

FITORREMEDIACION DE AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATO (I): INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE *Limnobium laevigatum* (Hydrocharitaceae) EN SU CAPACIDAD DE ELIMINACIÓN DE NITRATOS EN UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA ESTANCADA.

Mario L. Aimar*, Guillermo Morera, Stella M. Formica, Juan J. Cantero, Ana M. Vazquez, Andrea Bonino y Gabriel Capello.

* Cátedra de Química Aplicada, Fac. de Cs. Ex. Fis. y Nat, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria (X5016GCA) Vélez Sársfield 1611, Córdoba Capital, ARGENTINA. E-mail: mlaimar@efn.uncor.edu

Introducción:

Desde 1970, la contaminación del agua con nitratos (NO_3^-) se ha convertido en un problema ambiental importante [1-2] debido a que su concentración en los acuíferos se ha incrementado a un nivel que puede resultar una amenaza para la salud pública. Altas concentraciones de NO_3^- pueden causar metahemoglobinemia y cáncer [3-4], además del impacto ambiental negativo (eutrofización) sobre las aguas superficiales [5].

El NO_3^- presente en aguas contaminadas puede ser eliminado mediante la utilización de procesos de fitorremediación [6]. Las macrófitas (y sus microorganismos asociados en la rizósfera) absorben y utilizan al NO_3^- para fijarlo en sus tejidos conformando diversos compuestos químicos esenciales para la planta. En consecuencia, cuando las plantas acuáticas son cosechadas, el NO_3^- presente en el agua será removido por la cantidad que ellas han absorbido y procesado.

Limnobium laevigatum (Humb. y Bonpl. Willd ex.) Heine (Hydrocharitaceae) es una planta flotante que se la puede encontrar en estado silvestre en estanques y ríos de Sur América. En el caso particular de Córdoba, es común su observación en lagos y arroyos de montaña. Hasta el presente, no hay reportes de estudios tendientes a determinar su capacidad para eliminar nitratos del agua. Por este motivo y con el doble propósito de, en primer lugar desarrollar sistemas para la fitorremediación de aguas contaminadas con NO_3^- utilizando macrófitas nativas de nuestra Provincia, y en segundo lugar, determinar si estas plantas acuáticas podrían servir como agentes naturales depuradores de NO_3^- en las aguas de los ríos y lagos donde crecen, se realizaron estudios tendientes a establecer su capacidad para reducir / eliminar la concentración de nitrato presente en aguas sintetizadas en el laboratorio mediante la utilización de un sistema de tratamiento de agua estancada (STAE).

Experimental:

Para determinar el peso óptimo de planta para realizar la eliminación de nitratos, se llevaron a cabo experimentos utilizando 20, 40, 60, 80 y 100 g de *L. laevigatum* a una concentración fija de 50 mg/L de N-NO_3^- (un litro de solución para cada experiencia). Las plantas limpias se introdujeron en vasos de plástico cilíndricos (diámetro: 10.3 cm, altura: 18 cm, Capacidad: 1,5 L), con las raíces sumergidas en 1 litro de solución. Todos los experimentos fueron realizados por triplicado y se condujeron a una temperatura de $(24 \pm 1) ^\circ\text{C}$, durante un fotoperíodo de 12 h con una intensidad de iluminación de $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (iluminación artificial). Experimentos de control se realizaron también con las mismas concentraciones de solución de nitrato, pero sin el agregado de plantas, además de experiencias de control utilizando plantas acuáticas, en una solución sin nitratos. La concentración de nitratos se midió cada 24 horas utilizando el método del ácido cromotrópico [7]. Las determinación se realizaron por triplicado ($n = 3$) sobre cada muestra.

Resultados y discusión:

Los resultados obtenidos se pueden observar en la a continuación en la Figura 1:

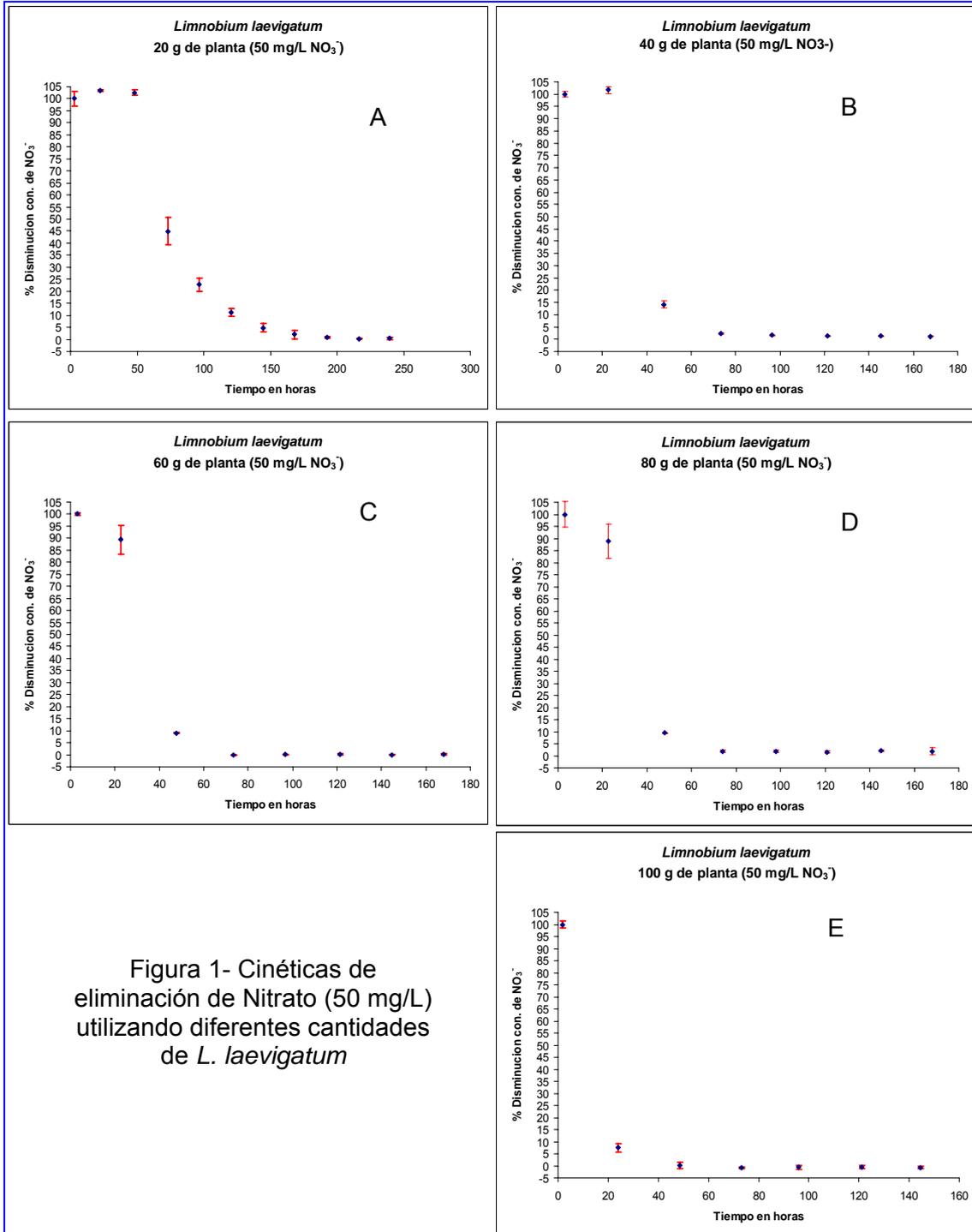


Figura 1- Cinéticas de eliminación de Nitrato (50 mg/L) utilizando diferentes cantidades de *L. laevigatum*

Como se puede observar en la figura anterior, el rasgo más sobresaliente de los resultados es que independientemente de la cantidad de planta utilizada, el nitrato es siempre eliminado casi totalmente de la solución. No obstante, algunas diferencias se pueden establecer entre las distintas experiencias realizadas: a) en el caso donde se utilizaron 20 g de planta (figura 1A), se observó un periodo de latencia hasta el comienzo de la desaparición del NO₃⁻ de aproximadamente 48 hs hasta que la planta comenzó a eliminar el nitrato de la solución; b) el decaimiento de la concentración de

Nitrato para esta experiencia resulto ser el mas lento de todos (comparar con figuras 1B, 1C, 1D y 1E respectivamente); c) el periodo de latencia se acortó a medida que aumentó la cantidad de planta utilizada: 24 hs para 40 g de planta (figura 1B), \leq de 24 hs para 60 y 80 g de planta (figura 1C y 1D) y para 100 g de planta no se observó periodo de latencia (figura 1E) y d) la mayor eficiencia en la eliminación del nitrato de la solución la presentó la experiencia realizada utilizando 100 g de planta por cada litro de solución. En dicha experiencia, al cabo de 24 hs, la concentración de nitrato disminuyo en un 95% aproximadamente y a las 48 hs de iniciado el ensayo se observó una disminución del 99,9%.

Es de destacar además, que las soluciones utilizadas como blancos (solución de nitrato sin el agregado de planta y agua de río sin el agregado de nitrato y con el agregado de similares cantidades de *L. laevigatum*) permanecieron prácticamente invariables en las determinaciones de nitrato realizadas sobre ellas. Es decir: \approx 0 mg/L de nitrato para el blanco de agua de río con el agregado de planta y \approx 50 mg/L de N-NO_3^- para la solución de nitrato.

Conclusiones:

Utilizando un STAE y trabajando a una concentración fija de 50 mg/L de N-NO_3^- , *L. laevigatum* demostró poseer una excelente capacidad para su eliminación: en todas las experiencias realizadas la concentración de este contaminante disminuyó a niveles indetectables con la metodología analítica utilizada. No obstante, la experiencia utilizando 100 g de planta por cada litro de solución resultó ser la mas adecuada en cuanto a la velocidad a la cual ocurrió la eliminación (24 hs).

Bibliografía:

- [1] R.F. Spalding and M.E. Exner, Occurrence of Nitrate in groundwater: a review. J. Environ. Qual. 22 (1993) 392-402.
- [2] M.O. Rivett, J.W.N. Smith, S.R. Buss and P. Morgan, Nitrate occurrence and attenuation in the major aquifers of England and Wales. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 40(4) (2007) 335-352.
- [3] A. M. Fan and V.E. Steinberg, Health implications of Nitrate and nitrite in drinking water: an update on methemoglobinemia occurrence and reproductive and developmental toxicity. Regul. Toxicol. Pharm. 23(1) (1996) 35-43.
- [4] H. Höring and D. Chapman, Nitrates and Nitrites in Drinking Water in: World Health Organization Drinking Water Series IWA Publishing, London (2004).
- [5] P.M. Vitousek, J.D. Aber, R.W. Howarth, G.E. Likens, P.A. Matson, D.W. Schindler, W.H. Schlesinger and D.G. Tilman, Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. Ecol. Appl. 7(3) (1997) 737-750.
- [6] T. Ingersoll and L.A. Baker, Nitrate removal in wetland microcosms. Water Res., 32 (1998) 677-684.
- [7] Norma Venezolana COVENIN 2193-84. Agua potable: Determinación de Nitratos. consultar <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2193-84.pdf> último acceso Octubre de 2011.