

Uso de nuevas tecnologías para obtener una producción más limpia

Use of new technologies to obtain a Cleaner production

RECIBIDO: 19/10/2018 → APROBADO: 19/12/2018 ✉ carolina.ecotech@gmail.com

✉ BARROS, CAROLINA (1); GARCÍA, IRENE (1)

(1) ÁREA MEDIO AMBIENTE, LABORATORIO ECOTECH, MONTEVIDEO, URUGUAY.

RESUMEN

En el laboratorio se realiza la determinación de diferentes iones provenientes de aguas naturales, aguas residuales y suelos. Los analitos analizados son: amonio, calcio, cloruro, magnesio, nitrato, nitrito, sulfato, entre otros. Las técnicas aplicadas para su determinación generan litros de descartes que son contaminantes para el medio ambiente y para la salud humana. Dos de los reactivos químicos más tóxicos utilizados son el Fenol, utilizado para la determinación de amonio, e Hidróxido de Amonio, utilizado para la determinación de nitratos y magnesio. La determinación de cloruros genera descartes que contienen dicromato; el sulfato genera descartes que contienen cloruro de bario. El objetivo que se plantea en el laboratorio y que se presenta en este trabajo es usar la cromatografía de intercambio iónico para reducir casi en un 100% los reactivos químicos utilizados para la determinación de los diferentes cationes y aniones, disminuir el uso de agua potable y utilizar menos de la mitad de muestra que luego se convertiría en descarte. También el uso de esta nueva tecnología permite disminuir el tiempo de análisis y brinda resultados más confiables.

PALABRAS CLAVE: cromatografía de intercambio iónico, descartes, contaminantes químicos.

ABSTRACT

The laboratory carries out the analysis of different ions from natural waters, waste-waters and soils. The ions analyzed are: ammonium, calcium, chloride, magnesium, nitrate, nitrite, sulphate, among others. The methodologies applied to determine them generate liters of discards that pollute the environment and are dangerous for human health. Two of the most dangerous pollutants are Phenol, used for the determination of ammonium, and ammonium hydroxide, used for the determination of nitrates and magnesium. The determination of chlorides produces discards that contain *potassium dichromate*; the sulfate analysis generates discards that contain

Barium chloride. The goal set in the laboratory presented in this article is to use Ion Exchange Chromatography to reduce nearly 100% the use of chemical reagents and to reduce the use of potable water. Also the use of this new technology allows to reduce the time of analysis and provides more reliable results.

KEYWORDS: ion exchange chromatography, discards.

INTRODUCCIÓN

El concepto Producción Más Limpia (PML) hace referencia a una estrategia ambiental preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios con el fin de reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y el medio ambiente.

El trabajo de laboratorio produce litros de descartes que son considerados contaminantes para el medio ambiente y riesgosos para los seres humanos. Por otra parte, se genera una acumulación de sustancias peligrosas, lo que conlleva a un gran costo para su disposición final. Con el objetivo de disminuir el uso de reactivos contaminantes se comienzan a estudiar distintas tecnologías que se pueden utilizar para seguir manteniendo trazabilidad en sus resultados.

La mayoría de los descartes que se generan provienen de la determinación de cationes y aniones. Los de mayor importancia son el Fenol, el Hidróxido de amonio y el cromo VI.

El Fenol se genera en la determinación de amonio por colorimetría, donde es utilizado para el desarrollo de color. Por cada muestra analizada se generan 25 mL de Fenol; a un promedio de 30 muestras analizadas por semana se terminan generando 3 litros de descarte por mes.

El hidróxido de amonio es generado en las determinaciones de nitrato y magnesio. La técnica de nitrato consiste en una colorimetría, donde el hidróxido de amonio se utiliza para el desarrollo de color. Se consumen 10 mL por muestra y se hace un promedio de 20 muestras por semana. La determinación de magnesio se realiza por titulación, lo cual proporciona un gasto de 2 mL de hidróxido de amonio por muestra; con un promedio de 20 muestras por semana se generan 40 mL de descarte, lo que deriva en un total mensual de aproximadamente 1 litro de hidróxido de amonio residual.

El resto de los cationes y aniones generan descartes que son de menor proporción pero que son igual de contaminantes que los mencionados.

En ese contexto se comenzaron a investigar qué otras opciones existen para determinar estos mismos analitos, que comprendieran la necesidad del laboratorio de generar menos desechos y de una forma inmediata.

La cromatografía se basa en la retención selectiva, cuyo objeto es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de esos componentes. En todas las separaciones cromatográficas la muestra se desplaza en una fase móvil que puede ser un gas, un líquido, o un fluido supercrítico. Esta fase móvil se hace pasar a través de una fase estacionaria, con la cual es inmisible, y se fija a una columna o a una superficie sólida. Las dos fases se eligen de tal forma que los componentes de la muestra se distribuyen de

modo distinto entre la fase móvil y la fase estacionaria. Aquellos componentes que son fuertemente retenidos por la fase estacionaria se desplazan lentamente con el flujo de la fase móvil; por el contrario, los componentes que se unen débilmente a la fase estacionaria se mueven con rapidez. La cromatografía iónica es un tipo de cromatografía líquida donde la fase móvil es un líquido y la fase estacionaria es una columna, en este caso una resina de intercambio iónico. La muestra se introduce en la parte superior de la columna y pasa a través de ella transportada por la fase móvil, que es adicionada de manera continua a flujo constante. Las sucesivas adiciones de fase móvil hacen avanzar las moléculas de soluto por la columna en una serie de continuas transferencias entre las fases móvil y estacionaria (Skoog, et al., 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizan las curvas de calibración correspondientes a cada analito a determinar utilizando los estándares adecuados. Para la validación del método se estudia linealidad de la curva de calibración, precisión entre e intralaboratorio, límites de cuantificación y detección, precisión intralaboratorio con la del método de referencia, veracidad, selectividad e incertidumbre.

Se utiliza un cromatógrafo iónico marca Thermo Scientific modelo Dionex Integrion HPIC (Figura 1). El cromatógrafo incluye los siguientes módulos: a) generador de eluyente; b) sistema de bombeo; c) compartimento para columna y guarda columna; d) detector de conductividad; e) autosampler Thermo Scientific Dionex AS-DV con capacidad para 50 muestras. Se controla el equipo a través del programa Chromeleon, que fija todos los datos correspondientes a la técnica a realizar. Las corridas se llevan a cabo ajustando las condiciones de trabajo según se analicen cationes o aniones (Tabla 1) (Trujillo, et al., 2009).

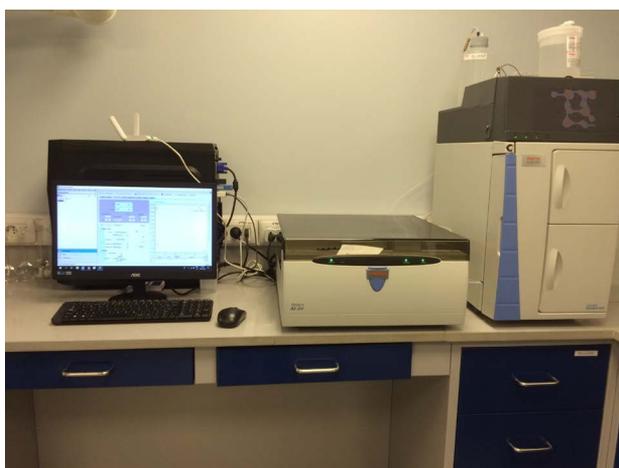


Figura 1. Cromatógrafo iónico Thermo Scientific modelo Dionex Integrion HPIC y autosampler Thermo Scientific Dionex AS-DV.

TABLA 1. Condiciones de trabajo.

	CATIONES	ANIONES
Columna y precolumna	Dionex IonPac CS16 (5x250mm) Dionex IonPac CG16 (5x50mm)	Dionex IonPac AS19 (5x250mm) Dionex IonPac AG19 (5x50mm)
Fase móvil	MSA	KOH
Flujo	0,9 mL/min	1,0 mL/min
Conc. fase móvil	30 mM	34 mM
Temperatura de columna	50 °C	30 °C
Tiempo de corrida	25 minutos	15 minutos

RESULTADOS

Se desarrollaron y validaron las metodologías para la determinación de cationes y aniones por cromatografía iónica, sustituyendo de esta forma el uso de las técnicas convencionales. En la Tabla 2 se ven los resultados obtenidos y se muestran los reactivos que se dejaron de utilizar luego de que quedara en funcionamiento el cromatógrafo. Se entiende que el uso de los reactivos disminuyó a cero.

TABLA 2. Reactivos en desuso luego de aplicar la cromatografía iónica.

	Reactivo	Consumo total anual	Unidades del reactivo	Total de muestras anuales
FOSFATO	Ácido Sulfúrico conc.	52	mL	178
	Tartrato de antimonio y potasio	0,09	g	
	Molibdato de Amonio	3,8	g	
NITRATO	Ácido Ascórbico	3,4	g	487
	HCL conc.	51	mL	
NITRATO	Fenol	191	mL	1122
	Ácido Sulfúrico conc.	1717	mL	
	Hidróxido de amonio conc.	7630	mL	
SULFATO	Cloruro de magnesio	329	g	843
	Acetato de sodio	55	g	
	Nitrato de potasio	11	g	
	Ácido Acético	219	mL	
	Cloruro de Bario	22	g	
FLUORURO	Ácido Acético conc.	238	mL	304
	Cloruro de Sodio	242	g	
	EDTA	17	g	

	Reactivo	Consumo total anual	Unidades del reactivo	Total de muestras anuales
NITRITO	Ácido Fosfórico conc.	160	mL	668
	Sulfanilamida	16	g	
	N-(naftil)- etilendiamina dihidrocloruro	2	g	
CLORURO	Cromato de potasio	52	g	755
	Nitrato de plata	5	g	
AMONIO	Fenol	4800	mL	1200
	Citrato de Sodio alcalino	2400	g	
	Hidróxido de Sodio	48	g	
CALCIO	Hidróxido de Sodio	350	mL	350
	Carbonato de Calcio			
MAGNESIO	Hidróxido de Amonio conc.	350	mL	350

CONCLUSIONES

Es posible el uso de nuevas tecnologías para obtener una producción más limpia. De esta manera se eliminan los reactivos químicos tóxicos y se logra mantener resultados confiables.

Es posible tener un laboratorio más amigable con el medio ambiente y con las personas que trabajan en él si se invierte adecuadamente en tecnología.

Como próximo desafío para el laboratorio, se plantea encontrar la forma de reutilizar el agua que genera el cromatógrafo iónico como desecho.

RECONOCIMIENTOS

Al Laboratorio Ecotech por permitirnos realizar el trabajo y desarrollarnos como profesionales.

REFERENCIAS

- Skoog, D., Haller, J. y Nieman, A., 2005. *Análisis instrumental*. 5a ed. Nueva York: Mc. Graw Hill.
- Trujillo, E., Fonseca, G., García, M. y Martínez, V., 2009. *Evaluación de la cromatografía iónica para fomentar su uso en la investigación y estudios de posgrado en ciencias del agua* [En línea]. México: Universidad Autónoma del Estado de México. [Consulta: 9 de octubre de 2018]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062009000100003&lng=en&tlng=en

Página web recomendada

MVOTMA. Producción más limpia. Disponible en: <https://www.mvotma.gub.uy/ambiente/produccion-sostenible/que-es-la-produccion-mas-limpia>