



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2026,  
Volumen 10, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i3](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3)

# **REMEDIACIÓN DE SUELOS ORGÁNICOS CONTAMINADOS CON DIÉSEL MEDIANTE UNA MEZCLA DE SURFACTANTES DOMÉSTICOS AL 4%**

**REMEDIATION OF ORGANIC SOILS CONTAMINATED WITH  
DIESEL USING A 4% MIXTURE OF DOMESTIC  
SURFACTANTS**

**Karelys Juleysi Cabrera Godoy**  
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

**Digna Gabriela Córdova Agila**  
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

**Ronald Eugenio Guanuche Ramón**  
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

## Remediación de suelos orgánicos contaminados con diésel mediante una mezcla de surfactantes domésticos al 4%

**Clemente Silván Emeterio<sup>1</sup>**

[clemente.se@villahermosa.tecnm.mx](mailto:clemente.se@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0007-9050-7997>

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico de Villahermosa  
México

**Guadalupe Martínez Vichel**

[guadalupe.mv@villahermosa.tecnm.mx](mailto:guadalupe.mv@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0000-0001-5121-6141>

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico de Villahermosa  
México

**José Antonio Zapata Noriega**

[jose.zapatan@villahermosa.tecnm.mx](mailto:jose.zapatan@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0006-3192-9666>

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico de Villahermosa  
México

**Mario José Romellón Cerino<sup>2</sup>**

[mario.rc@villahermosa.tecnm.mx](mailto:mario.rc@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0000-0002-8579-1280>

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico de Villahermosa  
México

**Roger Ernesto Tamayo Uribe**

[roger.tamayou@villahermosa.tecnm.mx](mailto:roger.tamayou@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0009-7347-8754>

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico de Villahermosa  
México

### RESUMEN

La industria petrolera mexicana ha sido un pilar económico en estados como Chiapas, Campeche, Veracruz y Tabasco, aunque sus actividades han generado impactos ambientales severos, particularmente la contaminación de suelos por hidrocarburos. Estos compuestos alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, reducen su capacidad ecológica y representan riesgos para la salud humana. En este contexto, la remediación de suelos contaminados se ha convertido en una prioridad institucional. Los surfactantes, capaces de reducir la tensión superficial y movilizar contaminantes, se han identificado como una alternativa eficiente y de bajo costo para la extracción de hidrocarburos. El proyecto realizado en el Instituto Tecnológico de Villahermosa evaluó la eficacia de una mezcla de surfactantes domésticos al 4% en el lavado de suelos orgánicos contaminados con diésel. La metodología incluyó la recolección y homogenización de muestras, la preparación de soluciones de surfactantes líquidos y en polvo junto con un limpiador multiusos, el lavado mediante agitación mecánica a 50 °C y enjuagues sucesivos, así como la determinación de hidrocarburos residuales mediante el método Soxhlet con diclorometano. Los resultados mostraron reducciones significativas respecto a la muestra testigo (1015 ppm). Las muestras tratadas alcanzaron valores entre 673 y 618 ppm, equivalentes a una remoción de 33–39%. El matraz VI destacó con apenas 90 ppm de diésel residual, logrando una eficiencia del 91%. En promedio, la mezcla alcanzó una remoción cercana al 55%, aunque con variabilidad experimental. En conclusión, los surfactantes domésticos al 4% representan una alternativa viable para la remediación de suelos contaminados, aunque se recomienda mayor control y repetición para garantizar reproducibilidad y confiabilidad en futuras aplicaciones.

**Palabras clave:** hidrocarburos, mezcla de tecnologías, lavado de suelo, tensoactivos domésticos

---

<sup>1</sup> Autor principal

<sup>2</sup> Correspondencia: [mjracerino@gmail.com](mailto:mjracerino@gmail.com); [mario.rc@villahermosa.tecnm.mx](mailto:mario.rc@villahermosa.tecnm.mx)

## Remediation of organic soils contaminated with diesel using a 4% mixture of domestic surfactants

### ABSTRACT

The oil industry in Mexico has been a cornerstone of economic development, particularly in southeastern states such as Chiapas, Campeche, Veracruz, and Tabasco. However, its activities have generated severe environmental impacts, notably soil contamination caused by hydrocarbon spills and residues. These pollutants alter the physical, chemical, and biological properties of soils, reducing their ecological function and posing risks to human health. Consequently, soil remediation has become a priority for both governmental institutions and the energy sector. Surfactants, compounds capable of reducing surface tension and mobilizing contaminants, have been identified as a cost-effective alternative for hydrocarbon removal. This study, conducted at the Instituto Tecnológico de Villahermosa, evaluated the effectiveness of a 4% mixture of domestic surfactants in washing organic soils contaminated with diesel. The methodology included sample collection and homogenization, preparation of surfactant solutions combined with a multipurpose cleaner, mechanical agitation at 50 °C, successive rinsing, and quantification of residual hydrocarbons using the Soxhlet method with dichloromethane. Results revealed significant reductions compared to the untreated control (1015 ppm). Treated samples showed residual concentrations between 673 and 618 ppm, corresponding to 33–39% removal. One sample achieved 90 ppm, equivalent to 91% efficiency. On average, the mixture removed approximately 55% of diesel, though variability among replicates was observed. These findings suggest that domestic surfactants at 4% represent a viable and low-cost alternative for soil remediation, though further experimental control and replication are recommended to ensure reproducibility and reliability.

**Keywords:** hydrocarbons, technology mixture, soil washing, domestic surfactants

*Artículo recibido 25 mayo 2026*

*Aceptado para publicación: 25 junio 2026*



## INTRODUCCIÓN

En México, la industria petrolera ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo económico, particularmente en los Estados del Sureste como son Chiapas, Campeche, Veracruz y Tabasco, donde la extracción y producción de hidrocarburos constituyen actividades estratégicas de gran relevancia. No obstante, estas operaciones generan impactos ambientales negativos significativos, entre los cuales destaca la contaminación del suelo ocasionada por derrames, fugas o residuos derivados de la explotación y abandono de pozos petroleros (ASEA, 2023). La presencia de hidrocarburos en el suelo modifica sus propiedades físicas, químicas y biológicas, compromete la funcionalidad ecológica como soporte de biodiversidad y procesos naturales, y representa un riesgo potencial para la salud humana y los ecosistemas.

Por lo anterior, surge la necesidad de mitigar y minimizar estos efectos, la remediación de los suelos contaminados se ha consolidado como una prioridad tanto para las instituciones gubernamentales como para las empresas del sector petrolero. El uso de compuestos capaces de reducir la tensión superficial y facilitar la movilización de contaminantes como son los surfactantes de tipo industrial o doméstico, dichos compuestos se han identificado como una alternativa eficiente y de bajo costo para la extracción de hidrocarburos adheridos a las partículas del suelo (EPA, 1995; Mao, Jiang, Xiao, & Yu, 2015). Su aplicación optimiza los procesos de lavado y recuperación de contaminantes, contribuyendo a la rehabilitación de áreas afectadas y al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad ambiental (Vidali, 2001).

Diversos autores han reportado experimentos con surfactantes o tensoactivos de uso doméstico, aplicados a concentraciones relativamente bajas con eficiencias de remoción de diésel o hidrocarburos que pueden ayudar a la recuperación de los suelos contaminados, así mismo se han reportado que esos suelos tratados tienen capacidad de sostener vida conforme sus pruebas toxicológicas básicas.

Se tiene mucho campo aun por revisar y experimentar, por lo que en este proyecto se trabajo con una combinación de surfactantes, para verificar si se puede incrementar la eficiencia de los surfactantes de tipo doméstico, en la técnica de lavado de suelos.

## METODOLOGÍA

### Fase 1. Recolección y preparación de muestras

Se recolectaron muestras de suelo orgánico contaminado con diésel de un lote experimental que se tiene en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa.

Cada muestra fue de 2.5 kg, las cuales fueron homogenizadas para garantizar uniformidad y se almacenaron en recipientes herméticos bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (Fotografía 1) (Arteachi García, 2024; Del Angel Maya, 2024; Jiménez Gil, 2024; Romellón Cerino, J. C., 2023)

Se registraron parámetros iniciales del suelo: pH, humedad, textura, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica.

#### **Fotografía 1.-**Muestras de suelo contaminado con diésel



### Fase 2. Preparación de soluciones surfactantes

Se formuló la mezcla de surfactante de uso domésticos en presentaciones líquidas Tipo Salvo Triple Poder Corta Grasa (SUDL-TSTPCG) y surfactante de uso domésticos en presentaciones en polvo Tipo Viva Quita Manchas Total (SUDP-TVQMT) a concentraciones de 4% cada uno; se usaron 828 ml de limpiador multiusos Tipo Limpiador Multiusos Pinol el Original (LM-TLMPO) (Mata Guadarrama, M. A., 2023; Riojas González, H.H., 2010)

Las soluciones se pusieron a calentar hasta alcanzar la temperatura de 50°C, en una multiparrilla de calentamiento Novatech de 6 plazas. (Fotografía 2)

**Fotografía 2.-**Calentamiento de los surfactantes y el limpiador multiusos

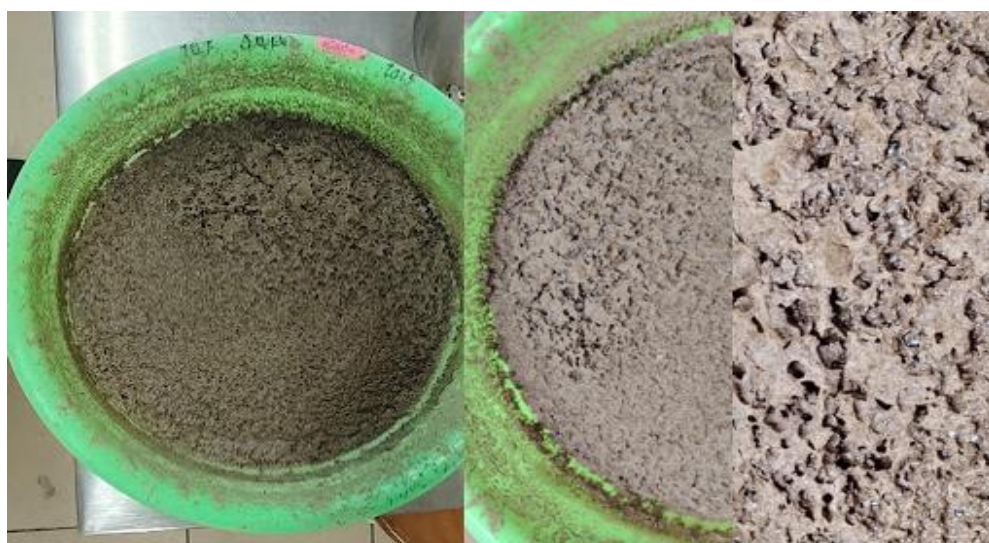


### Fase 3. Proceso de lavado de suelos

Las muestras de 2.5 kg de suelo contaminado con diésel se depositaron en un recipiente de plástico y se le fue adicionando de forma simultanea los surfactantes de uso doméstico SUDL-TSTPCG, SUDP-TVQMT y el LM-TLMPO, todo esto a 50°C de temperatura. Se realizó la agitación mecaniza durante 15 minutos con una batidora manual.

Despues de los 15 minutos de agitacion mecaniza las muestras de suelo contaminado con diésel se dejaron reposar por 24 horas. (Fotografía 3)

**Fotografía 3.-**Muestra de suelo lavado con la mezcla de surfactantes y limpiador multiusos



Las muestras de suelo fueron sometidas a dos enjuagues consecutivos, empleando en cada ocasión 3 litros de agua potable (Romellón Cerino, M. J., 2025; Silvan Emeterio, C., 2025; Toro Falcón, M. A., 2024).

Se retiro el excedente de agua en cada enjuague por decantación usando un arreglo de tamices de malla 30, 80 y 100, todo se recolecto en una charola de plástico (Fotografía 4).

**Fotografía 4.-**Recolección de lixiviado del lavado de suelos



Despues se procedio a secar las muestras de suelo en charolas de aluminio. Una vez secas las muestras, estas se llevaron a tamizar al laboratorio de Ingeniería Civil Ing. Rafael Jiménez González, esto se realizó con ayuda de la cribadora marca: EXCELL, modelo: 2C48GCX. Con un arreglo de tamices del número 20, 30, 40 y 60, con tapa y charola, una vez separado por granulometría se procede a pesar el contenido de cada recipiente del arreglo (Fotografía 5) (Candelario Morales, 2025; Romellón Cerino, M. J., 2024).

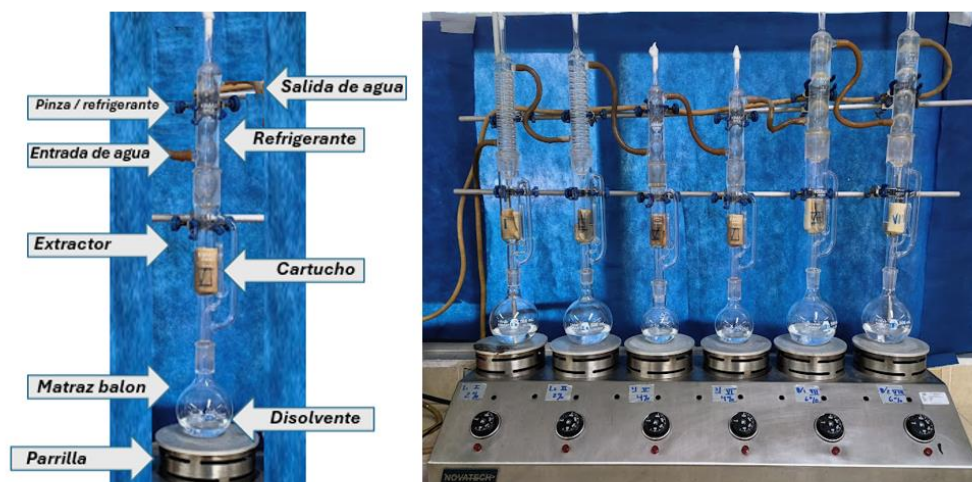
**Fotografía 5.-**Tamizado de las muestras de suelo secas



#### Fase 4.- Determinación de la concentración de hidrocarburos (Diésel)

El método Soxhlet se implementó mediante el montaje del equipo, acompañado de elementos periféricos como un recipiente térmico con agua a baja temperatura y una bomba sumergida que permitió la circulación del agua dentro del tubo refrigerante, favoreciendo la condensación del solvente. Este proceso, desarrollado a una temperatura aproximada de 60 °C, recirculó de manera continua sobre una muestra confinada en un cartucho de papel filtro, cuya función fue captar la precipitación del condensado proveniente del matraz en contacto con la parrilla, repitiéndose hasta completar la extracción. Una vez montado el equipo Soxhlet como se muestra en el gráfico (Fotografía 6), en conjunto con los elementos periféricos descritos, el método se utilizó para determinar la cantidad de diésel presente en la muestra y obtener su concentración en el suelo lavado tras el tratamiento, empleando como solvente orgánico diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (Romellón Cerino, J.C., 2024; Toro Falcon, M.A., 2025). En términos metodológicos, se trabajó con 10 gramos del polvo más fino de la muestra de suelo previamente lavada, sometida a un proceso de circulación con el solvente volátil durante un mínimo de 20 ciclos a lo largo de 8 horas, tras lo cual los matraces fueron procesados para cuantificar el diésel extraído en cada caso, resumiéndose así la extracción de grasas e hidrocarburos presentes en la muestra mediante una técnica altamente reproducible y ampliamente utilizada en estudios ambientales (Romellón Cerino, M. J., 2020: Romellón Cerino, M. J. , 2024).

**Fotografía 6.-Determinación de grasas y aceites**



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestra el porcentaje de suelo perdido dentro de los procesos de lavado y enjuague; en el caso de la muestra testigo, la pérdida del porcentaje de suelo mostrado se debe a las partículas más finas que se dispersaron en forma de nube de polvo durante el proceso de cribado. Por el contrario, el porcentaje de suelo perdido a las muestras lavadas con la mezcla de surfactantes de uso doméstico SUDL-TSTPCG, SUDP-TVQMT y el LM-TLMPO 4 %, fueron arrastradas con el lixiviado que previamente se recuperó tras lavar y enjuagar la muestra.

**Tabla 1.-Porcentaje de suelo retenido despues del lavado.**

| Peso en kg | Malla no. 20 | Malla no. 30 | Malla no. 40 | Malla no. 60 | Charola | Kg de suelo después del lavado y tamizado (2, 4, 6 %) y tamizado (MT) | % de suelo retenido | % de suelo perdido |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| MT         | 1.395        | 0.055        | 0.060        | 0.140        | 0.555   | 2.205                                                                 | 88 %                | 12 %               |
| 4%         | 0.355        | 0.210        | 0.180        | 0.860        | 0.350   | 1.955                                                                 | 78 %                | 22 %               |

En la tabla 2 podemos observar conforme los datos que la Muestra testigo (M.T.) presenta un promedio 1015 ppm de diésel residual, lo que constituye la línea base sin tratamiento con la mezcla de surfactantes de uso doméstico SUDL-TSTPCG al 4%, SUDP-TVQMT al 4% y el LM-TLMPO 4 %.

Al comparar los resultados con los matraces tratados con surfactante al 4%, se observa una reducción significativa en la concentración de diésel. Los matraces IV y V presentan valores de 673 ppm y 618

ppm respectivamente, lo que representa una remoción de entre 33% y 39% respecto al promedio de los testigos.

El matraz VI destaca por su desempeño, con apenas 90 ppm de diésel residual, lo que equivale a una remoción del 91% frente al promedio de los testigos. Este resultado evidencia el potencial máximo del surfactante al 4% para lograr una limpieza efectiva, aunque también nos muestra la variabilidad experimental, ya que no todos los matraces tratados alcanzaron niveles similares de remoción.

**Tabla 2.-Concentración de hidrocarburo removido.**

| % de surfactante | No. Matraz | Peso constante de matraz sin hidrocarburo | Peso constante de matraz con hidrocarburo | Peso constante de cartucho sin muestra | Peso constante de cartucho con muestra | Peso real Diesel | Peso real muestra | % Diesel | Ppm Diesel | % hidrocarburo presente | % remoción |
|------------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|-------------------|----------|------------|-------------------------|------------|
| 4%               | IV         | 161.7610                                  | 161.7677                                  | 3.7406                                 | 13.6879                                | 0.0067           | 9.9473            | 0.0674   | 673.5496   | 57.7923                 | 42.2077    |
|                  | V          | 108.3031                                  | 108.3093                                  | 3.4890                                 | 13.5242                                | 0.0062           | 10.0352           | 0.0618   | 617.8253   | 53.0110                 | 46.9890    |
|                  | VI         | 161.1891                                  | 161.1900                                  | 3.7380                                 | 13.7091                                | 0.0009           | 9.9711            | 0.0090   | 90.2609    | 7.7446                  | 92.2554    |
| M. T.            | MTa        | 171.6594                                  | 171.6710                                  | 3.7418                                 | 13.6949                                | 0.0116           | 9.9531            | 0.1165   | 1165.4660  | 1014.5553               |            |
|                  | MTb        | 163.2323                                  | 163.2409                                  | 3.6034                                 | 13.5612                                | 0.0086           | 9.9578            | 0.0864   | 863.6446   |                         |            |
|                  | MTc        | 170.4090                                  | 170.4989                                  | 3.6550                                 | 13.5462                                | 0.0899           | 9.8912            | 0.9089   | 9088.8871  | fuera de parámetro      |            |

## CONCLUSIONES

En conjunto los datos de la Tabla 2, permiten concluir que el surfactante al 4% logra una remoción promedio cercana al 55%, con un rango que va desde resultados moderados hasta una eliminación casi total del contaminante. La variabilidad entre réplicas sugiere la necesidad de mayor control experimental y más repeticiones para confirmar la consistencia del tratamiento, pero los resultados obtenidos demuestran claramente la ventaja del surfactante frente a los testigos.

La mezcla de surfactantes de uso doméstico SUDL-TSTPCG al 4%, SUDP-TVQMT al 4% y el LM-TLMPO 4 %. favorece la remoción de hidrocarburos, alcanzando eficiencias que van desde un nivel moderado (33–39%) hasta un nivel sobresaliente (91%). El resultado del matraz VI confirma el potencial de la mezcla de surfactantes a 50°C para lograr una limpieza casi completa, aunque la variabilidad entre réplicas indica que el proceso no es totalmente homogéneo, por lo que se recomienda repetir el experimento.

La diferencia marcada entre los resultados sugiere que factores experimentales como la dispersión del surfactante, la manipulación de las muestras o la homogeneidad de la mezcla influyen directamente en la eficiencia obtenida. Por ello, se recomienda ampliar el número de repeticiones y controlar mejor las condiciones experimentales para reducir la variabilidad.

En síntesis, la mezcla de surfactantes al 4% representan una alternativa viable y prometedora para la remoción de hidrocarburos, con un promedio de eficiencia cercano al 55% respecto a la Muestra testigo. Sin embargo, la consistencia de los resultados debe ser fortalecida mediante ajustes metodológicos que garanticen reproducibilidad y confiabilidad en futuras aplicaciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto “EVALUACION DE SURFACTANTES EN BARRA DE USO DOMESTICOS PARA LA RECUPERACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS” Clave 19935.24-P financiado por el Tecnológico Nacional de México (TecNM), a través de la Convocatoria Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Convocatoria 2024.

Así mismo agradecemos el apoyo técnico brindado por el Laboratorio Nacional Conahcyt de Agua Limpia y Saneamiento (LANALIMSA).

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA). (2023). Reporte anual de logros estratégicos y retos a superar: Construyendo una visión de bienestar desde el sector hidrocarburos. Gobierno de México. Recuperado de [www.gob.mx/asea](http://www.gob.mx/asea)
- Arteachi García, M. F., Aguilar Cruz, J. M., Zapata Noriega, J. A., Del Ángel Maya, F. E., & Romellón Cerino, M. J. (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*, 16(1), 278–286.
- Candelario Morales, D. A., Pérez Castillo, A., Toro Falcón, M. A., Tamayo Uribe, R. E., & Romellón Cerino, M. J. (2025). Comparación del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en muestras de suelos

- contaminadas con diésel, tratadas con surfactantes al 4% y 6%. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 18(1), 58–64. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17316087>
- Del Ángel Maya, F. E., Zapata Noriega, J. A., Lazo Priego, G., López Chan, J., & Romellón Cerino, M. J. (2024). Recuperación de un suelo contaminado con diésel, usando 2 surfactantes sólidos de uso doméstico. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 16(2), 442–450.
- Jiménez Gil, A., Vázquez González, M. B., Toro Falcón, M. A., Reyes Osorio, J., & Romellón Cerino, M. J. (2024). Physicochemical treatment of diesel-contaminated soil using a washing technique with solid bar surfactants. En *Mentes diversas y soluciones integrales: Artículos del congreso internacional de investigación Academia Journals CDMX 2024* (Vol. 16, No. 07, pp. 112–120). Academia Journals.
- Mao, X., Jiang, R., Xiao, W., & Yu, J. (2015). Use of surfactants for the remediation of contaminated soils: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 285, 419–435.
- Mata Guadarrama, M. A. (2023). Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos pesados utilizando biosurfactantes y surfactantes químicos (Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco).
- Riojas González, H. H., Torres Bustillos, L. G., Mondaca Fernández, I., Balderas Cortes, J. D. J., & Gortáres Moroyoqui, P. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Química Viva*, 9(3), 120–145. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86315692003>
- Romellón Cerino, J. C., Ángeles Guzmán, C., Tamayo Uribe, R., Martínez Vichel, G., & Romellón Cerino, M. J. (2023). Tensoactivo sólido de uso doméstico al 6% y 8%, para el lavado de suelos contaminados con diésel. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 15(4), 390–398.
- Romellón Cerino, J. C., Vázquez González, M. B., Toro Falcón, M. A., Martínez Vichel, G., & Romellón Cerino, M. J. (2024). Comparación de surfactantes sólidos domésticos en el lavado de suelos contaminados por diésel. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 16(2), 451–459.
- Romellón Cerino, M. J., Candelario Morales, D. A., Aguilar Cruz, J. M., Ochoa Hernández, S., & Rodríguez Ramírez, P. (2025). Desempeño de 3 tensoactivos en barra al 2% en el lavado de

- suelos contaminados con diésel. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 17(4), 1662–1669.
- Romellón Cerino, M. J., Pérez Castillo, A., Díaz Villanueva, F., Sánchez Marín, L., & Gómez Córdoba, E. (2024). Remoción de diésel de un suelo contaminado usando un tensoactivo sólido (granular) de uso doméstico al 10% y al 12%. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 16(1), 287–295.
- Romellón Cerino, M. J., Vázquez González, M. B., Romellón Cerino, J. C., Magaña Flores, A., & Cárdenas Valdez, A. F. (2020). Determinación de la eficiencia de un surfactante líquido de uso doméstico para remover hidrocarburos de un suelo contaminado. *Universita Ciencia*, 9(26), 92–97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6599929>
- Romellón Cerino, M. J., Romellón Cerino, J. C., Arias Peregrino, V. M., Villanueva Guzmán, J. C., & Díaz Villanueva, F. (2024). Estimating the efficiency of a solid surfactant for domestic use in the removal of diesel in a contaminated soil. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, 7(S10), 2120–2140. <https://jicrcr.com/index.php/jicrcr/article/view/1364>
- Silván Emeterio, C., Del Ángel Maya, F. E., Díaz Villanueva, F., Tamayo Uribe, R. E., & Romellón Cerino, M. J. (2025). Valoración de 3 surfactantes en barra de uso doméstico para recuperar suelos contaminados con hidrocarburos. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 17(3), 1262–1269.
- Silván Emeterio, C., Cisneros Palma, M. T., Ochoa Hernández, S., Tamayo Uribe, R. E., & Romellón Cerino, M. J. (2026). Evaluación del desempeño de *Phaseolus vulgaris* en suelos tratados con surfactantes domésticos en barra a concentraciones del 10%. *Innovación Y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 18(3), 1501–1507. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20329969>
- Toro Falcón, M. A., Romellón Cerino, M. J., González, M. B. V., Bernal, K. Z., & Romellón Cerino, J. C. (2024). Tratamiento fisicoquímico-biológico con tensoactivos y composta para remediar suelos contaminados con hidrocarburos. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(6), 10660–10682. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6.15789](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15789)
- Toro Falcón, M. A., Vázquez González, M. B., Zacarías Bernal, K., Romellón Cerino, J. C., & Romellón Cerino, M. J. (2025). Comparación de 2 tensoactivos sólidos en barra de tipo

- doméstico usados para la remoción de hidrocarburos de un suelo contaminado. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 17(1), 229–233.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *In Situ Remediation Technology Status Report: Surfactant Enhancements* (EPA542-K-94-003). Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response.
- Vidali, M. (2001). Bioremediation: An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73(7), 1163–1172. <https://doi.org/10.1351/pac200173071163>
- Villanueva Guzmán, J. C., Priego Clemente, A., Arias Peregrino, V. M., Romellón Cerino, M. J., & Romellón Cerino, J. C. (2026). Desempeño de *Phaseolus vulgaris* en suelos tratados con surfactantes domésticos en barra a concentraciones del 8% y 12%. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10(2), 6506–6520. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rem.v10i2.23672](https://doi.org/10.37811/cl_rem.v10i2.23672)
- Volke Sepúlveda, T., & Velasco, J. A. (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. INE-SEMARNAT.