de las nutrientes y por consecuencia la eliminación de cianobacterias.

La concentración de cianobacterias antes y después de la aplicación de Tecnosoles es distinta. Luego de la aplicación de los Tecnosoles se han reducido considerablemente, incluso algunas especies desaparecieron.

Cuadro N° 1

Especie de cianobacteria	Fecha muestreo (superficie)		Reducción del crecimiento de cianobacterias en una semana
	16/01/2013	23/01/2013	
	células/ml	células/ml	%
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	155367	3390	97.82
<i>Anabaena spiroides</i>	11638	10395	10.68
<i>Chroococcus turgidus</i>	10904	0	100
<i>Aphanocapsa sp.</i>	5650	2260	60.00
<i>Anabaena affinis</i>	2938	0	100
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	11299	0	100
<i>Microcystis aeruginosa</i>	98570	11299	88.57
<i>Merismopedia tenuissima</i>	678	0	100
<i>Microcystis flos-aquae</i>	11299	0	100
TOTAL CIANOBACTERIAS	308643	27345	93.08

La aplicación de Tecnosoles en el tratamiento de las aguas contaminadas reducirá las cianobacterias por medio de la adsorción de nutrientes, y permitirá mejorar las condiciones ambientales del Lago Ypacaraí. Los resultados permitirán a los connacionales vivir en un ambiente saludable y, en particular, a los turistas quienes podrán disfrutar del uso recreativo del mismo, aumentar la dinámica económica, el poder adquisitivo de los pobladores del perilago y de los de la cuenca del Lago Ypacaraí, al tiempo de reactivar la pesca de subsistencia.

Conclusión

La reducción de las cianobacterias durante la prueba -7 días, ha sido del orden de 80 a 100 %. La *Cylindrospermopsis raciborskii*, una de las más letales, se redujo en un 98.7 %.

Los Tecnosoles preparados tienen la capacidad de adsorción específica más alta de fosfatos orgánicos y solubles orgánicos.

Una consecuencia de la adsorción de N y P es la fuerte reducción o incluso la desaparición de algunas especies de cianobacterias, se muestra por los resultados de laboratorio.

Referencias bibliográficas

- Caballero A., W. (2011) "Recuperan suelos mineros degradados con tecnosoles", publicado en el Diario ABC Color, de Asunción, Paraguay, en ediciones impresa y digital. <http://www.abc.com.py/nota/recuperan-suelos-mineros-degradados-con-tecnosoles/> (último acceso, noviembre 2012).
- Camps A, M. y Pinto, M. Edafología (2004). Los sumideros de Carbono en el marco del Protocolo de Kyoto. Revista de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. "Ciclo del Carbono", vol. 11 (1), SECS, Unidixital, España. Pp. 27-37.
- Guzmán Hennessey, M. (2010) La tendencia Carbono Neutral: Líneas generales de una propuesta orientada a estimular programas de reducción y compensación de emisiones. <http://miradasdeinternacional.wordpress.com/2010/>.

- Guzmán Hennessey, M. (2010) *Discusión e investigación en red sobre temas ambientales. Ciclo 1: El mercado de los bonos de carbono en América Latina*, octubre de 2010.
- Basado en varias fuentes, entre ellas: Centre for Environmental Strategy de la University of Surrey, Gold Estándar, Carbon. Trust, Cordelin, BM, Cero Co2. <http://manuelguzmanhennessey.blogspot.com> (último acceso, junio 2011).
- IPCC (1996) "Directrices revisadas del IPCC", de la página oficial de la oficina de NN.UU. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm> (último acceso, abril 2011).
- Macías, F. y Camps Arbestain, M. (2004) *Secuestro de Carbono. Reunión Internacional Secuestro de Carbono en suelos y biomasa. Edafología, Ciclo de Carbono, revista de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*, vol. 11 (1), pp. 1-5.
- Segnini, G. (2011) *Las ataduras de un gigante verde Consejo de Redacción - CdR*. http://www.consejoderedaccion.org/sitio/CdR_documents/actividades/bonos_carbono_2010/bonos_carbono.html. (último acceso, julio 2011).
- UNFCCC (2011) *CDM: Project Activities. Project search. Registered. Status*. <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html> (último acceso, julio 2011).