DESHALOGENACIÓN CATALÍTICA PARA LA REMOCIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN ACEITES DIELÉCTRICOS

María Eugenia Martínez[1], Sergio Andrés Llorenty[1], Diego Iván Muñoz[1], Gustavo Pazos Galeas[2]

[1]*Universidad Agraria del Ecuador, (Ecuador).*

[2]*Sociedad Ecuatoriana de Medicina Familiar Filial Litoral, (Ecuador).*

E-mail: ma.eugenia97@gmail.com, sergiollorenty@gmail.com, dmunoz@uagraria.edu.ec, mdbpazos.cs5@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los Bifenilos Policlorados (PCB) son compuestos sintéticos que se encuentran entre los contaminantes más tóxicos. En 1881, fueron sintetizados por Schmitt-Schulz, de nacionalidad alemana. Desde 1920, los PCB fueron usados con fines industriales, como fluidos de aislamiento e intercambio de calor en el sector eléctrico. La producción de los PCB a nivel industrial despego por parte de la compañía Monsanto en 1929. La producción mundial de PCB en el período de 1930-1993 fue de 1,324 millones de toneladas. En 1965, iniciaron las preocupaciones cuando se detectaron trazas de PCB en la vida silvestre en Suecia. Más tarde, en 1979, tras la identificación de PCB en muestras ambientales, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibió la fabricación de PCB y comenzó a regular estrictamente el uso de PCB en la industria (Tanabe, 1988).

En 1982, de la producción total, 48 mil toneladas fueron destruidas y 780 mil toneladas seguían en uso, almacenados o en rellenos. Se estima que 10E7 kg de PCB están dispersos en la atmósfera, biosfera e hidrósfera, incluso en los componentes lipoidales de plantas y animales, lo que representa una amenaza para todas las criaturas vivientes (Robinson y Lenn, 1994; Tapia et al., 2015).

En Ecuador se realizó un informe en el año 2003, denominado “Inventario Preliminar de Bifenilos Policlorados (PCB)”, en el cual se determinó 5’472,805 litros de aceites dieléctricos contaminados con PCB (>50 ppm) catalogados como pasivos ambientales por las empresas eléctricas. Ecuador es parte del Convenio de Estocolmo desde Junio del 2004, que concede un plazo hasta el 2025 para tratar y eliminar los PCB (Salgado, 2017; Tapia et al., 2015).

DESARROLLO

Para la caracterización de datos, se muestrearon aleatoriamente 10 transformadores para la obtención de la mayor cantidad de aceites contaminados. Por medio de este muestreo no se pudo conocer el estado general de la subestación eléctrica con respecto al contenido de PCB en sus transformadores, ya que los análisis mediante cromatografía de gases suponen gastos elevados y se estableció que el límite máximo de selección de muestras como 10. Sin embargo, de los 10 muestreos solo 3 contaban con las características para la continuación del proyecto.

En la experimentación se trabajó con 3 valores constantes para los tratamientos, los cuales son la cantidad de etanol equivalente a 10 ml, el cual sirve como catalizador y su única función es disminuir los tiempos de duración de los tratamientos, la cantidad del aceite dieléctrico contaminado a remediar establecida como 3 ml y el tiempo de reacción se determinó como 24 horas. Se realizaron 3 tratamientos con variaciones de dosis de hidróxido de calcio, de 0,5 g, 1 g y 3 g.

En el primer tratamiento se utilizó una cantidad de 0,5 gramos de hidróxido de calcio, consiguiendo un resultado de reducción del 78,34%. Siguiendo con el segundo tratamiento, se usó 1 gramo, alcanzando un 78,74% de disminución de PCB en la muestra. Por último, en el tercer tratamiento la dosis subió a 3 gramos del hidróxido de calcio, en el cual se redujo un 74, 56%.

Los tratamientos planteados redujeron más del 70% de contaminantes en los aceites dieléctricos. El proceso #1 y #2 tuvieron un resultado similar, sin embargo, el tratamiento #2 se considera más eficiente. De esta manera, se determina que la dosis de los tratamientos propuestos de hidróxido de calcio para la remoción de PCB en 3 ml de aceites dieléctricos mediante el método de deshalogenación química es de 1 gramo.

CONLUSIONES

Los aceites dieléctricos obtenidos del muestreo indican una presencia de bifenilos policlorados (PCB) en todos los transformadores elegidos. Sin embargo, sólo 3 se encontraban con concentraciones superiores a 50 ppm. Este análisis se realizó a través del método ASTM D4059-00-2010, autores como Lopera y Aguirre (2006) concuerdan con que es una técnica precisa en sus resultados. Así mismo Corbella (1998) señala que la precisión de la determinación de PCB es crítica para evaluar contaminación por compuestos de Aroclor.

La reducción significativa de PCB en aceites dieléctricos cumple con lo establecido por Hawari et al. (1990) cuando realizaron un proceso para la deshalogenación con 2 gramos de calcio en un alcohol inferior y obteniendo así que cerca del 99% de PCB había desaparecido. De esta misma manera, estos datos concuerdan con la remoción realizada por Mitoma en estudios utilizando una dosis de 0.8 gramos de calcio metálico como reactivo y etanol.

Para la remoción de PCB en aceites dieléctricos se emplearon tres tratamientos para reducir la mayor proporción de concentración de estos compuestos, es así como en el presente trabajo se utilizaron las dosis de 0.5, 1 y 3 gramos de hidróxido de calcio. La efectividad de los tratamientos planteados se ve relacionada con la duración de estos, ya que en 24 horas se alcanzó la eliminación de más del 50% de PCB.

Sin embargo, al igual que Jones (2003), existen factores fundamentales que impiden la remoción de estos contaminantes. Los costos de eliminación son muy elevados por los diferentes costos de reactivos y energía que se necesitan para remover estos componentes. A pesar de que existen requisitos reglamentarios, no se ofrecen incentivos para la eliminación de PCB para agilizar el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Erickson, M. D. (2018). *Analytical chemistry of PCBs* (2.ª ed.). Lewis Publisher. https://books.google.com.ec

Hawari, J. A., St-Laurent, V., y Samson, R. (1990b). *Polyhaloaromatics with Sodium or Calcium in a Lower Alcohol* (Patent N.º 5,185,488). https://patents.google.com/

Ministerio del Ambiente. (2018, enero 5). *92,5 toneladas de aceite dieléctrico provenientes de las empresas del sector eléctrico fueron coprocesadas*. Ministerio del Ambiente. http://www.ambiente.gob.ec/

Mitoma, Y., Nagashima, S., Simion, C., Simion, A. M., Yamada, T., Mimura, K., Ishimoto, K., y Tashiro, M. (2001a). Dehalogenation of Aromatic Halides Using Metallic Calcium in Ethanol. *Environmental Science & Technology*, *35*(20), 4145-4148. https://doi.org/10.1021/es010716

Robinson, G. K., y Lenn, M. J. (1994). The Bioremediation of Polychlorinated Biphenyls (PCBs): Problems and Perspectives. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, *12*(1), 139-188. https://doi.org/10.1080/02648725.1994.10647911

Salgado, L. (2017). *Documento de Sistematización y Lecciones Aprendidas del Proyecto Gestión Integrada Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados*. Ministerio del Ambiente. https://info.undp.org

Tanabe, S. (1988). PCB problems in the future: Foresight from current knowledge. *Environmental Pollution*, *50*, 5-28. https://doi.org/10.1016/0269-7491(88)90183-2

Tapia, L., Carrera, P., y Rodas, M. (2015). *Guía Técnica para la Gestión Ambientalmente Racional de PCB*. Ministerio del Ambiente. https://info.undp.org