



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

**DESEMPEÑO DE *PHASEOLUS VULGARIS* EN
SUELOS TRATADOS CON SURFACTANTES
DOMÉSTICOS EN BARRA A CONCENTRACIONES
DEL 8% Y 12%**

**GROWTH PERFORMANCE OF PHASEOLUS VULGARIS IN SOILS
AMENDED WITH DOMESTIC BAR SURFACTANTS AT 8% AND 12%
CONCENTRATIONS**

Jorge Cein Villanueva Guzmán
Tecnológico Nacional de México

Antonio Priego Clemente
Tecnológico Nacional de México

Victor Manuel Arias Peregrino
Tecnológico Nacional de México

Mario José Romellón Cerino
Tecnológico Nacional de México

Julio Cesar Romellón Cerino
Tecnológico Nacional de México

Desempeño de *Phaseolus vulgaris* en suelos tratados con surfactantes domésticos en barra a concentraciones del 8% y 12%

Jorge Cein Villanueva Guzmán¹

jorge.vg@villahermosa.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0003-1307-0801>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Antonio Priego Clemente

antonio.pc@villahermosa.tecnm.mx
<https://orcid.org/0009-0002-7159-9498>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Victor Manuel Arias Peregrino

victor.ap@villahermosa.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-5925-4097>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Mario José Romellón Cerino

mario.rc@villahermosa.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8579-1280>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

Julio Cesar Romellón Cerino

julio.rc@villahermosa.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2388-3128>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
México

RESUMEN

El tratamiento fisicoquímico de lavado de suelos (Riojas González, 2010) constituye una de las técnicas más utilizadas para la recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, entre ellos el diésel. Se trata de un procedimiento eficaz que, sin embargo, presenta múltiples áreas de oportunidad para optimizar su aplicación y ampliar su alcance en distintos contextos ambientales. En este estudio se emplearon tres tipos de tensoactivos domésticos en barra, los cuales mostraron porcentajes de remoción alentadores y que abren la posibilidad de continuar con investigaciones más detalladas sobre su desempeño y aplicabilidad. La técnica de lavado utilizada se basó en metodologías previamente reportadas por otros investigadores especializados en el campo de la remediación de suelos. Los resultados obtenidos reflejaron eficiencias de remoción de diésel que oscilaron entre el 86% y el 95%. Entre los surfactantes evaluados, el de uso doméstico en barra tipo Roma presentó la mayor eficiencia de remoción del contaminante, alcanzando porcentajes significativos en soluciones al 8% y al 12%. Por su parte, el surfactante doméstico en barra tipo Daroma (SUDB) mostró eficiencias de remoción de 95.2% y 93.7% en concentraciones del 8% y 12%, respectivamente, lo que evidencia su potencial como agente de limpieza en procesos de biorremediación. En cuanto a la evaluación biológica, se consideró el desarrollo del tallo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) como indicador de germinación y crecimiento en suelos tratados. El resultado más destacado fue una altura máxima de 25 cm en el suelo tratado con el surfactante tipo Roma al 8%, lo que sugiere una relación positiva entre la eficiencia de remoción del contaminante y la capacidad de las plantas para desarrollarse en condiciones menos adversas.

Palabras clave: contaminantes orgánicos, detergentes, remediación fisicoquímica, tensoactivos

¹ Autor principal

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

Growth Performance of *Phaseolus vulgaris* in Soils Amended with Domestic Bar Surfactants at 8% and 12% Concentrations

ABSTRACT

Physicochemical soil washing treatment is one of the most widely applied techniques for the recovery of soils contaminated with hydrocarbons, including diesel. It is an effective procedure that nonetheless presents multiple opportunities for optimization and improvement, allowing its application to be broadened in diverse environmental contexts. In this study, three types of domestic bar surfactants were employed, all of which demonstrated encouraging removal percentages that pave the way for further, more detailed research into their performance and applicability. The washing technique applied was based on methodologies previously reported by other researchers specializing in soil remediation. The results obtained showed diesel removal efficiencies ranging from 86% to 95%. Among the surfactants evaluated, the domestic bar type Roma exhibited the highest contaminant removal efficiency, achieving significant percentages at 8% and 12% solution concentrations. Meanwhile, the domestic bar surfactant type Daroma (SUDB) achieved removal efficiencies of 95.2% and 93.7% at concentrations of 8% and 12%, respectively, highlighting its potential as a cleaning agent in bioremediation processes. Regarding the biological evaluation, the growth of black bean (*Phaseolus vulgaris*) stems was considered as an indicator of germination and development in treated soils. The most notable result was a maximum stem height of 25 cm in soil treated with the Roma-type surfactant at 8%, suggesting a positive relationship between contaminant removal efficiency and the ability of plants to grow under less adverse conditions

Keywords: Organic contaminants, Detergents, Physicochemical remediation, Surfactants

*Artículo recibido 28 febrero 2026
Aceptado para publicación: 28 marzo 2026*



INTRODUCCIÓN

La industria petrolera, tanto en nuestro país como a nivel mundial, constituye una de las principales fuentes de contaminación de suelos y cuerpos de agua. Los impactos ambientales derivados de esta actividad son múltiples y de gran alcance, entre ellos la pérdida de biodiversidad, que afecta tanto a la flora como a la fauna, así como la alteración de los procesos ecológicos esenciales para la recuperación natural de los ecosistemas.

En respuesta a esta problemática, las políticas ambientales nacionales e internacionales han establecido lineamientos claros que obligan a las empresas responsables a implementar estrategias de remediación. Entre las diversas tecnologías disponibles, el lavado de suelos se ha consolidado como una alternativa eficaz para la eliminación de hidrocarburos y otros contaminantes.

El uso de surfactantes de origen doméstico representa una opción prometedora, aunque requiere ser evaluada en diferentes concentraciones para determinar su efectividad y posibles limitaciones.

La importancia de estas alternativas radica en que permiten abaratar los costos de remediación y reducir los efectos negativos asociados a tecnologías agresivas, las cuales suelen provocar la pérdida de la flora microbiana y dificultar la recuperación de las propiedades físico-químicas del suelo.

En este proyecto se plantea que la técnica de lavado de suelos, se usen Surfactantes de Uso Doméstico en Barra (SUDB) que consiste en la aplicación de una disolución de lavado compuesta por agua y agentes surfactantes, acompañada de un proceso mecánico de separación de partículas finas que es la agitación (Mata Guadarrama, 2023; Romellón Cerino, J. C., 2023; Romellón Cerino, M. J. 2020). Los contaminantes son eliminados al ser disueltos o suspendidos en la disolución, cuyo comportamiento se controla mediante la manipulación química del pH. Cabe señalar que el lavado de suelos se considera una tecnología de transferencia de contaminación, ya que el agua utilizada en el proceso debe ser tratada posteriormente para que el diesel y el exceso de surfactante sean eliminados de ella.

Con el propósito de verificar que el suelo conserva fertilidad después del proceso de lavado con surfactantes de uso doméstico en barra (SUDB), resulta indispensable evaluar su fertilidad y la integridad de la flora microbiana. Una de las estrategias más utilizadas para este tipo de comprobaciones consiste en realizar pruebas de desarrollo vegetal mediante la germinación y crecimiento de plántulas o pasto en los suelos tratados.



Para este experimento, se seleccionó el *Phaseolus vulgaris* (frijol negro) como especie modelo, debido a que su comportamiento ha sido ampliamente documentado en investigaciones previas relacionadas con suelos sometidos a tratamientos con distintos surfactantes o agentes tensoactivos. La elección de esta leguminosa responde a su sensibilidad frente a cambios en las propiedades físico-químicas del suelo, lo que la convierte en un bioindicador confiable para evaluar tanto la viabilidad microbiana como la capacidad de recuperación de la fertilidad del sustrato.

De esta manera, el desarrollo de las plántulas de frijol negro permite establecer parámetros comparativos que reflejan el impacto real de los SUDB sobre el suelo, asegurando que la técnica de lavado aplicada no comprometa de forma agresiva las condiciones necesarias para la regeneración natural del ecosistema.

METODOLOGÍA

El tratamiento del suelo contaminado con Diésel se diseñó de la siguiente manera: emplear la técnica fisicoquímica de lavado de suelos (Volke Sepúlveda, 2002) para remover la mayor cantidad del hidrocarburo (Diésel), térmica para el secado del suelo después del lavado, biológica con la composta para mejorar la flora microbiana del suelo.

El lavado de suelos con surfactantes de uso doméstico en barra (SUDB) se realizó con 3 tipos de SUDB: tipo Roma (TR), tipo Daroma (TDA) y tipo Tepeyac (TT). El lavado con los SUDB se realizó a concentraciones del 8% y 12%.

El proceso de lavado de suelos usando SUDB se realizó conforme lo reportado por diversos autores (Arteachi, et al 2024; Jiménez, et al 2024; Romellón, et al 2024; Romellón, et al 2023) con modificaciones debido a ser SUDB en barra.

Debido a que son 3 SUDB y 2 concentraciones a las que se lavó el suelo contaminado, se extrajeron 6 muestras del suelo contaminado con diésel que se está remediando. Siguiendo el procedimiento usado por Arteachi, en 2024 cada muestra de suelo peso 2.5 kg guardándola en bolsas de polietileno, para su adecuada conservación y manipulación.

La concentración de diésel en el suelo contaminado se determinó usando la técnica de determinación de grasas y aceites con equipo Soxhlet.

Las soluciones de SUDB se prepararon de la siguiente manera: el SUDB se rayó previamente para poder

diluirlo rápidamente en el agua, una vez pesado el SUDB este se agregó en una charola de plástico o palangana y se le añadió la cantidad de agua requerida en este caso 2 L (Fotografía 1).

Fotografía 1.-Preparación de las soluciones de SUDB



Fuente: Candelario Morales, 2025; Romellón Cerino, M. J. 2025

Las muestras de suelo se lavaron conforme lo reportado por Arteachi, 2024; y Del Angel Maya, 2024. Usando 2 litros de la solución de SUDB para el lavado, y enjuagando 2 veces con 1 litro de agua limpia en cada ocasión (Fotografía 2).

Fotografía 2.-Lavado de suelo



Una vez enjuagado el suelo, se procedió a secar en horno a una temperatura de 150°C, una vez seca las muestras se dejaron enfriar para prepararlas y realizar el cribado del suelo.

El cribado de cada una de las muestras de suelo tratados, ya lavados y secos se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Civil con tamices No. 20, 30 y 40 estos fueron colocados de forma descendente, para así obtener el polvo fino en el último recipiente de la cribadora (Fotografía 3).

Fotografía 3.-Cribado del suelo



El método Soxhlet se usó para determinar la cantidad de diésel en la muestra y poder obtener la concentración de este en el suelo lavado después del tratamiento. El solvente orgánico empleado fue el Diclorometano (CH_2Cl_2) (Romellón Cerino, J.C., 2024; Toro Falcon, M. A. 2025).

El método se puede resumir de la siguiente manera: Consiste en la extracción de grasas e hidrocarburos presentes en la muestra de suelo previamente lavada. Para ello, se utilizan 10 gramos del polvo más fino de la muestra, que se somete a un proceso de circulación con un solvente orgánico volátil —en este caso, diclorometano (CH_2Cl_2)— durante 20 ciclos mínimos a lo largo de un periodo de 8 horas.

Posteriormente, los matraces fueron procesados para determinar la cantidad de diésel extraído en cada muestra. Con estos resultados se realizó el cálculo correspondiente de la concentración de diésel presente en el suelo analizado (Fotografía 4).

Fotografía 4.-Procesamiento de la muestra en equipo Soxhlet y Rotovapor.



Fuente: Toro Falcon, 2025

El proceso de acondicionamiento de la composta fue realizado conforme lo reportado por Toro Falcón, M. A. 2025; Romellón Cerino, J. C. 2024. Para la preparación se utilizó tierra negra enriquecida con abono de cáscara de cacao, además de restos orgánicos como lechuga, repollo, cilantro, rábano y mango.

También se incorporó hojarasca y estiércol de ganado. Todos estos materiales fueron colocados en un contenedor por capas, repitiendo el proceso aproximadamente tres veces y finalizando con una capa de tierra negra. La mezcla se dejó reposar durante cuatro semanas y, posteriormente, se revolvió cada dos semanas para favorecer su descomposición homogénea. (Fotografía 5).

Fotografía 5.- Proceso de acondicionamiento de la composta



Fuente: Toro Falcon, 2025

Una vez lista la composta, se procedió a realizar la prueba de germinación. Para ello se utilizaron las muestras previamente lavadas y tamizadas, las mismas que se emplearon en la extracción de grasas mediante el equipo Soxhlet. Se preparó una mezcla en proporción 1:1; es decir, por cada kilogramo de muestra tamizada se incorporó un kilogramo de composta. Este procedimiento se aplicó a cada concentración de muestra lavada, incluyendo la muestra contaminada previamente tamizada.

Para evaluar la germinación, se sembraron 100 semillas de frijol en cada mezcla, con el fin de observar su desarrollo. El crecimiento de las plántulas se midió semanalmente durante un periodo de 30 días, registrando la longitud del tallo como indicador principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento fisicoquímico de lavado de suelos con SUDB, se realizó de forma manual y por ello se tienen pérdidas de suelo al realizar el enjuague con agua limpia, ya que se tiene que colar con una tela especial o con un tamiz metálico. En la Tabla 1, podemos ver la cantidad de suelo perdido después del lavado con respecto a la muestra original del suelo contaminado.

Tabla 1. Suelo perdido después del Lavado de Suelos con SUDB

SUDB	Concentración	Peso del suelo (kg)	Peso del suelo después del lavado (kg)	Perdida del suelo después del lavado	% de suelo perdido
Jabón tipo Roma	8%	2.500	1.215	1.285	51.4
	12%	2.500	1.190	1.310	52.4
Jabón tipo Daroma	8%	2.500	1.310	1.190	47.6
	12%	2.500	1.160	1.340	53.6
Jabón tipo Tepeyac	8%	2.500	0.675	1.825	73
	12%	2.500	1.150	1.350	54

Podemos observar en la Tabla 1 que el % de suelo perdido en el lavado es mayor al 50%, sin embargo el resto de suelo está mezclado con el lixiviado del proceso.

En la Tabla 2, podemos observar que el porcentaje de remoción de diesel fue superior al 90% con los 3 tipos de SUDB, aunque se puede ver que el SUDB tipo Tepeyac al 12% su porcentaje de remoción fue inferior al 90%.

Tabla 2.- Cálculo de la concentración de diesel removido

Porcentaje de SUDB	Nº de Matraz	Peso con GYA en gr.	Peso Matraz y Perlas en gr.	Peso real Grasa y Aceite en gr.	% de Grasa y Aceite	Concentración de G.A ppm (Diesel)	% Diesel removido
TESTIGO	MATRAZ ESPECIAL	108.5395	106.7905	1.749	17.4898251	174,898.25	0
SUDB TIPO ROMA							
R8%	M6	108.8092	108.7378	0.0714	0.71399286	7,139.93	95.9
R12%	M2"O"	108.6010	108.5162	0.0848	0.84799152	8,479.92	95.2
SUDB TIPO DAROMA							
D8%	1F	119.3010	119.2178	0.0832	0.8320	8,319.83	95.2
D12%	M3"O"	102.2396	102.1300	0.1096	1.0960	10,959.78	93.7
SUDB TIPO TEPEYAC							
T8%	M6	108.8304	108.7378	0.0926	0.92598148	9,259.81	94.7
T12%	M5	104.5719	104.3396	0.2323	2.32295354	23,229.54	86.7

En las Tabla 3 y 4 podemos observar el desarrollo del tallo de frijol negro en el suelo lavado con SUDB tipo Roma al 8% y al 12% en ambos casos la plántula creció 25 cm en los 30 días de monitoreo.

En las Tablas 5 y 6 se presenta el desarrollo del tallo de frijol negro cultivado en suelo lavado con SUDB tipo Daroma, aplicado al 8% y al 12%. En ambos tratamientos, la plántula alcanzó una altura de 23 cm durante los 30 días de monitoreo.

En las Tablas 7 y 8 se muestra el desarrollo del tallo de frijol negro en el suelo lavado con SUDB tipo Daroma, aplicado al 8% y al 12%. Las plántulas alcanzaron alturas de 22 cm y 18 cm en los 30 días de monitoreo, respectivamente.

Tabla 3.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo Roma 8%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	6	15	12	22	19	29	23
2	1	9	7	16	13	23	20	30	25
3	1	10	7	17	14	24	21		
4	2	11	8	18	15	25	22		
5	3	12	9	19	16	26	22		
6	4	13	10	20	17	27			
7	5	14	11	21	18	28			

Tabla 4.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo Roma 12%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	7	15	14	22	20	29	25
2	1	9	8	16	15	23	21	30	25
3	1	10	9	17	16	24	22		
4	3	11	10	18	17	25	23		
5	4	12	11	19	18	26	24		
6	5	13	12	20	19	27	25		
7	6	14	13	21	20	28	25		

Tabla 5.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo Daroma 8%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	5	15	12	22	19	29	23
2	0	9	6	16	13	23	20	30	23
3	1	10	7	17	14	24	20		
4	1	11	8	18	15	25	21		
5	2	12	9	19	16	26	22		
6	3	13	10	20	17	27	22		
7	4	14	11	21	18	28	23		

Tabla 6.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo Daroma 12%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	3	15	10	22	17	29	23
2	0	9	4	16	11	23	18	30	23
3	0	10	5	17	12	24	18		
4	0	11	6	18	13	25	19		
5	1	12	7	19	14	26	20		
6	2	13	8	20	15	27	21		
7	2	14	9	21	16	28	22		

Tabla 7.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo tepeyac 8%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	2	15	9	22	16	29	22
2	0	9	3	16	10	23	17	30	22
3	0	10	4	17	11	24	18		
4	1	11	5	18	12	25	19		
5	1	12	6	19	13	26	20		
6	1	13	7	20	14	27	20		
7	2	14	8	21	15	28	21		

Tabla 8.- Crecimiento del tallo de plantas de frijol negro en SUDB tipo tepeyac 12%

Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm	Día	cm
1	0	8	3	15	7	22	12	29	18
2	0	9	3	16	8	23	13	30	18
3	0	10	4	17	9	24	14		
4	1	11	4	18	10	25	15		
5	1	12	4	19	11	26	16		
6	1	13	5	20	12	27	17		
7	2	14	6	21	12	28	18		

CONCLUSIONES

El suelo contaminado con diésel presentó una concentración inicial de 174,898.25 ppm, lo que refleja un nivel considerable de afectación ambiental. Para evaluar la capacidad de remoción del contaminante, se emplearon tres surfactantes de uso doméstico en barra (SUDB): Roma, Daroma y Tepeyac, aplicados en concentraciones del 8% y del 12%.

En el caso del SUDB tipo Roma, se observó el mayor desempeño. A una concentración del 8%, alcanzó un porcentaje de remoción de 95.9%, mientras que al 12% la eficiencia fue ligeramente menor, con

95.2%. Estos resultados sugieren que, para este surfactante, la concentración más baja resultó más efectiva, posiblemente debido a una mejor interacción entre el agente tensioactivo y las partículas de diésel presentes en el suelo.

El SUDB tipo Daroma mostró un comportamiento similar, aunque con valores ligeramente inferiores. A una concentración del 8%, logró una remoción del 95.2%, mientras que al 12% la eficiencia descendió a 93.7%. Este patrón indica que, al aumentar la concentración, la capacidad de remoción no necesariamente mejora, lo que podría estar relacionado con fenómenos de saturación o con la formación de micelas que limitan la disponibilidad del surfactante para interactuar con el contaminante.

Por su parte, el SUDB tipo Tepeyac presentó resultados más variables. A una concentración del 8%, alcanzó un porcentaje de remoción de 94.7%, mientras que al 12% la eficiencia fue del 86.7%.

Se puede observar que en los tres tipos de SUDB el porcentaje que mayor remoción tuvo fue el del 8%. Sin embargo se debe recordar que este experimento se realizó en proporción húmeda los cálculos de remoción debido a problemas durante el desarrollo del proyecto.

En cuanto a los resultados del desarrollo del tallo de frijol negro durante los días de monitoreo podemos comentar que el suelo lavado con el SUDB tipo Roma fue el que tuvo mayor altura con 25 cm en los 30 días de estudio.

Lo cual pudiera deberse a que el surfactante que usa el SUDB tipo Roma es de origen vegetal y los otros 2 usan o petroquímicos o la combinación de petroquímico más vegetal.

Comparando nuestros datos con los de Silván Emeterio, Clemente and *et al*, 2025, podemos observar lo siguiente:

Surfactante TD (Serie 1):

- Mostró un desempeño creciente con la concentración, alcanzando 68% al 2%, 78.67% al 4% y 84% al 6%.
- Se destacó por su consistencia y confiabilidad en los datos, aunque con valores moderados en comparación con otros surfactantes.

Surfactante Roma (Serie 2):

- Presentó los porcentajes más altos de remoción, con 95.9% al 8% y 95.2% al 12%.
- La concentración más baja resultó más efectiva, lo que sugiere una mejor interacción del

surfactante con el contaminante.

Surfactante Daroma (Serie 2):

- Alcanzó 95.2% al 8% y 93.7% al 12%.
- Mostró un patrón similar al Roma, con mayor eficiencia en la concentración más baja.

Surfactante Tepeyac (Serie 2):

- Obtuvo 94.7% al 8% y 86.7% al 12%.
- Fue el más variable, con una caída notable en la eficiencia al aumentar la concentración.

Surfactantes TL y TR (Serie 1):

- Registraron porcentajes menores, entre 50% y 69% en distintas concentraciones.
- Aunque útiles, su desempeño fue inferior al TD y a los surfactantes de la segunda serie.

La comparación evidencia que los surfactantes de uso doméstico en barra tienen un potencial significativo para la remoción de diésel en suelos contaminados, pero su eficiencia depende tanto del tipo de surfactante como de la concentración aplicada. Mientras que el TD se distingue por su consistencia y confiabilidad en los datos experimentales, los surfactantes Roma y Daroma alcanzan porcentajes de remoción superiores (más del 95%), especialmente a concentraciones del 8%. El Tepeyac, aunque inicialmente eficiente, mostró mayor variabilidad al incrementar la concentración.

En conjunto, los resultados sugieren que el Roma al 8% ofrece la mejor combinación de alta eficiencia y compatibilidad biológica, mientras que el TD representa la opción más estable en términos de reproducibilidad experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteachi 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

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, Flor Elena; Zapata Noriega, José Antonio; Lazo Priego, Gabriela; López Chan, Jorge; Romellón Cerino, Mario José (2024) Recuperación de un suelo contaminado con diésel, usando 2 surfactantes sólidos de uso doméstico. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*. Vol. 16, Número 2. Abril-Junio. ISSN: 2007-4786
- Dr. Mario José Romellón Cerino, Dr. Julio César Romellón Cerino, Dr. Víctor Manuel Arias Peregrino, Dr. Jorge Cein Villanueva Guzmán, Dr. Félix Díaz Villanueva. (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* , 2120–2140. Retrieved from <https://jicrcr.com/index.php/jicrcr/article/view/1364>
- Falcón, M. A. T., Cerino, M. J. R., González, M. B. V., Bernal, K. Z., & Cerino, J. C. R. (2024). Tratamiento fisicoquímico-biológico con tensoactivos y composta para remediar suelos contaminados con hidrocarburos. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(6), 10660-10682.
- Jiménez Gil, Antonio; Vázquez González, María Berzabe; Toro Falcón, María Antonieta; Reyes Osorio, José; Romellón Cerino, Mario José. (2024) Physicochemical treatment of diesel-contaminated soil using a washing technique with solid bar surfactants. Libro on-line *Mentes diversas y soluciones integrales*. Artículos del congreso internacional de investigación academia Journals CDMX 2024. ACADEMIA JOURNALS. Ciudad de México. Cd de México. ELIBRO ONLINE CON ISSN 1946-5351 Vol. 16, No. 07.
- Mata Guadarrama, M. A. (2023). Remedición 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.).
- 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>



- Romellón Cerino, Julio Cesar; Vázquez González, María Berzabe; Toro Falcón, María Antonieta; Martínez Vichel, Guadalupe; Romellón Cerino, Mario José. (2024). Comparación de surfactantes sólidos doméstico en el lavado de suelos contaminados por diésel. Innovación y desarrollo tecnológico Revista Digital. Volumen 16 Número 2. Abril-Junio. ISSN: 2007-4786.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6599929>
- Romellón Cerino, Mario José; Pérez Castillo, Adriana; Díaz Villanueva, Félix; Sánchez Marín, Loyda; Gómez Cordoba, Eduardo (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. Vol. 16, Número 1. Enero-Marzo. ISSN: 2007-4786
- Romellón Cerino, Mario José, Candelario Morales, Dalia Alejandra; Aguilar Cruz, José Manuel; Ochoa Hernández, Sixto; Rodriguez Ramirez, Pedro. (2025). Desempeño de 3 tensoactivos en barra al 2% en el lavado de suelos contaminados con diésel. Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital. Vol. 17, Número 4. Octubre-Diciembre. ISSN: 2007-4786
- Silván Emeterio, Clemente; Del Ángel Maya, Flor Elena; Díaz Villanueva, Félix; Tamayo Uribe, Roger Ernesto; Romellón Cerino, Mario José. (2025) Valoración de 3 surfactantes en barra de uso doméstico para recuperar suelos contaminados con hidrocarburos. Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital. Vol. 17, No. 3. ISSN: 2007-4786. Páginas 1262-1269. México
- 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*. Volumen 17 – Número 1, Enero-Marzo 2025 (pp. 229-233)
ISSN:2007-4786

Toro Falcón, M. A., Romellón Cerino, M. J., Vázquez González, M. B., Bernal, K. Z., & Romellón Cerino, J. C. (2025). Tratamiento fisicoquímico-biológico con tensoactivos y composta para remediar suelos contaminados con hidrocarburos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 10660-10682. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15789 ISSN-e 2707-2215, ISSN 2707-2207

Volke Sepúlveda, Tania y Antonio Velasco, Juan (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. INE-SEMARNAT. México. ISBN: 968-817-557-9

