

# HONGOS MICORRIZICOS FAVORECEN LA REMEDIACIÓN DE AREAS CONTAMINADAS CON PLOMO

Cuellar-Sánchez, A.<sup>1</sup>; Carrillo-González, R.<sup>1</sup>; González Chávez, M. Del C.<sup>1\*</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>2</sup>; Suárez Espinosa, J.<sup>1</sup>; Herrera-Cabrera, B.E.<sup>2</sup>; Solís Domínguez, F.<sup>3</sup>; Maldonado-Mendoza, I.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Postgrado en Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México, México 56230. <sup>2</sup>Postgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. <sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Baja California, 4CIIDIR-Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa.

\*Autor para correspondencia: [carmeng@colpos.mx](mailto:carmeng@colpos.mx)

## Problema

El reciclaje de baterías de automóvil genera residuos peligrosos que contienen plomo (**Pb**). En los países donde se realiza esta práctica sin seguir protocolos seguros, se generan graves problemas de contaminación del suelo, agua y aire. El **Pb** se considera una sustancia de alto riesgo prioritario que tiene impacto negativo para el ser humano y el ambiente. Se han establecido diferentes métodos físicos y químicos para remediar sitios contaminados, sin embargo, son costosos y de complicada implementación. La fitorremediación asistida, con mi-

croorganismos representa una alternativa de fácil ejecución, bajo costo y amigable con la naturaleza.

## Solución planteada

Se desarrolló una tecnología para la remediación de áreas contaminadas con residuos de batería de automóvil (RBA), inoculando plantas de *Ricinus communis* L. con los hongos micorrízico arbusculares (HMA): *Acaulospora* sp., *Gigaspora gigantea*, *Funneliformis mosseae* BEG-25 y *Glomus* sp., (Figura 1). Las semillas de *R. communis* se inoculan con esporas (40) y raíces de



**Figura 1.** Metodología para determinar el efecto de la inoculación de *Ricinus communis* con hongos micorrízico arbusculares en la remediación de áreas contaminadas por residuos de baterías ácidas de automóvil.

sorgo colonizadas (>50%) con los hongos, y después de un mes de inoculación, se trasplantan al sitio contaminado, y monitorea a 5, 10 y 15 meses. Se miden variables al suelo: pH rizosférico, concentración total (Pb<sub>T</sub>) y extractable con DTPA (Pb<sub>DTPA</sub>), y a las plantas de higuerrilla la concentración de Pb (Pb<sub>aérea</sub>), fenoles totales (FT), peso seco (100 semillas), contenido de aceite, composición de ácidos grasos, concentración de Pb en aceite y colonización micorrizica (CM). El sitio contaminado presentó Pb<sub>T</sub> y Pb<sub>DTPA</sub> muy alta (41, 893 y 6, 246 mg kg<sup>-1</sup>). Las plantas testigo tuvieron el menor porcentaje de sobrevivencia (43%). El pH de plantas inoculadas con tres HMA se redujo (8.4 a 7.8), pero no varió en las plantas testigo. *F. mosseae* BEG 25 tuvo el mayor efecto en la estabilización de Pb (Pb<sub>DTPA</sub>=2,904 mg kg<sup>-1</sup>), en comparación con el tratamiento testigo y con *Glomus* sp. (4,531 y 3,546 mg kg<sup>-1</sup>). Las plantas inoculadas con *Acaulospora* sp. tuvieron menor Pb<sub>aérea</sub> (70 mg kg<sup>-1</sup>), mientras que en las testigo fue de 234 mg kg<sup>-1</sup>. *F. mosseae* BEG 25 y

*Glomus* sp., influenciaron la disminución entre 13 y 15% del contenido de FT. *Gi. gigantea* aumentó el contenido de aceite en las semillas de *R. communis* (6%) y todos los hongos influenciaron el mayor peso de semillas en comparación con éste de plantas testigo. El mayor contenido de ácido oléico se registró en plantas inoculadas con *Acaulospora* sp. y de linoléico en las inoculadas con *Acaulospora* sp. y *Gi. gigantea*. El aceite producido no contenía Pb. La máxima CM de las plantas inoculadas fue 44% y las testigo la CM por HMA nativos fue 22%. Los HMA asociados a *R. communis* tienen potencial para estabilizar Pb en suelos contaminados con RBA, disminuyen el estrés en la planta, promueven la producción de aceite y peso de semillas. De igual manera incrementan la calidad del aceite producido. El sitio está en proceso de remediación (Figura 2), y con potencial para uso en el campo de producción de bioenergéticos; aunque no se documenta con precisión se registra diversidad vegetal secundaria.



**Figura 2.** Avances en fitorremediación. a) Vista inicial antes del proceso. b) 15 meses después del establecido el experimento, c) mayor diversidad vegetal en sucesión.

**Impactos e indicadores**

Innovación	Impacto	Indicador General	Indicador específico
Metodología de la fitorremediación asistida de enmiendas químicas y hongos micorrizico arbusculares	El sitio está en proceso de fitorremediación. Los hongos micorrizico arbusculares favorecen diversos aspectos fisiológicos en las plantas de <i>R. communis</i> .	- Tecnología - Ambiental	Innovación e Investigación, Disminución del riesgo ambiental del Pb  Sector energético
Uso de microorganismos benéficos para sitios contaminados con residuos de baterías de automóvil.	Establecimiento de cubiertas vegetales para estabilizar Pb y disminuir su dispersión.	- Ambiental	Servicios ambientales adicionales en el sitio
Investigación participativa	Talento formado en Doctorado  Vinculación con autoridades de gobierno	- Ciencia y Tecnología	Recursos humanos, Egresados  Publicaciones en congresos y revistas científicas