

DISPENSER DOMICILIARIO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATOS

Sacripanti Olalla, Sofía

*Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) – Facultad de Ingeniería Química /
Universidad Nacional del Litoral.
Ingeniería - Ambiental*

INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo se viene observando desde hace ya varios años, el incremento de la contaminación con nitratos y nitritos de aguas subterráneas y superficiales, las que constituyen el principal recurso de agua potable del planeta. Esto puede deberse a la creciente utilización de fertilizantes y a la descarga de aguas residuales industriales o domésticas. Numerosas publicaciones médicas describen a los iones nitrato y nitrito como probables activadores o iniciadores de procesos cancerosos, disfunción tiroidea en bebés y mujeres embarazadas y también se ha encontrado evidencia de efectos tóxicos en animales acuáticos.

En el caso de nuestro país, se han registrado gran cantidad de casos de concentraciones de nitratos superiores a 45 mg/l. Particularmente, en la ciudad de Santa Fe, un análisis del agua potable de red realizado por el Centro Regional de Investigación y Desarrollo de Santa Fe (CERIDE), en algunos puntos de la ciudad los niveles de nitratos ascienden a 93,5 miligramos por litro, cuando el máximo permitido no debe exceder los 45 miligramos.

Actualmente, para la descontaminación de corrientes de agua que van a ser utilizadas para consumo, se utilizan diferentes procesos fisicoquímicos y biológicos, los cuales presentan numerosas desventajas. Los primeros, como por ejemplo la ósmosis inversa o el intercambio iónico, solo “remueven” los nitratos y nitritos del agua sin convertirlos en otra especie química, concentrándolos y generando un nuevo problema. Por su parte, los tratamientos biológicos son lentos y generan una gran cantidad de biomasa como subproducto, provocando la necesidad de realizar un tratamiento posterior para asegurar la ausencia de microorganismos en el agua potabilizada. Más aún, ambos son muy costosos y requieren una ulterior purificación de los efluentes.

Es por esto, que en el presente trabajo se pretende utilizar los conocimientos adquiridos para desarrollar un prototipo de potabilizador domiciliario de agua contaminada con nitratos. Este prototipo se basa en un proceso catalítico de eliminación de nitratos, denominado Intercambio – Regeneración, que actualmente se encuentra patentado. Dado que esto representa una posibilidad de mejora en la salud de la población en amplias zonas del país, el impacto social de esta tecnología es un aspecto de central importancia.

OBJETIVOS

En este trabajo se tiene por objetivo desarrollar un prototipo de potabilización domiciliario de agua contaminada con nitratos, produciendo agua apta para consumo humano según las normas que exige la Organización Mundial de la Salud. Puntualmente se apunta a un sistema compacto de fácil operabilidad que pueda ser utilizado en domicilios particulares, empresas, escuelas, hospitales, etc.

METODOLOGÍA

Descripción general del dispositivo

El dispositivo consiste en un sistema tipo dispenser, constituido por dos rectores tubulares (una para ajuste del pH y el otro para desnitrificación) de un volumen de 200 mL cada uno, volumen suficiente para tratar 30 litros de agua contaminada con 100 ppm de nitratos. La etapa de potabilización, se realiza por medio de una resina de intercambio que se encuentra impregnada con Pd e In (catalizador). Una vez que esta resina se satura, el reactor es quitado del dispenser y es enviado a su regeneración. La misma se realiza con hidrógeno por lo que no se llevará a cabo en el domicilio (por cuestiones de seguridad), sino que el reactor será retirado del dispenser y será trasladado hasta una empresa instalada para este fin. El dispositivo cuenta con un tanque de almacenamiento, donde se deposita el agua tratada, y donde se dosifican los aditivos necesarios para maximizar la calidad del agua. El sistema trabaja en forma automatizada, comandado por un PLC, que controla la entrada de agua, la recirculación, y mediante un lazo abierto, controla el pH en el interior del tanque regulando la entrada de una solución básica al mismo. El proceso completo cuenta con las siguientes etapas:

Pretratamiento del agua

Previo a su ingreso al reactor catalítico, el agua debe acidificarse para mejorar la performance de la potabilización. Se estudiaron tres posibles condiciones de operación: sin tratamiento previo del agua, saturación del agua con dióxido de carbono (CO_2) y tratamiento con resina protónica Amberlite BD10 DRY. Las condiciones de estas experiencias fueron idénticas a las que se detallan en la etapa de desnitrificación.

Desnitrificación

En esta etapa, se eliminan los nitratos contenidos en el agua. En las experiencias de laboratorio, el agua fue impulsada por una bomba peristáltica ingresando al reactor por la parte inferior con un caudal de 8 ml/min. El reactor utilizado es de vidrio, de 1 cm de diámetro y 30 cm de longitud. Las muestras fueron tomadas por la parte superior del reactor y posteriormente analizadas. En estudios previos se determinó que el catalizador más eficiente a utilizar para esta reacción es el Pd(0,4%)-In(0,01%)/WA30, el cual se utilizó en este caso. Con 7 ml de este catalizador se tratan 2000 mL de agua contaminada

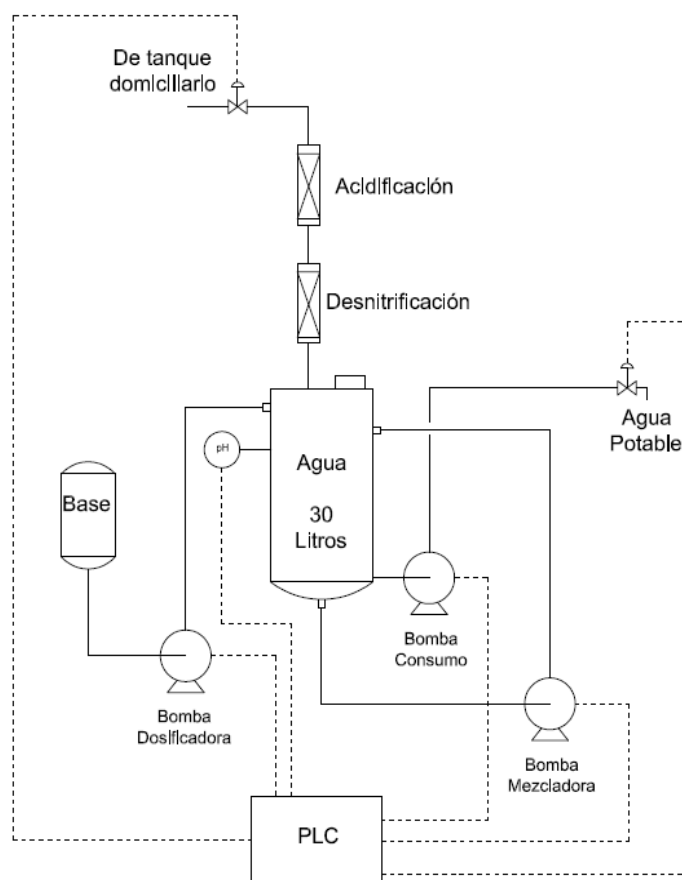


Gráfico 1: Esquema del sistema

Ajuste de pH

Para el consumo final del agua, el Código Alimentario Argentino exige que la misma tenga un pH de 6,5 a 8,5. Al utilizar resinas catiónicas en el pretratamiento del agua, la misma luego de la desnitrificación se encuentra con un pH de 2,40. Se analiza entonces, la mejor alternativa para ajustar este parámetro. En estas experiencias se realizaron titulaciones potenciométricas del agua obtenida con soluciones básicas de bicarbonato de sodio 0,1 N, carbonato de sodio 0,1 N e hidróxido de sodio 0,1 N.

Regeneración de la resina catalítica

La regeneración consiste en hacer reaccionar hidrogeno (H_2) con los nitratos (NO_3^-) contenidos en la resina catalítica. Esta etapa, es llevada a cabo fuera del domicilio particular por un tercero, debido a condiciones de seguridad. El caudal de H_2 en la regeneración fue de 1 mL/min.

RESULTADOS

Pretratamiento del agua

Para la experiencia realizada sin acidificar previamente el agua a tratar, se observa que para una concentración de salida de 50 ppm de NO_3^- se trató un volumen aproximado de 750 mL a diferencia del caso en que se saturó con CO_2 , donde el volumen tratado para la misma concentración de salida de NO_3^- es aproximadamente igual a 1900 mL. Sin embargo, cuando el agua fue acidificada utilizando una resina catiónica, se trató un volumen de 2400 ml. Los resultados se observan en el gráfico 2.

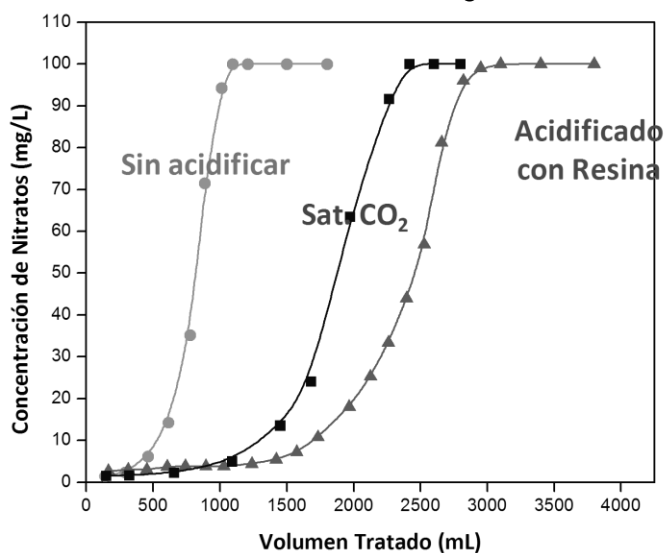


Gráfico 2: Comparación de pretratamientos del agua

Acondicionamiento de pH

Se observa que la curva de bicarbonato de sodio 0,1 N, a diferencia de las demás, se mantiene siempre dentro del rango permitido de pH. Esto es particularmente importante ya que, en el dispenser, esta etapa es controlada por un lazo de control abierto, es decir que si el pH supera el valor máximo, no podrá ser revertido. La utilización de esta solución para neutralizar el agua en el dispenser evitaría incrementos indeseados de pH.

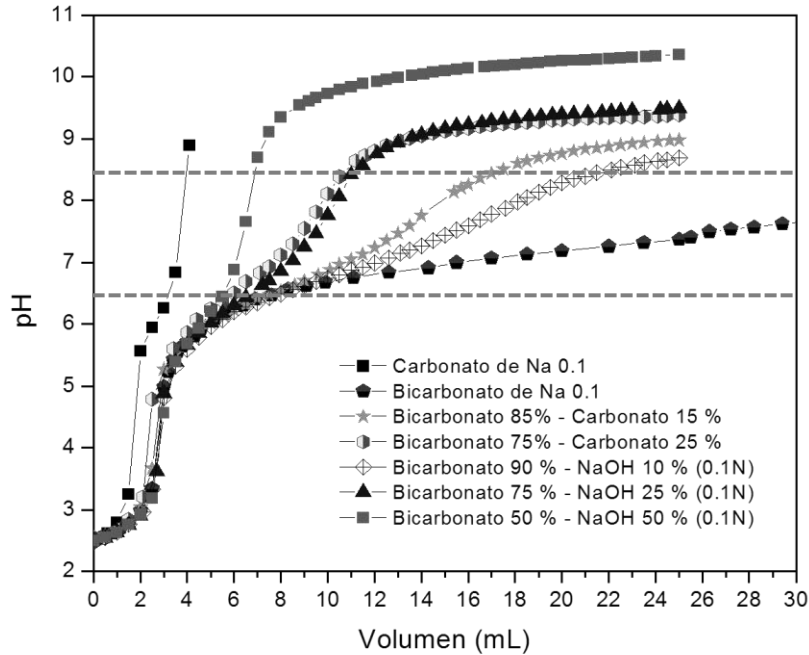


Gráfico 3: Acondicionamiento de pH

Regeneración de la resina catalítica:

Se evaluó el tiempo de regeneración de la resina catalítica en flujo de hidrógeno. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos. Se observa que en un tiempo de regeneración de 60 hs. se elimina el 100% de nitratos contenidos en la resina.

Tabla 1: Porcentaje de nitratos eliminados en función del tiempo.

Tiempo regeneración (h)	Nitratos eliminados (%)
12	52.4
24	91.9
48	95.6
60	100

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo se construyó un equipo tipo dispenser de escala domiciliar que utiliza un método de Intercambio – Regeneración para la eliminación de nitratos en agua. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se utilizaron resinas catiónicas para acidificar el agua previo al intercambio. Además, se optó por utilizar una solución de bicarbonato de Sodio 0,1 N para el posterior acondicionamiento de pH. En 60 hs de regeneración, la resina catalítica recupera totalmente su actividad.

REFERENCIAS

- Kapoor, A., Viraraghavan, T.**, 1997. Nitrate removal from drinking-water – Review. J. of Environ. Eng., 123, 371-380.
- S. Du, Y. Zhang, X.**, 2007. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implications to human health. Agric. Sci. China., 6, 1246-1255.