

NITRATOS

● El problema de los nitratos

Todos los organismos vivos tienen nitrógeno como componente de las células, por lo que los desechos animales y vegetales aportan nitrógeno al ambiente, que termina convirtiéndose en nitrato. Los nitratos se encuentran también, de manera natural y generalmente en bajas concentraciones, en los suelos, y constituyen un nutriente muy importante para las plantas.

Los nitratos son muy solubles en agua, por lo que son fácilmente transportados por la lluvia que escurre o que se infiltra en el suelo hasta llegar a los acuíferos. En ríos y lagos son rápidamente utilizados por las plantas acuáticas, pero en aguas subterráneas pueden acumularse, ya que allí generalmente no hay organismos vivos que los utilicen ni ocurren otros procesos de degradación.

Los procesos de transporte a través de los suelos y las rocas son sumamente lentos. Esto significa que si bien el nitrato puede demorar mucho tiempo en alcanzar el acuífero, una vez allí, su eliminación por medios naturales puede tomar decenas o cientos de años.

● Situación en Costa Rica

Las aguas subterráneas abastecen a más de un millón de personas en la cuenca del río Virilla, ubicada en la parte oeste del Valle Central. Los acuíferos más importantes de esta región son el acuífero Barba ubicado en la zona norte de las ciudades de Heredia y Alajuela, y los acuíferos Colima Superior e Inferior, que subyacen al Barba.

El Centro de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional realizó, durante más de 12 años, un monitoreo periódico de las concentraciones de nitratos en una red de 11 pozos y 9 manantiales en la cuenca del río Virilla. El monitoreo concluyó en el año 2002.

Un 20% de los sitios evaluados durante este período mostró concentraciones de nitratos que, al menos en una ocasión, alcanzaron o excedieron el límite máximo recomendado por las autoridades de salud. Además, los resultados muestran una tendencia creciente en las concentraciones de nitratos en varios sitios, lo cual exige una vigilancia sistemática y la identificación y eliminación de las fuentes de contaminación. De no tomarse medidas, en algunos años esas aguas no podrían continuar siendo utilizadas para consumo humano.

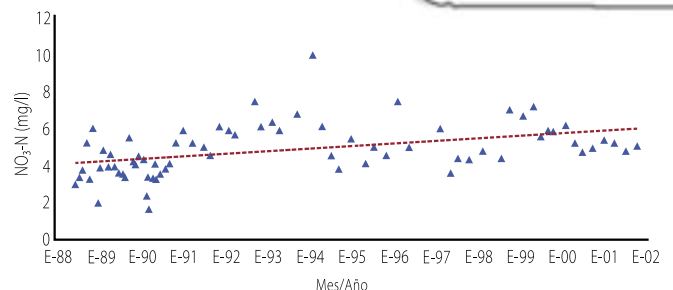
● El nitrato como indicador ambiental

Las autoridades de salud han establecido una concentración máxima de nitrato en las aguas de consumo humano de 10 mg/L, expresado como $\text{NO}_3\text{-N}$ (equivalente a 45 mg/L expresado como NO_3). Se considera que el consumo de agua con nitratos por encima de esas concentraciones puede tener efectos adversos sobre la salud.

Las concentraciones de nitrato en las aguas subterráneas se pueden dividir en tres categorías:

Alta:	> 9 mg/L
Media:	4 a 8 mg/L
Baja:	< de 3 mg/L

Valores superiores a 5 mg/L son considerados como un indicador indirecto de que: 1) las actividades humanas ya están teniendo un efecto adverso sobre la calidad de las aguas y 2) otras sustancias potencialmente nocivas para la salud humana pueden estar llegando a los acuíferos.



Tendencia en las concentraciones de nitratos en el manantial Ojo de Agua en el período 1988-2002.

● Las técnicas nucleares ayudan a identificar el origen de los nitratos.

Es necesario identificar las fuentes de contaminación por nitratos, lo cual se ha logrado analizando la composición isotópica de esta sustancia en el agua de pozos y manantiales.

La materia está formada por **átomos**, cada uno de los cuales está constituido por un núcleo y electrones. El **núcleo** está formado, generalmente, por igual número de protones que de neutrones, pero en algunos casos, este número es diferente, dando origen a lo que se conoce como **isótopos**. Los isótopos de un mismo elemento químico tienen distinto peso atómico, debido a la diferencia en el número de neutrones en su núcleo.



Fuentes potenciales de contaminación por nitratos en las aguas del acuífero Barba.

El nitrógeno tiene dos isótopos estables, el **N¹⁴** y el **N¹⁵**. Los isótopos de nitrógeno en las moléculas de nitrato se comportan de manera diferente durante las reacciones físicas y químicas que ocurren en la naturaleza. Esto hace que la composición isotópica del nitrógeno en el nitrato varíe dependiendo de la fuente de donde provenga, es decir, cada fuente tiene una identidad isotópica particular. Esto permitió precisar que las principales fuentes de contaminación son los **desechos humanos** en zonas urbanas y los **fertilizantes nitrogenados** en áreas sembradas con café bajo manejo intensivo.



Los fertilizantes aplicados al café son una fuente potencial de contaminación.

● ¿Qué se puede hacer para disminuir la contaminación por nitratos?

- Se deben establecer zonas de protección alrededor de pozos y manantiales que permitan un control de las actividades que se desarrollan en el área de influencia inmediata de las fuentes de agua.
- Se deben modernizar los sistemas de disposición de desechos humanos, eliminando en lo posible los tanques sépticos y construyendo tuberías de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas negras.
- Es necesario revisar las prácticas de fertilización en los cultivos con el fin de reducir las pérdidas de nitrógeno que eventualmente puede llegar a contaminar los acuíferos.

● Referencias

Reynolds Vargas, J. y Fraile J. 2002. Presente y futuro de las aguas subterráneas en el Valle Central. En: Manejo Sostenible de las Aguas Subterráneas: Un Reto para el Futuro. Editorial UNED, Costa Rica. Pp. 19-32.

Reynolds Vargas, J. and Richter, D.D. 1994. Nitrate in groundwaters of the Central Valley, Costa Rica. Environment International 21: 71-79.

Reynolds Vargas, J.; Richter, D.D.; and Bornemisza, E. 1994. Environmental impacts of nitrification and nitrate adsorption in fertilized Andisols in the Valle Central of Costa Rica. Soil Science 157: 289-299.

Salas, R.; Bornemisza, E.; Zapata, F.; Chaves, V. y Rivera, A. 2002. Absorción del fertilizante nitrogenado por la planta de café y su influencia sobre la contaminación de las aguas subterráneas. En: Manejo Sostenible de las Aguas Subterráneas: Un Reto para el Futuro. Editorial UNED, Costa Rica. Pp. 89-103.

● Reconocimientos

Esta investigación ha estado a cargo del Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional (UNA) y ha sido financiada por la Universidad Nacional y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Han colaborado el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas y el Instituto Meteorológico Nacional. Asimismo, se agradecen las facilidades prestadas por los dueños de propiedades en donde se encuentran pozos y manantiales de los cuales se han tomado muestras.



Laboratorio Hidrología Ambiental
Universidad Nacional
Teléfono/fax: (506)260-2715
Apartado 86-3000, Heredia, Costa Rica
Correo electrónico: hidroam@una.ac.cr
Contacto: Jenny Reynolds Vargas
(jreynold@una.ac.cr)