

Centro Universitario de Estudios Medioambientales

Seminarios de la reunión semanal del CUEM

Fecha seminario: 02-08-2021

Expositor: Silvina Vaquero

Determinación de arsénico y sus especies

El arsénico es un compuesto presente en la naturaleza con capacidad de contaminar las aguas de consumo. A las aguas puede llegar por arrastre producido por la lluvia (que lleva el arsénico del suelo al agua) o bien por la actividad humana (electrónica, industria del vidrio, plaguicidas, insecticidas). Por su capacidad de contaminar las aguas y conociendo su efecto tóxico, la Organización Mundial de la Salud estableció un límite óptimo para aguas de consumo de 10 ppb, aunque su límite obligatorio se encuentra en 50 ppb. La exposición crónica a aguas con valores superiores a este límite puede producir un cuadro de hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), caracterizado por hiperqueratosis palmar y plantar, distintos tipos de cáncer -uno de los más relacionados es el de vejiga-, diabetes, entre otras manifestaciones. Además, el arsénico presenta diferentes especies que difieren en su toxicidad para el ser humano.

La determinación de arsénico total utiliza, como reactivos, ácido clorhídrico, zinc, yoduro de potasio y cloruro de estaño. Además se emplea dietilditiocarbamato de plata y piridina. Dentro de los elementos de laboratorio se requieren matraces Erlenmeyer, tubos de Khan, probetas y perfus con conector.

La medición de arsénico en nuestro laboratorio se basa en una técnica espectrofotométrica que mide la concentración de arsina, que es un gas desprendido por la interacción del arsénico presente en las aguas con los reactivos utilizados, que generan un medio ácido que posibilita la reacción.

Como precauciones de la técnica es necesario trabajar bajo una campana con extractor y en un ambiente bien ventilado y usar guantes de nitrilo para la manipulación de la piridina que, por ser un solvente, puede ocasionar el deterioro del látex de los guantes comunes.

Para la medición se colocan 50 ml del agua a testear en un matraz Erlenmeyer con 5 ml de ácido clorhídrico, 2 ml de KI 0,1 N y 0,5 ml de SnCl₂ 0,3 N. Luego se agregan 2 g de Zn granulado. Todos estos reactivos permitirán que se desprenda arsina (si es que el agua contiene arsénico).

Paralelamente, en cada tubo de Khan se coloca 1 ml de la solución formada por dietilditiocarbamato de plata disuelto en piridina.

Finalmente se une el matraz con el tubo de Khan mediante un sistema diseñado en nuestro laboratorio, formado por un perfus que permite el pasaje del gas arsina hasta el Khan, generando el cambio de color de la solución, lo que será medido en el espectrofotómetro a 540 nm, obteniendo la transmitancia de la solución. Para que el cambio de color suceda deben esperarse, aproximadamente, 8 horas.

Como el arsénico presenta varios estados de oxidación que se diferencian en su toxicidad es importante realizar la determinación de las mismas. Así, el As(III) es, aproximadamente, diez veces más tóxico que el As(V) para el ser humano. Para su determinación se está poniendo a punto la técnica, basándonos en una reacción química que utiliza yoduro como catalizador y cerio: $\text{As(III)} + 2 \text{Ce(IV)} \rightarrow \text{As(V)} + 2 \text{Ce(III)}$. Esta es una reacción cinética.

El Ce(IV) en solución es una sustancia amarillenta, mientras que el Ce(III) es incoloro. Este cambio de coloración se produce en presencia de As(III). Así, podemos medir en el espectrofotómetro, a 400 nm de longitud de onda, el color que toma la muestra y, de allí, calcular cuál es la concentración de As(III). Sabiendo la concentración de arsénico total que se mide en el agua por desprendimiento de arsina, mediante una simple resta, se puede conocer la concentración de As(V).

Para realizar la especiación de arsénico se emplean tubos de Khan y cristalizadores. Los reactivos que se emplean son ácido clorhídrico 0,1 N, arsénico 10 000 ppb, mezcla ácida (ácido clorhídrico y ácido sulfúrico), cerio 0,01 M, yoduro 1000 ug/L.

Se evaporan 60 ml de agua a testear, se recupera el sedimento con ácido clorhídrico 0,1 N. Se vierte en un tubo Eppendorf y se pasa por la centrífuga durante cinco minutos. Se recupera el sobrenadante y se coloca en un tubo de Khan, al que se le agregan los reactivos (arsénico, mezcla ácida, cerio y, como catalizador de la reacción, yoduro). Se calienta en la platina durante 40 minutos y luego se mide la transmitancia en el espectrofotómetro, a 400 nm de longitud de onda.