

Muestra de Poster

Asignatura: Química III

Revisión de Metabolismos asociado a procesos de
Biorremediación de contaminantes en aguas y suelos

Docente: Laura Osorno Bedoya

Semestre 2025-1

XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

Revisión sistémica de la biodegradación del plástico

Análisis de cuatro métodos probados: Uso de bacterias degradadoras de plásticos - Biorremediación mediante hongos marinos y de agua dulce - Fitorremediación con plantas acuáticas asociadas a microbiota plástica - Uso de larvas de insectos para degradación de plásticos

Método	Organismo / Técnica	Tipo de plástico	Medio	Fuente	Enlaces
1. Bacterias	<i>Idronella sakazakii</i>	PET	Acuoso	Yoshida et al., 2016	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092464601630022
2. Hongos	<i>Aspergillus tubingensis</i>	PU, y otros	Acuoso	Khan et al., 2017	https://doi.org/10.1016/j.mbs.2017.09.004
3. Fitorremediación	<i>Dichthemia crassipes</i> + microbiota	Microplásticos	Acuoso	Auto et al., 2017	https://doi.org/10.1016/j.mbs.2017.09.004
4. Gusano	<i>Tenebrio molitor</i>	Poliestireno	Semiacuoso / reactores	Yang et al., 2015	https://doi.org/10.1016/j.resenv.2015.06.001

Resumen de metodologías de biorremediación del plástico en medio acuoso

La biorremediación del plástico ha ganado gran atención en la investigación científica por su potencial sostenible. Cuatro métodos probados destacan por su viabilidad: el uso de bacterias, hongos, plantas acuáticas con microbiota asociada y larvas de insectos. Cada uno sigue una metodología distinta, pero existen elementos comunes y oportunidades de integración.

Bacterias degradadoras de PET (*Idronella sakazakii*): La metodología se basa en el aislamiento de bacterias de ambientes contaminados con plásticos, seguido de cultivos en medios líquidos que contienen PET como única fuente de carbono. Las bacterias secretan enzimas (PETasa y MHETasa) que descomponen el plástico en monómeros reutilizables. Se utilizan biorreactores en condiciones controladas de temperatura y pH. La biodegradación se analiza mediante espectroscopía y cromatografía.

Hongos como *Aspergillus tubingensis*: El hongo se cultiva en medios sólidos o líquidos con partículas de plástico como sustrato. Se evalúa su capacidad de adherirse al polímero y secretar enzimas ligninolíticas o peroxidasas. En medios acuosos, se utilizan soportes flotantes o estructuras bioportantes. La degradación se analiza observando cambios morfológicos del plástico, pérdida de masa y productos metabólicos.

Fitorremediación con *Dichthemia crassipes* (jacinto de agua): Esta metodología no se centra en la degradación directa del plástico, sino en la creación de microambientes en las raíces de la planta. Estas zonas rizomáticas alojan microbiota capaz de degradar microplásticos atrapados entre las raíces. Se utilizan sistemas flotantes en cuerpos de agua contaminados. Se analiza la acumulación de plásticos en raíces y la diversidad microbiana mediante técnicas de metagenómica.

Larvas de *Tenebrio molitor*: Se alimentan exclusivamente con poliestireno en condiciones controladas. La metodología incluye el análisis del contenido intestinal y la identificación de bacterias simbióticas. Se estudian los residuos generados y su composición para verificar la biodegradación. Aunque no es acuítico, puede integrarse en procesos complementarios fuera del cuerpo de agua.

Coincidencias metodológicas: Tres métodos (bacterias, hongos y larvas) dependen de microorganismos degradadores, cultivados o estimulados con plástico como única fuente de carbono. Todos requieren condiciones controladas (temperatura, humedad/pH). Además, emplean técnicas analíticas similares como cromatografía y espectroscopía para evaluar degradación.

Potencial simbiótico: El uso conjunto de plantas acuáticas con bacterias degradadoras puede potenciar la remoción de microplásticos y acelerar su degradación. Los hongos y bacterias pueden coexistir en biofilms mixtos, aumentando la eficiencia. Las plantas pueden utilizarse como tratamiento final para plásticos recolectados en sistemas flotantes de biorremediación.

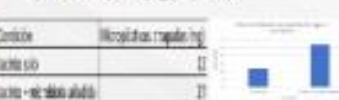
Resultados hallados en laboratorio Bacterias (*Idronella sakazakii*) - Degradación de PET Métrica evaluada: % de pérdida de masa del PET en 30 días



Hongos (*Aspergillus tubingensis*) - Degradación de PU Métrica evaluada: Pérdida de masa del plástico en mg



Fitorremediación (jacinto de agua + microbiota) Métrica evaluada: Cantidad de microplásticos atrapados (mg por planta)



Gusano de harina (*Tenebrio molitor*) Métrica evaluada: Reducción de masa del poliestireno por grupo de 100 larvas



Conclusiones:

- Degradación por bacterias: Es una opción muy efectiva para ambientes con alta presencia de PET. Requiere control de temperatura y condiciones específicas, pero es escalable.
- Degradación por hongos: Funciona bien en entornos mixtos, puede usarse junto a bacterias o plantas. Ideal para estructuras bioportantes en aguas estancadas o con baja corriente.
- Fitorremediación por jacinto de agua: Funciona mejor como barrera biológica o sistema de filtración natural. Muy útil como primera etapa antes de usar bacterias u hongos para completar la degradación.
- Degradación de plásticos por larvas de insectos: Efectivo en base de tratamiento posterior a fuera del medio acuoso. Potencial para combinarse con fitorremediación como segunda etapa.

1. Gráfica de bacterias (*Idronella sakazakii*) - Degradación de PET

Análisis: La gráfica muestra una curva de degradación lineal ascendente, alcanzando un 44% de pérdida de masa del PET en 30 días. Esto indica que la bacteria mantiene una actividad constante y sostenida en el tiempo. Refleja alta eficiencia comparada con otros métodos microbianos. Este comportamiento es ideal para implementaciones en biorreactores continuos o sistemas modulares en cuerpos de agua con flujo controlado.

Gráfica de hongos (*Aspergillus tubingensis*) - Degradación de PU

Análisis: La comparación entre el control y el tratamiento muestra una diferencia significativa en la masa final. El control solo pierde 2% (probablemente por desgaste físico), mientras que el tratamiento con hongo pierde 29%, confirmando capacidad degradadora. Aunque no es tan rápida como las bacterias, es más versátil para distintos tipos de plásticos, no solo PET. Este hongo podría ser útil en sistemas de compostaje acuítico o biofiltros flotantes.

Gráfica de fitorremediación (jacinto de agua + microbiota)

Análisis: La planta sola atrapa 11 mg de microplásticos, pero al añadir microbiota, la captura aumenta a 27 mg, más del doble. Esto sugiere una simbiosis efectiva entre raíces y microorganismos degradadores. Aunque no hay una degradación directa visible del plástico, actúa como un sistema de captura y pretratamiento, ideal para cuerpos de agua con microplásticos en suspensión.

Gráfica de larvas de *Tenebrio molitor* - Degradación de poliestireno

Análisis: Se observa una reducción progresiva de masa: 50% de pérdida en 30 días. Es el método con la degradación más rápida y contundente, aunque fuera del medio acuítico. La conversión del plástico en biomasa y CO₂ es significativa. El análisis indica que los microorganismos intestinales son responsables de gran parte de la biodegradación, lo que podría inspirar extracción y cultivo de esas bacterias para uso acuítico.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

Simbiosis microalga-bacteria para biorremediación de antibióticos y nutrientes en aguas contaminadas.

La contaminación de cuerpos de agua por compuestos farmacéuticos y nutrientes inorgánicos representa un desafío ambiental urgente. Las sulfonamidas, antibióticos ampliamente utilizados, son difíciles de eliminar por métodos convencionales y pueden generar resistencia bacteriana. Por otro lado, el exceso de nitrógeno y fósforo en cuerpos de agua favorece la eutrofización, afectando la biodiversidad y la calidad del agua. Frente a esto, la biorremediación simbiótica basada en consorcios de microalgas y bacterias ofrece una alternativa sostenible y eficaz. Estos sistemas aprovechan la fotosíntesis algal para oxigenar el medio y potenciar los procesos metabólicos bacterianos. Este póster compara dos investigaciones recientes: una enfocada en la eliminación de sulfonamidas usando *Scenedesmus obliquus*, y otra dirigida a la remoción de nutrientes mediante un sistema tridimensional con *Auxanochlorella* sp. y bacterias precipitando calcio.

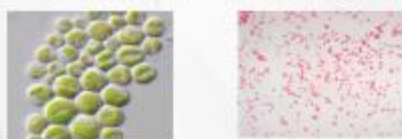
Materiales y métodos



Scenedesmus obliquus + comunidad bacteriana del lodo activado

Condiciones ambientales: Fotoperíodo (luz artificial continua o alternada), temperatura constante, y ausencia de otros microorganismos (cultivo axénico).

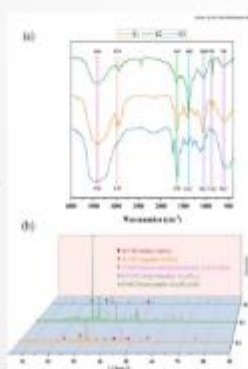
Contaminantes: Sulfadiazina y sulfametoxazol hasta de una concentración 160 mg/L.



Auxanochlorella sp. + *Acinetobacter calcoaceticus*

Condiciones ambientales: Sin necesidad de aeración artificial (el oxígeno era producido por la fotosíntesis de las algas) + temperatura de 30°C, pH entre 6 y 7.

Contaminantes: Nitrógeno amoniacal, fósforo, nitrógeno total y calcio



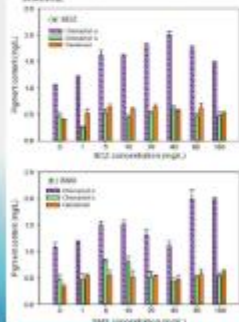
Por otro lado, el sistema B-ASDS basado en esponjas colonizadas por *Auxanochlorella* sp. y *Acinetobacter calcoaceticus* demostró una capacidad notable para remover simultáneamente múltiples contaminantes: 98.35% de NH_4^+-N , 78.74% de $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$, 95.64% de nitrógeno total (TN) y 84.92% de Ca^{2+} , todo ello sin requerir aeración artificial.

- Esto fue posible gracias a la sinergia entre la fotosíntesis de las microalgas, que genera oxígeno para las bacterias, y la actividad metabólica de la cepa HM12, capaz de transformar amonio en nitrógeno gaseoso (HN-AD) y precipitar fósforo como fosfato cálcico (MICP).

- A lo largo de los 35 días de operación continua, el sistema mantuvo una biomasa estable, con producción sostenida de ATP, reducción de turbidez, y valores de zeta potencial que indican buena agregación y estabilidad.

Resultados y análisis

Los resultados obtenidos en ambos estudios confirman que las simbiosis microalga-bacteria constituyen una estrategia efectiva para la remoción de distintos tipos de contaminantes en aguas residuales, aunque los mecanismos, eficiencias y aplicaciones específicas varían dependiendo del tipo de contaminante y del diseño del sistema.



En el sistema destinado a remover sulfonamidas, se observó que el consorcio *Scenedesmus obliquus*-bacterias del lodo activado fue capaz de eliminar hasta el 40.84% de sulfametoxazol (SMX) y un máximo de 5.85% de sulfadiazina (SDZ).

A pesar de que estos cifras pueden parecer modestas, es importante destacar que los sistemas microalgales permiten cierto grado de biodegradación intracelular, además de bioadsorción y bacteriostasis, mecanismos que no están presentes en tratamientos tradicionales.

Conclusión

La comparación de los dos enfoques de biorremediación basados en consorcios simbióticos de microalgas y bacterias demuestra que esta estrategia biotecnológica ofrece una solución versátil, eficiente y sustentable para el tratamiento de diversos contaminantes acuosos.

Ambos modelos de biorremediación resaltan la importancia de la cooperación entre algas y bacterias para mejorar la eficiencia y resiliencia de los sistemas de tratamiento. En conjunto, ofrecen rutas complementarias: una enfocada en contaminantes orgánicos persistentes, y otra orientada al control de nutrientes y recuperación de recursos.

Referencias

- Zhang, L., Ai, A., Su, J., Huang, T., & Wang, Z. (2024). *Auxanomonas nitrogen and phosphorus removal by bacterial-algal symbiotic dynamic sponge bioremediation system in municipal wastewater: Operational mechanism and transformation pathways*. Science of the Total Environment, 947, 176036. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176036>
- Wang, Y., Li, J., Liu, Y., Li, X., Naganathan, D., Liu, D.-J., & Chung, J.-S. (2022). *Bioremediation of sulfonamides by a microalga-bacteria consortium: Analysis of pollutant removal efficiency, cellular composition, and bacterial community*. Bioresource Technology, 352, 126944. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126944>



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

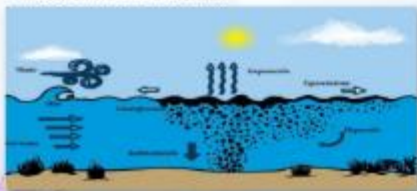


XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

BIORREMEDIACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON DIÉSEL MEDIANTE BACTERIAS DEGRADANTES DE HIDROCARBUROS AUTÓCTONAS

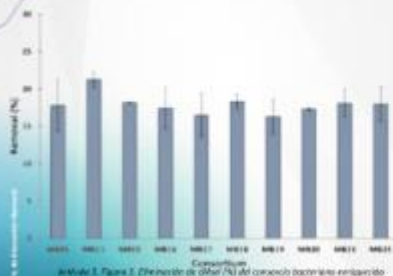
Introducción

El diésel, vital fuente de energía, es un grave contaminante de hidrocarburos en aguas. Su composición compleja introduce tóxicos persistentes por vertidos, dañando la calidad del agua y la vida acuática. La biorremediación bacteriana ofrece una solución natural y eficiente para limpiar estas aguas contaminadas, destacando su importancia para mitigar el impacto ambiental.



Metodología

Ubicación	Organismo	Fuente	Efecto
Caribbean, Panamá	Bacteria	Resacas, lagunas, arroyos, ríos y muelles (BIOGAS)	Gran capacidad de degradación
	Agrobacterium (BIOGAS)	Bacterias, algas, hongos y plantas (BIOGAS)	Capacidad de degradación de hidrocarburos y metales pesados
San José, Costa Rica	Bacteria	Resacas, lagunas, arroyos, ríos y muelles (BIOGAS)	Capacidad de degradación de hidrocarburos y metales pesados
Caribbean, Panamá	Bacteria	Resacas, lagunas, arroyos, ríos y muelles (BIOGAS)	Capacidad de degradación de hidrocarburos y metales pesados
Caribbean, Panamá	Bacteria	Resacas, lagunas, arroyos, ríos y muelles (BIOGAS)	Capacidad de degradación de hidrocarburos y metales pesados



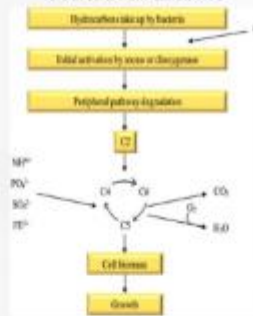
Artículo 3, Figura 3. Efectividad de diésel (%) del consorcio bacteriano enzimático

Presentado Por:
Jamilton Fernando Cano Ayala
Luisa Fernanda Gómez Sánchez
Verdy Dayanna Redondo López

Resultados y Análisis

Los estudios realizados han probado que los microorganismos tienen la capacidad de descomponer los hidrocarburos. Bacterias como *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Acinetobacter*, aislados de lugares contaminados, degradan eficazmente el diésel. Su adaptación, resistencia y metabolismo especializado les permiten sobrevivir y descomponer los hidrocarburos.

¿Cómo actúa la biorremediación de la bacteria contra el diésel?



Artículo 2, Figura 3. Principios de la degradación. Actividad de los hidrocarburos por bacterias (BIOGAS)



Actividad

Conclusión

- La contaminación global del agua por hidrocarburos como el diésel exige soluciones urgentes. La biorremediación, especialmente mediante bacterias tolerantes a la salinidad que poseen enzimas degradativas, emerge como una estrategia clave y ecológica para descontaminar estos ambientes acuáticos. Comprender y optimizar los mecanismos microbianos de biodegradación es fundamental para una remediación efectiva de los derrames de diésel.

Referencias
Bibliográficas



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON MERCURIO: APROVECHANDO EL PODER DE LOS HONGOS SIMBIÓTICOS

Maria Camila Espinosa Muñoz, Yoselin Toro Restrepo, Valentina Escobar García

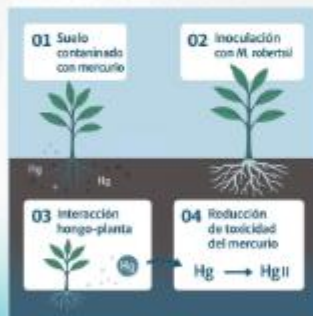
La contaminación por mercurio (Hg) en los suelos representa una seria amenaza global. El mercurio es un contaminante altamente tóxico debido a su capacidad para bioacumularse y biomagnificarse en las cadenas tróficas, afectando negativamente la salud humana y los ecosistemas. En los organismos, el mercurio puede unirse a grupos sulfhidrílicos de proteínas esenciales, alterando su estructura y función, lo que conduce a daños neurológicos, renales y cardiovasculares. La biorremediación, que utiliza organismos vivos para descontaminar ambientes, ofrece una alternativa sostenible a los métodos físico-químicos tradicionales. Entre los organismos biorremediadores con potencial se encuentra el hongo simbiótico de plantas *Metarhizium robertsii*. Este póster destaca su papel en la biorremediación de suelos contaminados con mercurio.

Objetivos:

- Resaltar la capacidad de *Metarhizium robertsii* para la biorremediación de suelos contaminados con mercurio.
- Describir los mecanismos a través de los cuales *M. robertsii* facilita la detoxificación del mercurio en el suelo.
- Subrayar los beneficios de la simbiosis entre *M. robertsii* y las plantas para la remediación y el crecimiento vegetal en suelos contaminados.

Metodología/Mecanismos bioquímicos

Metarhizium robertsii despliega una serie de mecanismos bioquímicos para abordar la contaminación por mercurio en el suelo. Inicialmente, el hongo puede desmetilar el metilmercurio, una forma altamente tóxica, mediante enzimas que rompen el enlace carbono-mercurio, reduciendo su peligrosidad. Seguidamente, *M. robertsii* también lleva a cabo la reducción del mercurio iónico (Hg^{2+}) a mercurio elemental (Hg^0), un estado menos biodisponible, gracias a la acción de las mercurio reductasas. La biomasa fúngica y los exopolisacáridos secretados por el hongo contribuyen a la unión y secuestro de iones de mercurio, inmovilizándolos en la matriz del suelo y limitando su dispersión. A través de la simbiosis en la rizosfera, *M. robertsii* modifica las condiciones del suelo alrededor de las raíces, influyendo en la especiación del mercurio y disminuyendo su absorción por las plantas. Adicionalmente, en respuesta al estrés por mercurio, el hongo puede producir metabolitos protectores que lo ayudan a tolerar el contaminante y que podrían tener efectos indirectos en la biorremediación al alterar el microambiente.



Metarhizium robertsii, hongo con capacidad para eliminar mercurio del suelo y el agua.
Fuente: La Jornada (2022).

- PNAS (2022): Bacterial-fungal consortium for sustainable remediation
- Science Daily (2022): Fungi and heavy metals
- MDPI (2021): Mycoremediation of Petroleum-Contaminated Soils
- Gómez Armenta, A., & Méndez López, M. (2022, 31 de marzo). Por qué la contaminación por mercurio sigue siendo un problema aunque reduzcamos sus emisiones. Portal Ambiental. Recuperado de <https://www.portalambiental.com.mx/sabias-que/20220331-por-que-la-contaminacion-por-mercurio-sigue-siendo-un-problema-aunque-reduzcamos>



Metarhizium robertsii, hongo con capacidad para eliminar mercurio del suelo y el agua.
Fuente: La Jornada (2022).

Resultados (Hallazgos claves)

Metarhizium robertsii exhibe la capacidad de desmetilar el metilmercurio, una de las formas más perjudiciales del mercurio, lo que conlleva una reducción de su toxicidad en el suelo (PNAS). Además, se ha observado que este hongo puede transformar el mercurio iónico (Hg^{II}) en compuestos menos tóxicos, disminuyendo así su biodisponibilidad y el riesgo de acumulación en las plantas (PNAS). La simbiosis establecida entre *M. robertsii* y las plantas parece ofrecer una protección contra la toxicidad del mercurio al detoxificar el entorno del suelo cercano a las raíces, lo que se traduce en un mejor crecimiento de las plantas y una menor concentración de mercurio en sus tejidos (ScienceDaily, MDPI). Otro resultado significativo es la colonización de las raíces de las plantas por *M. robertsii*, lo que sugiere la formación de una barrera física que restringe la absorción de mercurio desde el suelo (MDPI). Finalmente, se ha identificado el potencial de la ingeniería genética para optimizar significativamente la capacidad biorremediadora de *M. robertsii* mediante la intensificación de la expresión de genes esenciales para los procesos de detoxificación del mercurio (PNAS).

Conclusión

En resumen, *Metarhizium robertsii* demuestra poseer mecanismos bioquímicos efectivos para la detoxificación del mercurio, incluyendo la desmetilación y la reducción de su forma iónica. La simbiosis establecida con las plantas ofrece beneficios mutuos, ya que protege a estas del estrés por mercurio y facilita la remediación del suelo al influir positivamente en la biodisponibilidad del contaminante. Además, la aplicación de la ingeniería genética se presenta como una estrategia prometedora para potenciar la eficacia de *M. robertsii* en la biorremediación de mercurio mediante la optimización de la expresión de enzimas clave involucradas en los procesos de detoxificación. No obstante, es crucial reconocer la necesidad de futuras investigaciones para lograr una implementación exitosa de esta estrategia en entornos reales, prestando especial atención a la optimización de las condiciones que favorecen la actividad enzimática y la interacción en la rizosfera.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON CROMO MEDIANTE PLANTAS Y LOMBRICES

Ponentes: Mariluz Velázquez Camacho - Andrés Felipe Vélez Uribe

Introducción:

La contaminación por metales pesados, como el cromo, representa una amenaza significativa para los ecosistemas y la salud humana debido a su persistencia y toxicidad. El cromo, en particular, es un contaminante común en suelos afectados por actividades industriales, especialmente en la minería y la fabricación de acero. Afortunadamente, la biorremediación se presenta como una alternativa ecológica para mitigar estos impactos. Mediante el uso de organismos vivos, como ciertas plantas y lombrices, es posible reducir la concentración de cromo en los suelos, aprovechando sus capacidades naturales de absorción y transformación de contaminantes. Este enfoque ofrece una solución sostenible que puede contribuir a la restauración de suelos afectados, promoviendo la salud ambiental y reduciendo el riesgo para las especies que dependen de estos hábitats.

Metodología:

-Se utilizaron 2 kg de suelo contaminado por metales con dos niveles de concentración de cromo (15 mg/kg y 50 mg/kg), mediante la adición de una solución de dicromato de potasio. Se sembraron 100 semillas de *L. sativum* o 6 de *Z. mays* por maceta, y se introdujeron 40 lombrices de *E. fetida* o 20 de *P. guthriei* según el tratamiento, manteniéndose las condiciones controladas durante 30 días.



-Se establecieron tratamientos con y sin lombrices (*Eisenia fetida*) en suelos contaminados con concentraciones crecientes de cromo, alcanzando un máximo de 80 mg/kg, donde se observó la mayor acumulación del metal en las raíces de la planta. Aunque el artículo no especifica la cantidad exacta de suelo utilizada, el experimento se desarrolló bajo condiciones controladas durante 60 días, lo que sugiere un diseño experimental de tipo invernadero o laboratorio.

-Se utilizaron contenedores de plástico con un volumen total de 14 L para plantar *Agave sisalifera* L., *Festuca pratensis* Huds. y *Poa pratensis* L. La plantación se realizó a razón de 1 kg de semillas por 30 m². La profundidad de la capa de suelo antes de sembrar las semillas fue de 9 cm. 25 días después del crecimiento del césped se procedió con la inserción de los metales. Se tomaron muestras de césped durante los 30 días de crecimiento con el fin de analizar la dinámica de la acumulación de compuestos de cromo.



¿Sabías qué?

Los incrementos de las lombrices (humus) en solo mejoran la calidad del suelo, también pueden ayudar a disminuir la dispersión del cromo para que las raíces de las plantas lo absorban fácilmente. ¡Una solución perfecta para limpiar terrenos contaminados!

Referencias:



Resultados:

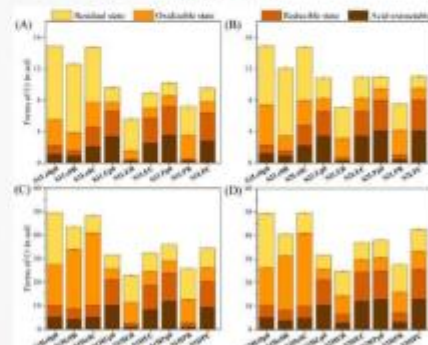


Figura 1. Gráfico 1. Concentración de Cr en el suelo. Formas de Cr en 15 mg/kg y 50 mg/kg de suelo tratado 4, 15 y 50 mg/kg (A, B, C) con la presencia de lombrices por lombrices y plantas. Los valores se muestran como media $\pm$ DE ($n=3$). Nota: N, suelo control; S, suelo tratado.

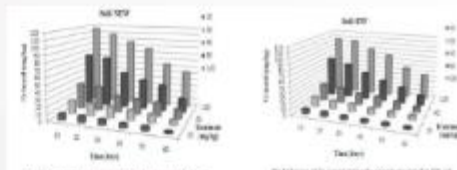


Fig 1. Gráfico 2. Concentración de Cr en el suelo. Formas de Cr en 15 mg/kg y 50 mg/kg de suelo tratado 4, 15 y 50 mg/kg (A, B, C) con la presencia de lombrices por lombrices y plantas. Los valores se muestran como media $\pm$ DE ($n=3$). Nota: N, suelo control; S, suelo tratado.

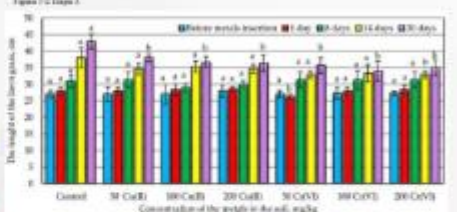


Figura 3. Gráfico 3. Concentración de Cr en el suelo. Formas de Cr en 15 mg/kg y 50 mg/kg de suelo tratado 4, 15 y 50 mg/kg (A, B, C) con la presencia de lombrices por lombrices y plantas. Los valores se muestran como media $\pm$ DE ($n=3$). Nota: N, suelo control; S, suelo tratado.

Conclusiones:

- La biorremediación con plantas y lombrices ha demostrado ser una técnica efectiva para remover cromo de suelos contaminados. Su acción conjunta mejora la estructura del suelo, reduce la toxicidad y favorece la recuperación de la actividad biológica.
- Se ha demostrado que el césped acumula los compuestos tóxicos de cromo muy rápida y eficientemente sin ninguna inhibición significativa con respecto a su crecimiento. lo que ratifica que la aplicación de este césped tiene una alta viabilidad y promete en cuanto a la biorremediación de suelos contaminados por metales pesados, como el cromo.
- Este enfoque representa una alternativa ecológica y sostenible frente a métodos tradicionales de remediación. Su implementación puede integrarse en programas de restauración ambiental, promoviendo prácticas más responsables y alineadas con la economía circular.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

Revisión Bibliográfica de Fitorremediación en Aguas Contaminadas de Cianuro por Minería de Oro

Cyanide phytoremediation by water hyacinths (*Eichhornia crassipes*)
Phytoremediation with *Schoenoplectus Americanus* and *Eichhornia Crassipes* in Cyanide Effluents
Cyanide, arsenic and manganese removal in a tailing storage facility for a gold mine using phytoremediation

INTRODUCCIÓN

La minería en Colombia es considerada una de las principales fuentes de contaminación en aguas; siendo el CN uno de los principales contaminantes por su característica de bioacumulación, inhibición y toxicidad en la mayoría de los organismos. Uno de los métodos para el tratamiento de aguas contaminadas por CN es la fitorremediación, que utiliza en la mayoría de los casos simbiosis entre plantas y bacterias para reducir las concentraciones de contaminantes.

METODOLOGÍA



<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Schoenoplectus americanus</i>	<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Leucaena Leucocephala</i>	<i>Acacia Mangium</i>

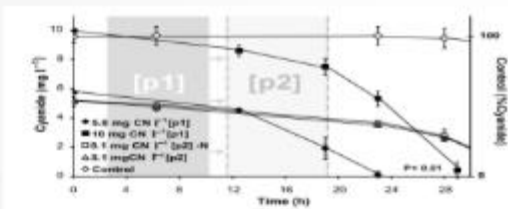
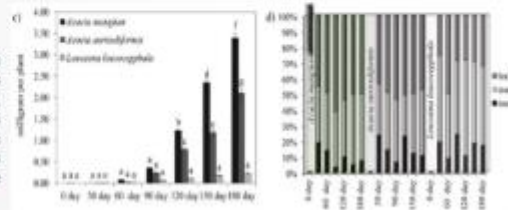
RESULTADOS

Tabla 1: pH, conductividad eléctrica y contenido inicial de cianuro en efluentes y aguas de humedales

Muestra	pH	Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	contenido de cianuro (mg L ⁻¹)
Aguo efluente de la mina	12.5	2.43	889.3
Pantano del humedal Corquín	7.71	3.70	0.005

Tabla 2: Concentración final de cianuro en el agua

Repeticiones	<i>Schoenoplectus americanus</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Schoenoplectus americanus + Eichhornia crassipes</i>	Control
I	4.567	3.233	3.577	0.005
II	3.021	4.979	2.784	0.005
III	4.635	5.405	3.021	0.005
IV	4.002	5.429	3.074	0.005
PROMEDIO	4.281	4.734	3.559	0.005



CONCLUSIONES

- La fitorremediación con Jacinto de Agua podría ser una buena alternativa para el tratamiento de afluentes contaminados con Cianuro, por su disponibilidad en el ambiente y facilidad de cultivo, no requiere de alta inversión, además de que demostró buena tolerancia y efectividad.
- Cuando se hace la combinación entre jacinto de Agua y otra especie, se puede maximizar los resultados de fitorremediación en aguas, mejorando la eficacia del proceso. De igual manera, es necesario hacer otras investigaciones donde se incluyan especies complementarias como las dicotiledóneas.
- Se logra tener una coherencia entre la bibliografía revisada y los datos obtenidos, demostrando que la fitorremediación es una buena estrategia para el tratamiento de las aguas contaminadas de Cianuro provenientes directa o indirectamente de la actividad de minería de Oro.

BIBLIOGRAFÍA



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

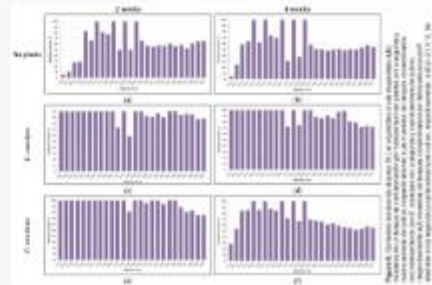
Tratamiento de petróleo presente en cuerpos de agua dulce por medio de la biorremediación con plantas y/o bacterias

La biorremediación del agua contaminada con petróleo es un proceso innovador y ecológico que utiliza organismos vivos para decomponer compuestos tóxicos. Mediante la acción de bacterias y plantas, se transforman los hidrocarburos en productos menos dañinos, facilitando la restauración de la calidad del agua. Técnicas como la bioestimulación, que potencia el crecimiento de microorganismos degradadores, y la bioaumentación, que incorpora cepas especializadas, ofrecen una alternativa sostenible frente a métodos tradicionales de remediación. Este enfoque no solo minimiza el impacto ambiental de los derrames, sino que también promueve la recuperación de ecosistemas acuáticos afectados.



Metodología

Proceso Biotecnológico de Biorremediación	Organismos Participantes	Concentración Inicial	Duración	Lugar
Bioaumentación por plantas acuáticas y desechos de peces muertos	Echhornia crassipes, Potamogeton amplifolius y microorganismos asociados.	10000/100, de petróleo crudo	4 semanas	campo
Bioestimulación en humedales construidos	Pseudomonas, Bacillus, Rhodospirillum, Corynebacterium	2-10 mg/L de petróleo crudo	30 a 50 horas dependiente de la cantidad	campo
Biodegradación con consorcio de bacterias inmovilizado en biopelotas	Pseudomonas aeruginosa, Cronobacter sakazakii, Klebsiella oxytoca y Bacillus thuringiensis	10% de petróleo crudo ligero	4 semanas	laboratorio



Resultados



Proceso Biotecnológico de Biorremediación	Bacterias Endógenas Utilizadas	Descripción del Mecanismo de Acción
Bioaumentación por plantas acuáticas y desechos de peces muertos	Cultivos mixtos de bacterias nativas y exógenas	Las plantas y los desechos de peces actúan como sustratos para la colonización de bacterias. Las bacterias utilizan estos sustratos para crecer y degradar los contaminantes.
Bioestimulación en humedales construidos	Consorcio de bacterias nativas y exógenas	Las bacterias nativas y exógenas actúan como sustratos para la colonización de bacterias. Las bacterias utilizan estos sustratos para crecer y degradar los contaminantes.
Biodegradación con consorcio de bacterias inmovilizado en biopelotas	Consorcio de bacterias nativas y exógenas	Las bacterias nativas y exógenas actúan como sustratos para la colonización de bacterias. Las bacterias utilizan estos sustratos para crecer y degradar los contaminantes.

Conclusiones

- La importancia de la capacidad adaptativa de las plantas y microorganismos:** El trabajo que realizan estos dos grupos de organismos para adaptarse a su entorno es fundamental para la biorremediación.
- Mejora de la calidad del agua:** La calidad del agua mejora al ser tratada por el proceso de biorremediación en los tres casos, dando lugar a una reducción significativa en los parámetros de contaminación de los cuerpos de agua.
- Desarrollo e investigación:** Se hallaron resultados, pero aún así se requiere más investigación sobre los mecanismos específicos de biorremediación y la interacción entre las plantas y las bacterias que promueven y mejoran el proceso de biorremediación en cuerpos de agua contaminados.

Brayan Ramirez
Daniel Plaza



INSTITUTO UNIVERSITARIO
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA

80 AÑOS



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería



REMEDIACIÓN DE PLOMO MEDIANTE ALGAS

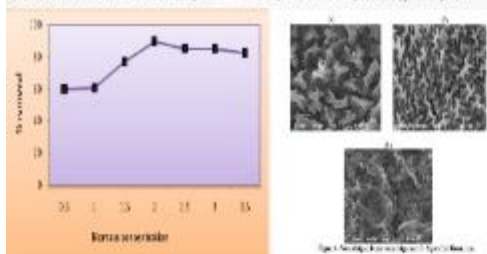
Introducción

El plomo es un metal pesado altamente tóxico incluso en concentraciones muy bajas por lo que remediarlo de el agua es fundamental para proteger la salud pública, evitar la contaminación de los ecosistemas y garantizar el acceso a agua potable.

Este metal es ampliamente utilizado para la fabricación de tuberías, baterías, pintura y combustible. Por esta razón, presentamos tres soluciones por medio de la bioadsorción con biomasa de algas, siendo una alternativa económica y sostenible.

Sargassum myriocystum

Este artículo estudia la macroalga *Sargassum myriocystum* y cómo, por el proceso de biosorción logra capturar el plomo, esta se trabajó a una temperatura de 25°C y con un pH de 5, con 2 gramos de biomasa y un tiempo de 60 min, se logró remover hasta el 89,75% del plomo. Este proceso fue realizado mediante técnicas como SEM (microscopia electrónica de barrido) y FTIR (espectroscopia infrarroja).



Euclima spinosum, Padina minor y Sargassum crassifolium

Las macroalgas trabajadas fueron *Euclima spinosum*, *Padina minor* y *Sargassum crassifolium*, fueron trabajadas con un pH 5 y midiendo la cantidad de plomo eliminado usando AAS en un tiempo de 60min, logrando una capacidad de absorción del 98,0 % al 99,0%.

La macroalga *Sargassum crassifolium* mostró una capacidad de absorción de 55,56 mg/g con el modelo de Freundlich, en cambio, las macroalgas *Euclima spinosum* y *Padina minor* trabajaron mejor con el modelo de Langmuir, con una capacidad de absorción del 32,26 y 40,00 mg/g respectivamente.

Adsorben	Langmuir			Freundlich		
	a	b	R ²	k	n	R ²
E. spinosum	32.26	0.0046	0.984	3.02	2.94	0.982
P. minor	40.00	0.0025	0.934	4.846	1.39	0.982
S. crassifolium	55.56	0.0009	0.883	2.43	1.57	0.979

Alga azul-verdoso

Este artículo estudia la capacidad de bioadsorción del plomo utilizando biomasa muerta de algas azul-verdoso, se analizó mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS). Dando como resultado en condiciones óptimas en 30 min de absorción, un pH de 6,5, una cantidad de agua contaminada de 2.5g en 150ml, obteniendo una eficiencia del 94,28%.



PROCESO DE ABSORCIÓN DEL PLOMO POR LAS ALGAS



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

Biorremediación de suelos contaminados con glifosato mediante bacterias.

Autores: Valentina Rodríguez-Yuliana Higuera

INTRODUCCIÓN

El glifosato es un herbicida ampliamente utilizado, cuya persistencia y toxicidad han impulsado la búsqueda de estrategias efectivas de biorremediación. Investigaciones recientes destacan el potencial de bacterias degradadoras y consorcios microbianos para promover el crecimiento vegetal y descontaminar suelos y aguas. Tanto cepas individuales como comunidades como Y5622 han demostrado alta eficiencia en la degradación del glifosato, contribuyendo a la recuperación del equilibrio ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar y comparar estrategias microbianas innovadoras, incluyendo bacterias individuales y consorcios microbianos, para la degradación efectiva del glifosato y la recuperación de suelos agrícolas contaminados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la capacidad de bacterias resistentes al glifosato para promover el crecimiento vegetal y reducir la fitotoxicidad en cultivos.
- Evaluar la eficiencia de un consorcio microbiano en la biodegradación completa del glifosato bajo distintas condiciones ambientales.
- Examinar el impacto de la biorremediación microbiana en la restauración de la actividad biológica y la reducción de toxicidad en suelos contaminados.

JUSTIFICACIÓN

La creciente contaminación de los suelos agrícolas con glifosato plantea un desafío ambiental y productivo que requiere soluciones sostenibles. Los tres artículos analizados abordan esta problemática desde distintas perspectivas, explorando el uso de cepas bacterianas y consorcios microbianos capaces de degradar eficazmente el herbicida, mejorar la calidad del suelo y promover el crecimiento vegetal. Estas investigaciones son fundamentales para avanzar en estrategias de biorremediación que no solo restauren ecosistemas afectados, sino que también reduzcan el impacto tóxico del glifosato sobre la salud de los cultivos, el medio ambiente y la biodiversidad microbiana. En conjunto, los estudios justifican el desarrollo de tecnologías basadas en microorganismos como una alternativa viable, económica y ecológica para enfrentar la contaminación por agroquímicos.

METODOLOGÍA

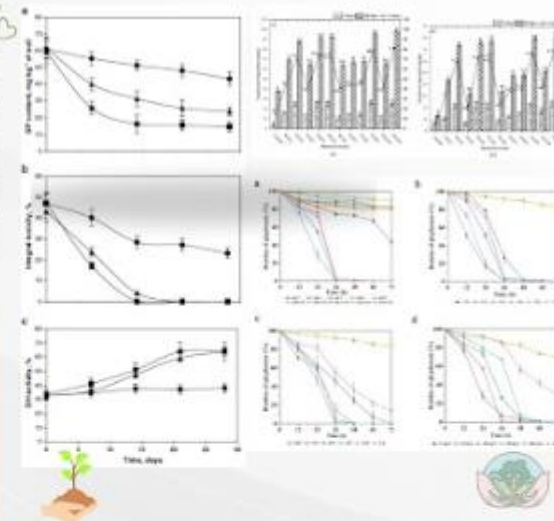


REFERENCIAS

METODOLOGÍA



RESULTADOS



CONCLUSIÓN

Los tres estudios demuestran que tanto los consorcios microbianos como las cepas bacterianas puras pueden degradar eficazmente el glifosato en ambientes contaminados, logrando altas tasas de eliminación bajo condiciones óptimas. Se identificaron géneros bacterianos clave como *Azospirillum*, *Cisidobacterium*, *Ochrobactrum*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Acinetobacter* y *Sphingomonas*, los cuales participan activamente en la degradación del herbicida, principalmente a través de la vía metabólica que produce AMPA. Estos resultados resaltan el potencial de la biotecnología microbiana para el desarrollo de estrategias sostenibles y eficientes de biorremediación de suelos y aguas contaminadas con glifosato.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA



XXV SEMANA DE LA FACULTAD DE Arquitectura e Ingeniería

Biorremediación de plantas y lombrices con el contaminante Cadmio en suelos

INTRODUCCION

La contaminación del suelo por metales pesados, especialmente el cadmio (Cd), representa una grave amenaza ambiental y sanitaria a nivel global debido a su alta toxicidad, movilidad y persistencia. La acumulación de Cd en suelos agrícolas puede afectar la salud humana a través de la cadena alimentaria, comprometiendo la seguridad alimentaria. Frente a los altos costos y limitaciones de las técnicas físico-químicas tradicionales, la biorremediación ha surgido como una alternativa ecológica y económicamente viable.

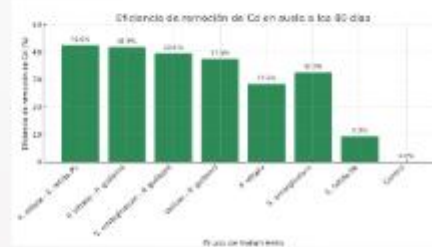
JUSTIFICACIÓN

optimizar la eficiencia de la biorremediación mediante la combinación de plantas hiperacumuladoras y lombrices de tierra. Se justifica científicamente por el impacto que estas combinaciones pueden tener en mejorar la disponibilidad de Cd en el suelo, alterar su pH, mineralizar materia orgánica y, en última instancia, acelerar su extracción.

METODOLOGIA 1

Plantas: 1. *Pteris vittata* (helecho)
2. *Sedum emarginatum*
3. *Chrysogon zosteroides* (vetiver)
Lombrices seleccionadas:
1. *Eisenia fetida* (P12 y p23)
3. *Pheretima gilensis*

- Tiempo: 60 días
- Suelo: purpura neutro. Cantidad de suelo por maceta: 2.5 kg.
- Contaminación: 40mg Cd/kg



En este estudio, se utilizó lombriz de tierra (*Eisenia fetida*), sola o combinada con EDTA o residuos de frijol, para la remoción de Cd del suelo.

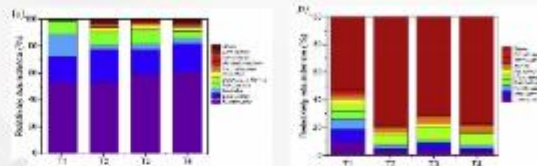
METODOLOGIA 2

Durante los 35 días de incubación del suelo, se determinaron el Cd total y disponible, sus propiedades físico-químicas y biológicas (enzimas), la acumulación de Cd en la lombriz y su respuesta antioxidante al Cd. Utilizando una serie de pasos para obtener eficiencia.

- Preparación del suelo y las lombrices
- Diseño y procedimiento experimental
- Análisis del resultado del suelo
- Análisis de lombrices
- Garantía y control de calidad
- Análisis final.

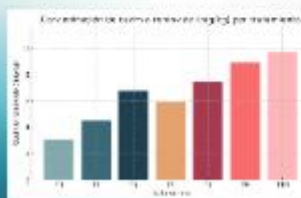
Resultados

Después del procedimiento ejecutado realizando las 3 fases se obtienen los resultados favorables con el método T2 sin menos preciar los demás métodos.



METODOLOGIA 3

Planta: biochar de cáscara de coco (CSB)
Lombrices: (*Eudriluseugenia*)
Tiempo: 35 días en incubación
Suelo: 10 combinaciones de suelo contaminado y no contaminado



CONCLUSION

Los tres estudios revisados confirman que la integración de lombrices de tierra con otros agentes biorremediadores, como plantas hiperacumuladoras o biochar, representa una estrategia altamente eficaz para reducir la concentración y biodisponibilidad del cadmio en suelos contaminados. Las lombrices no solo contribuyen a la bioacumulación directa del Cd, sino que además mejoran las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, facilitando la absorción del metal por las plantas. Asimismo, la incorporación de biochar a base de cáscara de coco potencia esta acción al inmovilizar metales y enriquecer el sustrato. Estos enfoques combinados no solo remueven contaminantes, sino que también rehabilitan el suelo para usos agrícolas, constituyendo una solución sostenible y replicable en diferentes contextos agroambientales.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®



