

Comparación de surfactantes sólidos de uso doméstico en el lavado de suelos contaminados por diésel

Julio Cesar Romellón Cerino², María Berzabe Vázquez González¹, María Antonieta Toro Falcón¹,
Guadalupe Martínez Vichel³, Mario José Romellon Cerino¹

- 1 Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Química-Bioquímica-Ambiental
- 2 Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Ingeniería Industrial
- 3 Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Ciencias Económico-Administrativa

Resumen

Existen diferentes tipos de surfactantes tanto industriales como de uso doméstico. Los de uso doméstico son variados en sus presentaciones y usos. Debido a sus características y propiedades pueden usarse para remover contaminantes presentes en el suelo. El objetivo general de este trabajo es comparar la eficiencia de remoción de diésel de 2 surfactantes de uso doméstico granular (en polvo) en el lavado de suelos. Se usaron los surfactantes en polvo Ariel y Persil a concentraciones del 2%, 4%, 6%, 8%, 10% y 12%. Cada muestra de suelo trabajada tuvo un peso de 2.5 kg. Los suelos lavados con porcentajes del 2%, 10% y 12% de surfactantes presentaron los de mayor eficiencia, en estos casos los porcentajes de remoción de diésel están por encima del 70%. La concentración de diésel en el suelo es menor a 100,000 ppm por lo que se recomienda evaluar con concentraciones mayores.

Abstract

There are different types of surfactants for both industrial and domestic use. Those for domestic use are varied in their presentations and uses. Due to their characteristics and properties, they can be used to remove contaminants present in the soil. The general objective of this work is to compare the diesel removal efficiency of 2 granular (powder) household surfactants in floor washing. The powdered surfactants Ariel and Persil were used at concentrations of 2%, 4%, 6%, 8%, 10% and 12%. Each soil sample worked had a weight of 2.5 kg. The soils washed with percentages of 2%, 10% and 12% of surfactants presented the highest efficiency, in these cases the diesel removal percentages are above 70%. The concentration of diesel in the soil is less than 100,000 ppm, so it is recommended to evaluate with higher concentrations.

Palabras Clave: remediación de suelos, tecnologías de remediación, tensoactivos

Keywords: soil remediation, remediation technologies, surfactants

1. INTRODUCCIÓN

La legislación en México, indica que cuando los niveles de contaminación por hidrocarburos en suelo, están por encima de lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, este suelo debe ser remediado o tratado para que recupere sus características [6].

Actualmente los niveles de contaminación nos han llevado a la innovación en las tecnologías para la recuperación y el cuidado del medio ambiente [5].

Las tecnologías de recuperación o remediación de suelos se pueden clasificar en: térmicas, biológicas y fisicoquímicas [3]. Dentro de las tecnologías fisicoquímicas de remediación de suelos, encontramos la técnica de lavado de suelos. Esta requiere el uso de sustancias químicas como son los surfactantes industriales [2].

Los surfactantes ayudan a movilizar y solubilizar los diversos derivados del petróleo que se adhieren al suelo [4]. Existen una diversidad de surfactantes en el mercado a nivel industrial y a nivel doméstico. Los surfactantes industriales tienen la desventaja de ser muy agresivos con el suelo a tratar, los surfactantes de tipo doméstico presentan una gran oportunidad de investigación debido a la diversidad de presentaciones y marcas, que existen en el mercado actualmente.

Así mismo, los surfactantes de tipo doméstico no comprometen la flora microbiana existente en el suelo contaminado, ya que son menos agresivos que los de tipo industrial. Debido a ello, se realizó esta investigación para evaluar la capacidad de remoción de 2 surfactantes sólidos de tipo doméstico en su presentación granular, en el lavado de un suelo contaminado con diésel.

2. METODOLOGÍA

La metodología reportada por Romellón Cerino, et al en 2020 [5], para el lavado de suelos contaminados con hidrocarburos se usó de referencia para este proyecto, en el cual ellos emplearon un surfactante líquido de uso doméstico.

Procedimiento modificado para esta investigación, ya que se emplearon surfactantes sólidos de tipo granular de uso doméstico (detergente en polvo).

Se usaron 2 surfactantes sólidos de tipo granular de uso doméstico (SSTGUD); el primero tipo Ariel y el segundo tipo Persil. Se prepararon soluciones de dichos surfactantes al 2%, 4%, 6%, 8%, 10% y 12%.

Se preparó una muestra compuesta de suelo orgánico contaminado por diésel con un peso aproximado de 90 kg. Para el estudio se extrajeron muestras de 2.5 kg de peso, las cuales se guardaron en bolsas de polietileno.

Para el lavado de cada muestra de suelo contaminado con diésel, se empleó una proporción 1:1; es decir por cada 2.5 kg de suelo a lavar se emplearon 2.5 litros de solución de surfactante a la concentración respectiva de SSTGUD antes mencionadas.

El lavado de suelo fue de la siguiente manera: en un recipiente de plástico de 15 cm de profundidad, se homogeneizó el suelo contaminado con la solución de SSTGUD, durante 15 minutos se mezcló de forma manual y se dejó reposar por una hora después de ello. Para eliminar el excedente de agua se procedió a colar la muestra con la ayuda de una manta.

Después de esto, se le vertió 2 litros de agua a la muestra de suelo para realizar el enjuague y se procedió igual que en el lavado con el SSTGUD. El proceso de enjuague se realiza dos veces para asegurar la eliminación del SSTGUD de la muestra de suelo lavada.

Cada muestra se dejó secar al sol durante 72 horas aproximadamente ya que algunas requirieron un poco más de tiempo. Ya secas las muestras de suelo, fueron guardadas en bolsas de polietileno y debidamente etiquetadas, esto con el objeto de poder pesarlas para conocer cuánto suelo se perdió en el proceso de lavado y enjuagado de la muestra.

Para determinar la concentración de diésel en las muestras de suelo, se empleó el método Soxhlet el cual se utiliza para la extracción de grasas y aceites.

De cada muestra tratada, se emplearon 10 gr. De muestra de suelo y se depositaron en un cartucho de celulosa; ambos preparados con anticipación a peso constante. En el sifón o corneta del equipo Soxhlet se introdujo el cartucho de celulosa con la muestra. Se emplearon 300 ml. de diclorometano como solvente orgánico volátil el cual fue introducido en el matraz bola de fondo plano de 500 ml, el cual fue sometido a peso constante con anterioridad. Una vez ensamblado el equipo Soxhlet se inició con el proceso de separación, para lo cual se puso en calentamiento el solvente y se mantuvo recirculando 20 veces en un período de 8 a 10 horas a través de la muestra.

Después de ello se recuperó el diclorometano de cada matraz bola de fondo plano usando un rotavapor. Cada matraz balón de fondo plano fue sometido a peso constante para calcular la cantidad de diésel que quedo dentro del matraz y por diferencia de pesos se realizar el cálculo correspondiente de diésel removido.

3. RESULTADOS

El suelo contaminado con diésel tuvo una concentración inicial de HTP's de 14 679. 7064 ppm (Tabla 1 y 2). Podemos observar que el porcentaje de remoción de diésel con el surfactante blanca nieves en polvo al 2% fue del 32.35%, que al 4% la remoción fue del 44.05% y que al 6% la remoción fue del 84.6% (Tabla 1). En cuanto al surfactante Ariel en polvo trabajadas a las mismas concentraciones que el Blanca niveles, su porcentaje de remoción fue del 74.74%, 79.81% y del 87.53% respectivamente (Tabla 2).

Para realizar la determinación de hidrocarburos por la técnica de Soxhlet, las muestras de suelo se trabajaron por triplicado. Podemos observar que la concentración inicial de diésel es 92011.56 ppm. En la tabla 1 podemos observar el promedio de las concentraciones obtenidas del suelo lavado con el surfactante Ariel. El porcentaje de remoción de diésel en cuanto al suelo lavado con el 2% de surfactante fue del 76.37%; el suelo lavado al 10%

tuvo una eficiencia de remoción del 73.47% y el suelo lavado con el surfactante al 12% el porcentaje de remoción fue del 84.21%

Tabla 1. Concentración final de diésel en el suelo contaminado después del lavado de suelo con el surfactante sólido de uso doméstico Ariel

Concentración inicial de diésel en el suelo contaminado en PPM	Concentración final de diésel después del lavado de suelo en PPM	Concentración del surfactante sólido de uso doméstico usado para el lavado de suelos	Concentración del diésel removido en PPM	% de diésel removido del suelo contaminado
92011.5656	21737.17	2%	70274.3980	76.3756
	29893.83	4%	62117.7402	67.5108
	43410.04	6%	48601.5296	52.8211
	37175.06	8%	54836.5080	59.5974
	24404.56	10%	67607.0059	73.4766
	14520.38	12%	77491.1880	84.2190

En la tabla 2, se muestran las concentraciones de diésel obtenidas después del lavado de suelos con el surfactante Persil, en el cual podemos observar que las muestras lavadas con un 2% de surfactante tuvo un 86.53% de remoción del contaminante, las muestras lavadas con un 10% de surfactante tuvo una remoción de diésel del 73.90% y las muestras lavadas con un 12% de surfactante persil tuvo una remoción del 81.60%.

Tabla 2. Concentración final de diésel en el suelo contaminado después del lavado de suelo con el surfactante sólido de uso doméstico Persil

Concentración inicial de diésel en el suelo contaminado en PPM	Concentración final de diésel después del lavado de suelo en PPM	Concentración del surfactante sólido de uso doméstico usado para el lavado de suelos	Concentración del diésel removido en PPM	% de diésel removido del suelo contaminado
92011.5656	12391.23	2%	79620.3320	86.5330
	28386.29	4%	63625.2762	69.1492
	37573.07	6%	54438.4945	59.1648
	41696.79	8%	50314.7789	54.6831
	24014.77	10%	67996.7985	73.9003
	16927.84	12%	75083.7228	81.6025

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Podemos observar que en ambos surfactantes empleados para el lavado de suelo los porcentajes de concentración de surfactantes que presentaron mayor eficiencia de remoción fueron los del 2%, 10% y 12%, en estos casos los porcentajes de remoción de diésel están por encima del 70%.

El porcentaje de surfactante doméstico sólido de tipo granular que presento una mayor eficiencia de remoción de diésel fue del 2%, ya que en caso del surfactante Ariel la eficiencia fue del 76.37% y del surfactante Persil la eficiencia fue del 86.53%, si comparamos las eficiencias de remoción que se presenta con los porcentajes de

surfactante del 4%, 6% y 8% podemos observar en ambos casos que sus eficiencias de remoción están por debajo del 70%. Artechí et al en el 2024 [1] reportó una eficiencia del 73.71% usando una concentración de surfactante sólido granular de uso doméstico Ace al 2% y una remoción del 71.74% al emplear el mismo surfactante Ace pero al 4%. Romellón et al en 2023 [7] reportó remociones del 48.46% y del 46.62% de diésel al usar concentraciones del 6% y 8% de surfactante sólido doméstico de tipo granular Ace, concentraciones de remoción de diésel muy cercanos a los obtenidos en este proyecto, ya que los rangos fueron del 52.82% al 59.59%.

El proceso de lavado de suelo que se realiza en el laboratorio, este se lleva a cabo de forma manual. En próximas investigaciones se repetirá la fase experimental, pero trabajando con un equipo eléctrico que haga más eficiente la homogenización del surfactante con el suelo contaminado con el hidrocarburo. Con lo cual podría tenerse una mejor eficiencia de remoción.

REFERENCIAS

- [1] Artechí García, María Fernanda; Aguilar Cruz, José Manuel; Zapata Noriega, José Antonio; Del Ángel Maya, Flor Elena; Romellón Cerino, Mario José. (2024) Estimación de la eficiencia de remoción de diésel en un suelo contaminado, usando un surfactante sólido granular de uso doméstico al 2% y 4%. Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital. Vol. 16, Número 1. Enero-marzo. ISSN: 2007-4786
- [2] Mata Guadarrama, M. A. (2023). Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos pesados utilizando biosurfactantes y surfactantes químicos (Master's thesis, Universidad Autónoma Metropolitana (México). Unidad Azcapotzalco. Coordinación de Servicios de Información.).
- [3] Pons-Jimenez, M; Guerrero-Peña, A; Zavala-Cruz, J; Alarcón, A. (2011). Extracción de hidrocarburos y compuestos derivados del petróleo en suelos con características físicas y química diferentes. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. Vol. 27 No.1. Pág. :1-15 ISSN 0186-2979
- [4] Riojas González, HH, Torres Bustillos, LG, Mondaca Fernández, I., Balderas Cortes, JDJ, & Gortáres Moroyoqui, P. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Química Viva, 9 (3),120-145. [fecha de Consulta 29 de octubre de 2023]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86315692003>
- [5] Romellón Cerino, Mario José; Vazquez González, María Berzabe; Romellón Cerino, Julio Cesar; Magaña Flores, Anel; Cardenas Valdez, Ana Fabiola (2020). Determinación de la eficiencia de un surfactante líquido de uso doméstico para remover hidrocarburos de un suelo contaminado. Universita Ciencia. Revista electrónica de Investigación de la Universidad de Xalapa. Año 9, Número 26. Septiembre-diciembre 2020. ISSN 2007-3917. Xalapa, Veracruz, México
- [6] Ruíz Moreno, Amalia Xiutlhalzin (2018). Tesis de Maestría: Surfactantes domésticos (líquidos) en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Villahermosa, Tabasco, México.
- [7] Romellón Cerino, Julio Cesar; Ángeles Guzmán, Casandra; Tamayo Uribe, Roger; Martínez Vichel, Guadalupe; Romellón Cerino, Mario Jose. (2023). Tensoactivo sólido de uso doméstico al 6% y 8%, para el lavado de suelos contaminados con diésel. Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital. Vol. 15, Número 4. Octubre-diciembre. ISSN: 2007-4786.

Correo de autor de correspondencia: mjrcerino@gmail.com; mario.rc@villahermosa.tecnm.mx