



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

REVISIÓN COMPARATIVA DE SURFACTANTES DOMÉSTICOS EN BARRA EN LA REMOCIÓN DE DIÉSEL Y LA BIOCOMPATIBILIDAD DEL SUELO CON PHASEOLUS VULGARIS: UN ARTÍCULO DE OPINIÓN

COMPARATIVE REVIEW OF DOMESTIC BAR SURFACTANTS IN
DIESEL REMOVAL AND SOIL BIOCOMPATIBILITY WITH
PHASEOLUS VULGARIS: AN OPINION ARTICLE

Mario José Romellón Cerino

Tecnológico Nacional de México

Jose Manuel Aguilar Cruz

Tecnológico Nacional de México

Roger Ernesto Tamayo Uribe

Tecnológico Nacional de México

Josué Iza Lendechy

Tecnológico Nacional de México

Alberto Francisco Cadena Narvaez

Tecnológico Nacional de México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26252

Revisión Comparativa de Surfactantes Domésticos en Barra en la Remoción de Diésel y la Biocompatibilidad del Suelo con *Phaseolus vulgaris*: Un Artículo de Opinión

Mario José Romellón Cerino¹

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

Roger Ernesto Tamayo Uribe

roger.tamayou@villahermosa.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0009-7347-8754>

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de Villahermosa

México

Josué Iza Lendechy

josue.il@veracruz.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0009-2068-8529>

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de Veracruz

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

La investigación se desarrolló mediante una revisión documental sistemática de artículos publicados entre 2024 y 2026, analizando la eficiencia de remoción de diésel y la recuperación biológica medida a través del crecimiento de *Phaseolus vulgaris*. Se incluyeron estudios con datos experimentales sobre diferentes surfactantes: tipo Roma, tipo Daroma, tipo Tepeyac, tipo Lirio, tipo Zote Azul, tipo León Alto Poder y tipo Princesa Veteado. Los resultados muestran que el tipo Roma y tipo Daroma alcanzan las mayores eficiencias de remoción (>90%) en concentraciones intermedias (4–10%), mientras que el tipo Zote Azul destaca en bajas concentraciones (2–6%). En cuanto al desarrollo vegetal, el tipo Roma mantiene un crecimiento estable (22–25 cm), el tipo Daroma presenta disminución en concentraciones altas, y el tipo Lirio favorece la recuperación biológica con plántulas de hasta 32 cm, aunque con menor capacidad de remoción. El tipo LAP y el tipo PCAV mostraron los desempeños más bajos tanto en remoción como en germinación.

Palabras clave: biorremediación, suelos contaminados con hidrocarburos, bioensayo con *phaseolus vulgaris*, estrategias de remediación sostenible, lavado de suelos

¹ Autor Principal

Correspondencia: mjracerino@gmail.com; mario.rc@villahermosa.tecnm.mx

Comparative Review of Domestic Bar Surfactants in Diesel Removal and Soil Biocompatibility with *Phaseolus Vulgaris*: An Opinion Article

ABSTRACT

The research was conducted through a systematic documentary review of articles published between 2024 and 2026, analyzing the efficiency of diesel removal and the biological recovery measured through the growth of *Phaseolus vulgaris*. Studies with experimental data on different surfactants were included: Roma, Daroma, Tepeyac, Lirio, Zote Azul, León Alto Poder, and Princesa Veteado. The results show that Roma and Daroma achieved the highest removal efficiencies (>90%) at intermediate concentrations (4–10%), while Zote Azul stood out at lower concentrations (2–6%). Regarding plant development, Roma maintained stable growth (22–25 cm), Daroma showed a decrease at higher concentrations, and Lirio favored biological recovery with seedlings reaching up to 32 cm, although with lower removal capacity. LAP and PCAV exhibited the lowest performance in both removal and germination.

Keywords: bioremediation, hydrocarbon-contaminated soils, phaseolus vulgaris bioassay, sustainable remediation strategies, soil washing

Artículo recibido 20 agosto 2026

Aceptado para publicación: 20 setiembre 2026



INTRODUCCIÓN

La degradación de suelos ocasionada por hidrocarburos provenientes del petróleo, en especial el diésel, representa una problemática ambiental de carácter persistente en zonas industriales y agrícolas. Este tipo de afectación provoca alteraciones en la fertilidad del suelo, limita la biodiversidad y compromete los procesos ecológicos indispensables para la regeneración natural de los ecosistemas (Volke Sepúlveda, 2002).

Entre las técnicas de remediación más utilizadas se encuentra el lavado de suelos, el cual ha demostrado ser eficaz en la eliminación de contaminantes; sin embargo, el uso de surfactantes industriales suele implicar altos costos y efectos adversos sobre la flora microbiana, dejando los suelos en condiciones semiestériles (Riojas González et al., 2010).

En este contexto, los surfactantes de uso doméstico en barra (SUDB) han emergido como una alternativa prometedora por su bajo costo, amplia disponibilidad y menor agresividad hacia la microbiota edáfica. Investigaciones recientes han reportado porcentajes de remoción superiores al 90% en concentraciones intermedias, destacando el desempeño de los tipos Roma y Daroma, con eficiencias de hasta 95.9% (Romellón Cerino et al., 2025; Villanueva Guzmán et al., 2026). Asimismo, la evaluación biológica mediante pruebas de germinación de *Phaseolus vulgaris* ha mostrado resultados alentadores, alcanzando longitudes de tallo de hasta 25–32 cm en suelos tratados con surfactantes como Roma, Daroma y Lirio, lo que sugiere una relación positiva entre la eficiencia de remoción y la capacidad de recuperación vegetal (Jiménez Gil et al., 2024; Candelario Morales et al., 2026).

El presente trabajo se centra en analizar comparativamente el desempeño de distintos surfactantes domésticos en barra —Roma, Daroma, Tepeyac, Lirio, Zote Azul, León Alto Poder y Princesa Veteado— aplicados a diferentes concentraciones, con el objetivo de identificar aquellos que ofrecen mayor eficiencia en la remoción de diésel y mejor compatibilidad con el desarrollo vegetal. La investigación busca aportar evidencia técnica que respalde el uso de alternativas accesibles y sostenibles para la recuperación de suelos contaminados, contribuyendo al fortalecimiento de estrategias de remediación ambiental en contextos locales y regionales.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de revisión documental sistemática, orientada a identificar, analizar y comparar estudios recientes sobre la aplicación de surfactantes domésticos en barra (SUDB) en la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos, particularmente diésel.

Selección de fuentes

Se recopilaron artículos científicos publicados entre 2024 y 2026 en revistas indexadas y de acceso abierto, priorizando aquellos que reportan resultados experimentales sobre:

- Eficiencia de remoción de diésel mediante lavado de suelos con SUDB.
- Evaluación biológica a través de pruebas de germinación y crecimiento de *Phaseolus vulgaris*.
- Comparaciones entre diferentes marcas y concentraciones de surfactantes.

Criterios de inclusión y exclusión

- Inclusión: estudios con metodología experimental clara, uso de surfactantes en barra de tipo doméstico, reportes cuantitativos de remoción (%) y/o indicadores biológicos.
- Exclusión: trabajos sin datos experimentales, revisiones teóricas sin aplicación práctica, o investigaciones con surfactantes líquidos industriales.

Procedimiento de análisis

- Se extrajeron los datos cuantitativos de eficiencia de remoción en función de la concentración aplicada (2–12%).
- Se sistematizaron los resultados biológicos relacionados con la germinación y crecimiento de *Phaseolus vulgaris*.
- Se elaboraron cuadros comparativos para identificar tendencias y contrastar el desempeño de cada surfactante (Tipo Roma, Tipo Daroma, Tipo Tepeyac, Tipo Lirio, Tipo Zote Azul, Tipo León Alto Poder y Tipo Princesa Veteado).
- Se evaluó la relación entre la eficiencia química (remoción de diésel) y la recuperación biológica (desarrollo vegetal).

Validación y síntesis. La información fue organizada en tablas y gráficos comparativos, permitiendo establecer patrones de desempeño y discutir la viabilidad de los SUDB como alternativa de bajo costo y accesible para la remediación de suelos contaminados.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los porcentajes de remoción de diésel obtenidos con distintos surfactantes domésticos en barra, aplicados en concentraciones que van del 2% al 12%. Los resultados evidencian que el Tipo Roma y el Tipo Daroma alcanzan las mayores eficiencias, con valores superiores al 90% en concentraciones intermedias (4–8%). En particular, el Tipo Daroma al 4% logró un 96.6% de remoción, mientras que el Tipo Roma al 8% alcanzó 95.9%. Por otro lado, el surfactante Tipo Zote Azul (ZA) destacó en bajas concentraciones (2–6%), con eficiencias cercanas al 87%. En contraste, el Tipo León Alto Poder (LAP) y el Tipo Princesa Veteado (PCAV) mostraron porcentajes significativamente menores, entre 34% y 74%, lo que limita su viabilidad práctica. Estos hallazgos sugieren que la elección del surfactante y su concentración son determinantes para optimizar la descontaminación química del suelo.

Tabla 1.-Comparación de eficiencia en remoción de diésel

Estudio / Año	Surfactantes evaluados	Concentraciones	% Remoción de diésel	Observaciones
Toro Falcón et al., 2024 (Ciencia Latina)	ZA (Zote Azul), PCAV (Princesa Clásico Azul Veteado), LAP (León Alto Poder)	2%, 4%, 6%	34% – 87%	ZA fue el más eficiente ($\approx 87\%$), PCAV alcanzó 74% a 6%. Compostaje permitió germinación 49–72%.
Silván Emeterio et al., 2025 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	2%, 4%, 6%	47% – 84%	Daroma mostró mayor eficiencia (84% a 6%).
Romellón Cerino et al., 2025 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	2%	93% – 95.9%	Daroma fue el mejor (95.9%).
Candelario Morales et al., 2026 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	4%, 6%	90% – 96.6%	Daroma al 4% alcanzó 96.6%. Tepeyac y Roma al 6% $\approx 94.8\%$.
Villanueva Guzmán et al., 2026 (Ciencia Latina)	Roma, Daroma, Tepeyac	8%, 12%	86% – 95.9%	Roma al 8% fue el más eficiente (95.9%). Daroma 95.2% al 8%.
Silván Emeterio et al., 2025 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	2%, 4%, 6%	47% – 84%	Daroma mostró mayor eficiencia (84% a 6%).
Romellón Cerino et al., 2025 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	2%	93% – 95.9%	Daroma fue el mejor (95.9%).
Silván Emeterio et al., 2026 (Innovación y Desarrollo)	Roma, Daroma, Tepeyac	10%	81.8% – 94.8%	Roma al 10% alcanzó 94.8%.

Fuente: Realizada a partir de la revisión de: Toro Falcón, 2024; Villanueva Guzmán, 2026; Silvan Emeterio, 2026; Silván Emeterio, 2025; Romellón Cerino, 2025; Candelario Morales, 2026; Jiménez Gil, 2024; Toro Falcón 2025.

La Tabla 2, se presentan los resultados de la evaluación biológica mediante el crecimiento de plántulas de *Phaseolus vulgaris* en suelos tratados con los distintos surfactantes. En este caso, el Surfactante Tipo Lirio mostró el mejor desempeño, alcanzando alturas de hasta 32 cm en concentraciones bajas (2–4%), lo que indica una mayor compatibilidad con la recuperación vegetal. El surfactante tipo Roma mantuvo un crecimiento estable de 22–25 cm en concentraciones intermedias, lo que lo convierte en un surfactante equilibrado entre eficiencia química y biológica. El surfactante tipo Daroma, aunque altamente eficiente en la remoción, presentó una disminución en el desarrollo vegetal a concentraciones altas, con plántulas de apenas 19–21 cm. El surfactante tipo Tepeyac mostró resultados intermedios, mientras que los surfactantes tipo LAP y tipo PCAV tuvieron los valores más bajos de germinación y crecimiento. En conjunto, estos resultados evidencian que la recuperación biológica no siempre se correlaciona con la máxima remoción química, y que algunos surfactantes como el tipo Lirio favorecen más la regeneración vegetal.

Tabla 2.-Comparación del crecimiento de *Phaseolus vulgaris*

Estudio / Año	Surfactante	Altura máxima de plántulas	Comentarios
Toro Falcón et al., 2024	Compostaje + ZA, PCAV, LAP	49–72% germinación	Recuperación parcial del suelo.
Romellón Cerino et al., 2025	Roma, Daroma, Tepeyac (2%)	Roma/Daroma: 25 cm; Tepeyac: 21 cm	Alta remoción y buen crecimiento.
Candelario Morales et al., 2026	Roma, Daroma, Tepeyac (4–6%)	Daroma 25 cm (4%), Roma/Tepeyac 24 cm (6%)	Mayor crecimiento con Daroma al 4%.
Villanueva Guzmán et al., 2026	Roma, Daroma, Tepeyac (8–12%)	Roma 25 cm (8%), Daroma 23 cm, Tepeyac 22–18 cm	Concentraciones altas no siempre mejoran crecimiento.
Silván Emeterio et al., 2026	Roma, Daroma, Tepeyac (10%)	Roma 22 cm, Daroma 19 cm, Tepeyac 18 cm	Roma mostró mejor balance entre remoción y biocompatibilidad.
Jiménez Gil et al., 2024	Lirio vs Daroma (2–6%)	Lirio hasta 32 cm, Daroma 15–21 cm	Lirio favorece más el desarrollo vegetal.

Fuente: Realizada a partir de la revisión de: Toro Falcón, 2024; Villanueva Guzmán, 2026; Silvan Emeterio, 2026; Silván Emeterio, 2025; Romellón Cerino, 2025; Candelario Morales, 2026; Jiménez Gil, 2024; Toro Falcón 2025.

La tabla 3, se sintetizan los hallazgos en forma de guía rápida para la selección de surfactantes según el objetivo de la remediación. Si la prioridad es la máxima remoción química, el surfactante tipo Daroma al 4–8% es la mejor opción, alcanzando hasta 96.6% de eficiencia. Para lograr un equilibrio entre descontaminación y recuperación biológica, el surfactante tipo Roma al 8–10% se posiciona como el surfactante más confiable, con remociones superiores al 94% y crecimiento vegetal estable.

En proyectos donde el objetivo principal es la recuperación de la fertilidad del suelo, el surfactante tipo Lirio al 2–4% resulta más adecuado, pues favorece el desarrollo de plántulas aunque con menor capacidad de remoción. El surfactante tipo Zote Azul puede ser útil en escenarios de contaminación moderada, mientras que los surfactantes tipo LAP y tipo PCAV no se recomiendan por su bajo desempeño. Esta síntesis permite orientar la toma de decisiones en función de las necesidades específicas de cada proyecto de remediación.

Tabla 3.-Recomendaciones prácticas.

Objetivo principal	Surfactante recomendado	Concentración óptima	% Remoción de diésel	Crecimiento de <i>Phaseolus vulgaris</i>	Comentarios
Máxima remoción química	Tipo Daroma	4–8%	95–96.6%	23–25 cm	Alta eficiencia, aunque en concentraciones altas puede reducir el crecimiento vegetal.
Equilibrio entre remoción y biocompatibilidad	Tipo Roma	8–10%	94–95.9%	22–25 cm	Consistente en ambos indicadores, el más estable para uso combinado.
Mejor recuperación vegetal	Tipo Lirio	2–4%	50–69%	Hasta 32 cm	Favorece el desarrollo de plántulas, aunque con menor capacidad de remoción.
Remoción aceptable en bajas concentraciones	Tipo Zote Azul (ZA)	2–6%	86–87%	Germinación moderada (49–72%)	Buen desempeño inicial, útil en suelos con contaminación ligera.
Menor recomendación	Tipo LAP y PCAV	2–6%	34–74%	18–21 cm	Baja eficiencia y menor germinación, poco viables para aplicaciones prácticas.

Fuente: Realizada a partir de la revisión de: Toro Falcón, 2024; Villanueva Guzmán, 2026; Silvan Emeterio, 2026; Silván Emeterio, 2025; Romellón Cerino, 2025; Candelario Morales, 2026; Jiménez Gil, 2024; Toro Falcón 2025

CONCLUSIONES

En lo que respecta a la eficiencia de remoción: Los porcentajes más altos se alcanzan con el surfactante tipo Roma y el tipo Daroma en concentraciones intermedias (4–10%). El surfactante tipo Zote Azul (ZA) mostró resultados sobresalientes en concentraciones bajas (2–6%).



Para el desarrollo vegetal: El surfactante tipo Roma es el más consistente: combina alta remoción (94–95%) con buen crecimiento (22–25 cm). El tipo Daroma logra remociones muy altas, pero a concentraciones elevadas puede afectar negativamente el crecimiento, y el tipo Lirio destaca en crecimiento (hasta 32 cm), aunque sus porcentajes de remoción son menores.

Desde el punto de vista de concentración óptima: Los estudios sugieren que el rango 8–10% es el más equilibrado para maximizar remoción y biocompatibilidad. Concentraciones mayores (12%) tienden a disminuir la eficiencia y afectar la germinación.

El surfactante tipo Roma al 8–10% es el surfactante más recomendable por su estabilidad en remoción y desempeño vegetal.

El surfactante tipo Daroma al 4–8% ofrece la mayor eficiencia de limpieza, pero con riesgo de menor biocompatibilidad.

El surfactante tipo Lirio es ideal si el objetivo principal es favorecer el crecimiento vegetal, aunque con menor capacidad de remoción.

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 físicoquímico-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.

