Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

EFICIENCIA COMPARATIVA DE SURFACTANTES DOMÉSTICOS SÓLIDOS EN POLVO EN LA REMOCIÓN DE DIÉSEL DE SUELOS CONTAMINADOS: REVISIÓN DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES

COMPARATIVE EFFICIENCY OF SOLID HOUSEHOLD POWDER SURFACTANTS IN THE REMOVAL OF DIESEL FROM CONTAMINATED SOILS: A REVIEW OF EXPERIMENTAL STUDIES

Mario José Romellón Cerino
Instituto Tecnológico de Villahermosa, México

Jose Manuel Aguilar Cruz
Instituto Tecnológico de Villahermosa, México

Félix Díaz Villanueva
Instituto Tecnológico de Villahermosa, México

Gabriela Lazo Priego
Instituto Tecnológico de Villahermosa, México

Alberto Francisco Cadena Narvaez
Instituto Tecnológico de Villahermosa, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.25959

Eficiencia Comparativa de Surfactantes Domésticos Sólidos en Polvo en la Remoción de Diésel de Suelos Contaminados: Revisión de Estudios Experimentales

Mario José Romellón Cerino [1]
mario.rc@villahermosa.tecnm.mx
https://orcid.org/0000-0002-8579-1280
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Jose Manuel Aguilar Cruz
jose.ca@villahermosa.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0004-9867-8035
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Félix Díaz Villanueva
felix.dv@villahermosa.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0009-4027-7710
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Gabriela Lazo Priego
gabriela.lp@villahermosa.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0009-8676-6667
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Alberto Francisco Cadena Narvaez
alberto.cn@villahermosa.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0003-4008-3066
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

RESUMEN

Los estudios revisados demuestran que los surfactantes de uso domésticos en polvo son una alternativa viable para la remediación de suelos contaminados con diésel mediante la técnica de lavado. Arteachi et al. (2024) reportaron eficiencias superiores al 70% con el surfactantes de uso doméstico tipo Ace al 2% y 4%. Sin embargo, Romellón et al. (2023) observaron una disminución significativa en concentraciones medias (6–8%), con remociones menores al 50%. En concentraciones altas (10–12%), el surfactante de uso doméstico tipo Ace recuperó parcialmente su eficiencia, alcanzando alrededor del 72%. Del Ángel et al. (2024) mostraron que el surfactante de uso doméstico tipo Ariel es más eficiente que el tipo Blanca 90Nieves, con remociones de hasta 87.53% y la germinación de frijol negro superior al 90%. Por su parte, Romellón et al. (2024) compararon los surfactantes de uso doméstico tipo Ariel y tipo Persil, destacando el tipo Persil al 2% con 86.53% de remoción. El análisis integrado evidencia que los surfactantes de uso domésticos tipo Ariel y tipo Persil son los surfactantes más consistentes y eficientes, mientras que el surfactante de uso doméstico tipo Ace presenta variabilidad según la concentración. Aunque los suelos tratados muestran recuperación agrícola, aún exceden los límites de hidrocarburos establecidos por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, por lo que se recomienda continuar el tratamiento. En conclusión, los surfactantes de tipo domésticos representan una opción económica y menos agresiva que los industriales, con potencial para la recuperación ambiental y agrícola de suelos contaminados.

Palabras clave: suelos contaminados, remediación fisicoquímica, tren de tratamiento, tensoactivos domésticos

---

[1] Autor Principal
Correspondencia: mjrcerino@gmail.com; mario.rc@villahermosa.tecnm.mx

Comparative Efficiency of Solid Household Powder Surfactants in the Removal of Diesel from Contaminated Soils: A Review of Experimental Studies

ABSTRACT

The reviewed studies demonstrate that powdered household surfactants are a viable alternative for the remediation of diesel-contaminated soils through the washing technique. Arteachi et al. (2024) reported efficiencies above 70% with the household surfactant Ace at 2% and 4%. However, Romellón et al. (2023) observed a significant decrease at medium concentrations (6–8%), with removals below 50%. At higher concentrations (10–12%), Ace partially recovered its efficiency, reaching around 72%. Del Ángel et al. (2024) showed that the household surfactant Ariel is more efficient than Blanca Nieves, achieving removals of up to 87.53% and black bean germination rates above 90%. In turn, Romellón et al. (2024) compared the household surfactants Ariel and Persil, highlighting Persil at 2% with 86.53% removal. The integrated analysis indicates that Ariel and Persil are the most consistent and efficient surfactants, while Ace shows variability depending on concentration. Although the treated soils exhibit agricultural recovery, hydrocarbon levels still exceed the limits established by NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, so continued treatment is recommended. In conclusion, household surfactants represent an economical and less aggressive option than industrial ones, with potential for environmental and agricultural recovery of contaminated soils.

***Keywords*:** contaminated soils, physicochemical remediation, treatment train, household surfactants

Artículo recibido 20 julio 2026
Aceptado para publicación: 26 agosto 2026

INTRODUCCIÓN

La contaminación de suelos por hidrocarburos derivados del petróleo, como el diésel, constituye uno de los problemas ambientales más importantes en México y el mundo, debido a sus efectos negativos sobre la fertilidad del suelo, la biodiversidad y la salud humana. Desde esta perspectiva, la técnica fisicoquímica de lavado de suelos (Mao, et al 2015) con surfactantes o tensoáctivos ha sido ampliamente utilizada como estrategia de remediación de suelos (Jiménez Gil, et al., 2024; Romellón Cerino, J. C. et al., 2024; Romellón Cerino, M. J. et al., 2024; Romellón Cerino, M. J. et al., 2025; Silvan Emeterio, et al., 2025; Silvan Emeterio, et al., 2026) empleando generalmente surfactantes industriales de alta eficacia (Mata Guadarrama, 2023; EPA 1995). Sin embargo, estos productos suelen ser agresivos con la estructura y la microbiota del suelo (Volke, 2002), lo que reduce y limita su recuperación natural posterior al tratamiento (Romellón Cerino et al., 2020).

Ante esta problemática, diversos estudios recientes han explorado el uso de surfactantes o tensoactivos de origen doméstico (Toro Falcón, et al., 2024; Toro Falcón, et al., 2025; Villanueva Guzmán, et al 2026) singularmente en su presentación sólida granular (detergentes en polvo), como alternativa viable para la remoción de hidrocarburos. Estos productos, de fácil acceso y bajo costo, ofrecen la posibilidad de disminuir los impactos negativos sobre la flora microbiana y reducir los gastos asociados a la remediación de suelos (Ruíz Moreno, 2018; Riojas González et al., 2010).

Las investigaciones publicadas entre 2023 y 2024 en la *Revista Innovación y Desarrollo Tecnológico* abarcan diferentes concentraciones de surfactantes domésticos y comparaciones entre marcas comerciales. Entre los hallazgos más relevantes se destacan:

- El tipo Ace al 2% y 4%: eficiencias de remoción superiores al 70%, con valores de 73.71% y 71.74% (Arteachi García et al., 2024).
- El tipo Ace al 6% y 8%: eficiencias menores, cercanas al 46–48%, mostrando que el incremento de concentración no siempre mejora la remoción (Romellón Cerino et al., 2023).
- El tipo Ace al 10% y 12%: porcentajes de remoción de 71.41% y 72.16%, con diferencias mínimas entre ambas concentraciones (Romellón Cerino et al., 2024a).

- El tipo Blanca Nieves y Ariel (2%, 4%, 6%): resultados contrastantes, donde Ariel alcanzó hasta 87.53% de remoción, mientras Blanca Nieves mostró valores más bajos (32.35% al 2% y 84.6% al 6%) (Del Ángel Maya et al., 2024).
- El tipo Persil y el tipo Ariel (2–12%): eficiencias superiores al 70% en concentraciones bajas y altas, destacando el tipo Persil al 2% con 86.53% de remoción (Romellón Cerino et al., 2024b).

Con estudios complementarios se evaluaron además la recuperación de la fertilidad del suelo (Candelario, et al 2025), mediante la incorporación de composta y pruebas de germinación de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), alcanzando tasas de germinación superiores al 90% (Del Ángel Maya et al., 2024). Estos resultados nos demuestran que los surfactantes de tipo domésticos sólidos en presentación granular (en polvo) pueden representar una alternativa prometedora para la remediación de suelos contaminados con diésel a bajar concentraciones, con eficiencias comparables o superiores a las reportadas previamente con surfactantes líquidos. Del mismo modo, la diversidad de marcas y concentraciones abre un campo de investigación amplio para optimizar su aplicación y evaluar su impacto en la recuperación integral de los suelos que han sido contaminados con hidrocarburos.

METODOLOGÍA

El analisis efectuado se desarrolló mediante una revisión documental sistemática de artículos publicados en la revista *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital* durante los años 2023 y 2024, todos relacionados con la aplicación de surfactantes de uso domésticos en la aplicación de la técnica de lavado de suelos contaminados con diésel.

Selección de fuentes

Se identificaron cinco investigaciones relevantes (Arteachi et al., 2024; Romellón et al., 2023; Romellón et al., 2024; Del Ángel et al., 2024; Romellón et al., 2024), las cuales fueron seleccionadas por:

- Uso de surfactantes de tipo domésticos en polvo (Tipo Ace, Tipo Ariel, Tipo Persil, Tipo Blanca Nieves).
- Aplicación de la técnica de lavado de suelos de forma manual.
- Reporte explícito de concentraciones iniciales y finales de hidrocarburos totales de petróleo (HTP's).

Extracción de datos

De cada artículo se recopilaron las siguientes variables:

- Tipo de surfactante y concentración (%).
- Concentración inicial y final de diésel en el suelo (ppm).
- Porcentaje de remoción calculado.
- Resultados de pruebas de fertilidad (germinación, sobrevivencia y crecimiento de frijol negro).

Normalización

Los datos fueron homogenizados en unidades de ppm y porcentajes de remoción. Se clasificaron en tres rangos de concentración:

- Bajas (2–4%).
- Medias (6–8%).
- Altas (10–12%).

Comparación cruzada

Se elaboraron tablas comparativas para identificar tendencias de eficiencia:

- Surfactante de uso Doméstico Tipo Ace: mayor eficiencia en bajas concentraciones (73–71%), disminución en 6–8% (46–48%), recuperación parcial en 10–12% (71–72%).
- Surfactante de uso Doméstico Tipo Ariel y Persil: eficiencias superiores al 70% en casi todas las concentraciones, destacando Persil al 2% (86.53%) y Ariel al 6% (87.53%).
- Surfactante de uso Doméstico Tipo Blanca Nieves: desempeño irregular, con baja eficiencia al 2% (32.35%) pero aceptable al 6% (84.60%).

Integración con pruebas de fertilidad

Se incorporaron los resultados de germinación de frijol negro como indicador de recuperación agrícola. En todos los casos, la germinación superó el 90%, lo que confirma la viabilidad parcial de los suelos tratados para uso agrícola.

Síntesis normativa

Los resultados se contrastaron con la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos.

Se concluyó que, aunque los surfactantes de uso doméstico permiten una recuperación significativa, los suelos aún requieren tratamiento adicional para cumplir con la legislación vigente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 y 2 podemos observar los siguientes datos:

1.- Surfactante de uso doméstico tipo Ace (detergente en polvo)

- 2% y 4%: Alta eficiencia (73% y 71%).
- 6% y 8%: Baja eficiencia (48% y 46%).
- 10% y 12%: Eficiencia estable (71–72%). Se observa que concentraciones bajas (2–4%) son más efectivas que medias (6–8%), y que al subir a 10–12% se recupera la eficiencia.

2.- Surfactante de uso doméstico tipo Ariel (en polvo)

- Remoción máxima: 87.5% al 6%.
- Buen desempeño en todas las concentraciones (74–87%). Es el surfactante más eficiente y consistente.

3.- Surfactante de uso doméstico tipo Blanca Nieves (en polvo)

- Muy variable: desde 32% al 2% hasta 84% al 6%. Su eficiencia depende mucho de la concentración, con resultados poco estables.

4.- Surfactante de uso doméstico tipo Persil (en polvo)

- Muy eficiente al 2% (86.5%).
- Buen desempeño en 10–12% (74–81%). Similar al tipo Ariel, con alta eficiencia en bajas concentraciones.

Recuperación de fertilidad del suelo

En pruebas con compostaje y germinación de frijol negro, los suelos tratados mostraron >90% de germinación. Esto confirma que los surfactantes domésticos no dañan severamente la flora microbiana y permiten recuperar la capacidad agrícola.

Tabla 1.-Comparación de eficiencia de remoción de diésel por concentración de surfactante.

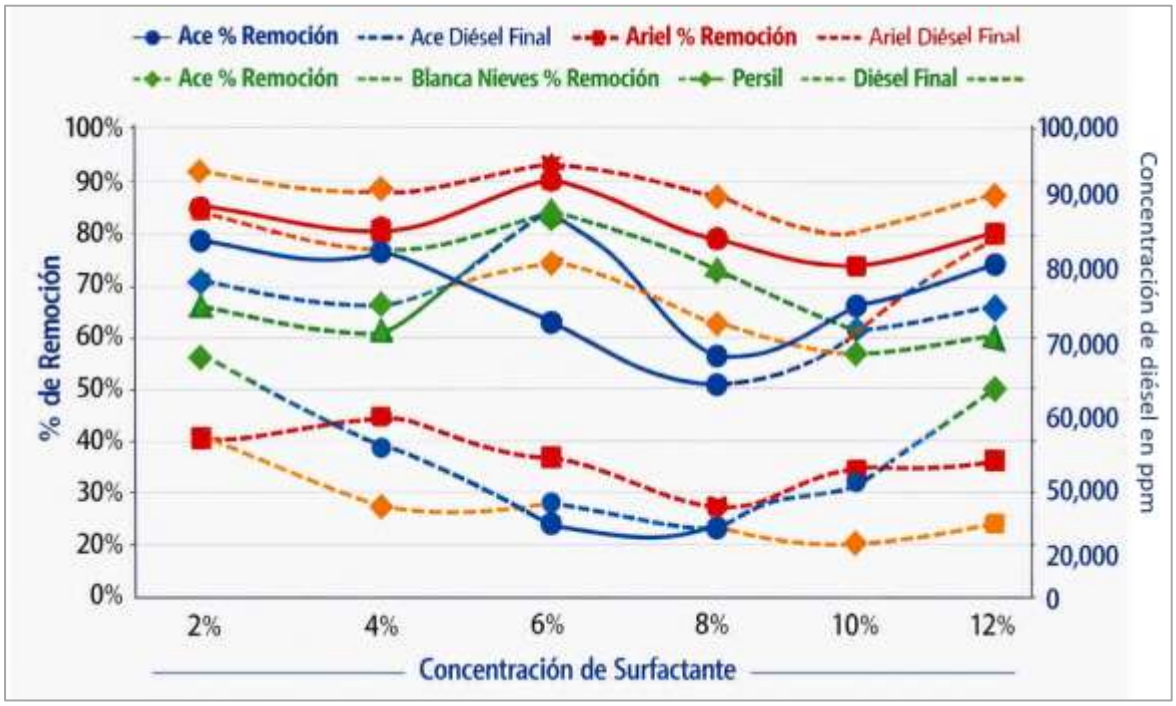
Surfactante de uso doméstico	Concentración al 2%	Concentración al 4%	Concentración al 6%	Concentración al 8%	Concentración al 10%	Concentración al 12%
Tipo Ace	73.71 % de remoción	71.74 % de remoción	48.46 % de remoción	46.62 % de remoción	71.41 % de remoción	72.16 % de remoción
Tipo Ariel	74.74 % de remoción	79.81 % de remoción	87.53 % de remoción	76.42 % de remoción	—	—
Tipo Blanca Nieves	32.35 % de remoción	44.05 % de remoción	84.60 % de remoción	58.13 % de remoción	—	—
Tipo Persil	86.53 % de remoción	69.14 % de remoción	59.16 % de remoción	54.68 % de remoción	73.90 % de remoción	81.60 % de remoción

Tabla 2.-Comparación de eficiencia de remoción de diésel conforme la concentración de surfactante y la concentración inicial del contaminante.

Surfactante de uso doméstico	Concentración de surfactante (%)	Diésel inicial (ppm)	Diésel final (ppm)	% Remoción
Tipo Ace	2	92 011.56	24 188.98	73.71
Tipo Ace	4	92 011.56	25 997.83	71.74
Tipo Ace	6	92 011.56	44 595.12	48.46
Tipo Ace	8	92 011.56	42 898.93	46.62
Tipo Ace	10	92 011.56	26 303.81	71.41
Tipo Ace	12	92 011.56	25 610.79	72.16
Tipo Ariel	2	14 679.70	3 706.47	74.74
Tipo Ariel	4	14 679.70	2 963.17	79.81
Tipo Ariel	6	14 679.70	1 829.85	87.53
Tipo Blanca Nieves	2	14 679.70	6 217.34	32.35
Tipo Blanca Nieves	4	14 679.70	8 212.33	44.05
Tipo Blanca Nieves	6	14 679.70	2 259.92	84.60
Tipo Persil	2	92 011.56	12 391.23	86.53
Tipo Persil	4	92 011.56	28 386.29	69.14
Tipo Persil	6	92 011.56	37 573.07	59.16
Tipo Persil	8	92 011.56	41 696.79	54.68
Tipo Persil	10	92 011.56	24 014.77	73.90
Tipo Persil	12	92 011.56	16 927.84	81.60

En la gráfica 1 podemos observar el comportamiento de los surfactantes de uso doméstico conforme la concentración de la mezcla y la concentración iniciarl del diésel.

Gráfica 1.- Comparación de eficiencia de remoción de diésel conforme la concentración de surfactante y la concentración inicial del contaminante.



En la tabla 3 podemos observar que el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel presenta mayor eficiencia con la menor concentración residual; que el tipo Persil tiene alta eficiencia en bajas concentraciones; buena estabilidad en todo el rango y que el tipo Ace tiene eficiencia a bajas concentraciones, pero pierde rendimiento entre 6 % – 8 %.

Tabla 3.-Evaluación técnica

Surfactante de uso doméstico	Concentración óptima	Diésel final (ppm)	% Remoción	Observaciones
Tipo Ariel	6 %	≈ 1 830 ppm	87.53 %	Mayor eficiencia con la menor concentración residual; comportamiento estable y reproducible.
Tipo Persil	2 % – 12 %	≈ 12 000 – 17 000 ppm	73.9 – 86.5 %	Alta eficiencia en bajas concentraciones; buena estabilidad en todo el rango.
Tipo Ace	2 % – 4 %	≈ 24 000 – 26 000 ppm	71 – 73 %	Eficiente a bajas concentraciones, pero pierde rendimiento entre 6 % – 8 %.
Tipo Blanca Nieves	6 %	≈ 2 260 ppm	84.6 %	Buen desempeño puntual, aunque con alta variabilidad entre réplicas.

CONCLUSIONES

Conforme el analisis realizado podemos decir que el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel y el tipo Persil son los más eficientes (>80%).

El Surfactante de uso doméstico tipo Ace muestra un comportamiento irregular: muy eficiente a bajas concentraciones, pero menos en medias. Que el Surfactante de uso doméstico tipo Blanca Nieves es inconsistente, aunque puede alcanzar valores altos en ciertas condiciones.

La recuperación de fertilidad del suelo es posible con compostaje, lo que refuerza la viabilidad ambiental de estas técnicas.

La gráfica 1 permite observar lo siguiente: el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel alcanza la mayor eficiencia (≈88%) con la menor concentración final de diésel (~1 800 ppm). Que el Surfactante de uso doméstico tipo Persil mantiene buena remoción (>80%) y baja concentración residual (~17 000 ppm). El Surfactante de uso doméstico tipo Ace muestra variabilidad, con remociones altas en 2–4% y 10–12%, pero menor desempeño en 6–8%. Y que el Surfactante de uso doméstico tipo Blanca Nieves mejora notablemente al 6%, aunque deja más diésel residual que el tipo Ariel o el tipo Persil

Así mismo se ve que el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel al 6 % es el surfactante más eficiente globalmente: logra la mayor remoción (≈ 88 %) y deja la menor concentración residual de diésel (≈ 1 800 ppm).

El Surfactante de uso doméstico tipo Persil mantiene una eficiencia alta y estable, lo que lo convierte en una opción confiable para aplicaciones continuas.

El Surfactante de uso doméstico tipo Ace y el tipo Blanca Nieves muestran comportamientos dependientes de la concentración, útiles para estudios comparativos pero menos consistentes.

En términos de balance costo-eficiencia y recuperación del suelo, el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel 6 % sería el mejor candidato para escalar la técnica de lavado de suelos contaminados con diésel.

Por lo que podemos ver los resultados obtenidos en los distintos estudios sobre la remoción de diésel mediante surfactantes domésticos permiten establecer una tendencia clara en cuanto a eficiencia y comportamiento químico del sistema suelo–surfactante. La concentración inicial promedio de diésel en las muestras fue de 92 011 ppm, y las concentraciones finales variaron según el tipo de surfactante y su porcentaje de uso.

El Surfactante de uso doméstico tipo Ariel al 6 % mostró la mayor eficiencia de remoción (87.53 %), reduciendo la concentración de diésel a aproximadamente 1 830 ppm, lo que representa una disminución significativa respecto al valor inicial. Este resultado sugiere una adecuada interacción entre las micelas del surfactante y las moléculas de hidrocarburo, favoreciendo la solubilización y extracción del contaminante sin alterar las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Por su parte, el Surfactante de uso doméstico tipo Persil presentó una eficiencia estable en todo el rango de concentraciones (73.9 – 86.5 %), con valores finales de diésel entre 12 000 y 17 000 ppm, lo que lo posiciona como una alternativa confiable para procesos de remediación continua.

El Surfactante de uso doméstico tipo Ace, aunque eficiente en bajas concentraciones (2 – 4 %), mostró una caída en su rendimiento entre 6 % y 8 %, posiblemente asociada a la saturación de micelas o a la formación de agregados que reducen la capacidad de emulsificación del diésel.

Finalmente, el Surfactante de uso doméstico tipo Blanca Nieves alcanzó una remoción del 84.6 % al 6 %, pero con alta variabilidad entre réplicas, lo que indica una menor reproducibilidad experimental.

En conjunto, los resultados confirman que los surfactantes domésticos pueden sustituir parcialmente a los industriales en la técnica de lavado de suelos contaminados con hidrocarburos, ofreciendo ventajas económicas y ambientales. La concentración óptima para lograr una remoción eficiente y estable se ubica entre 4 % y 6 %, siendo el Surfactante de uso doméstico tipo Ariel al 6 % el surfactante más recomendable para futuras aplicaciones y escalamiento a nivel piloto.

Agradecimientos

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

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

Ruíz Moreno, A. X. (2018). Surfactantes domésticos (líquidos) en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos (Tesis de Maestría). Tecnológico Nacional de México–Instituto Tecnológico de Villahermosa.

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

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.

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_rcm.v10i2.23672

Volke Sepúlveda, T., & Velasco, J. A. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. INE-SEMARNAT.