

HONGOS MICORRIZICOS FAVORECEN LA REMEDIACIÓN DE AREAS CONTAMINADAS CON PLOMO

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

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

*Autor para correspondencia: 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_T) y extractable con DTPA (Pb_{DTPA}), y a las plantas de higuerrilla la concentración de Pb (Pb_{aérea}), 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_T y Pb_{DTPA} muy alta (41, 893 y 6, 246 mg kg⁻¹). 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_{DTPA}=2,904 mg kg⁻¹), en comparación con el tratamiento testigo y con *Glomus* sp. (4,531 y 3,546 mg kg⁻¹). Las plantas inoculadas con *Acaulospora* sp. tuvieron menor Pb_{aérea} (70 mg kg⁻¹), mientras que en las testigo fue de 234 mg kg⁻¹. *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