






Actinobacterias promotoras de crecimiento vegetal aisladas de hormiga arriera *Atta mexicana* Smith

Jorge V., Maurice-Lira¹; Julián, Delgadillo-Martínez^{1*}; Ivette, Ortiz-Lopez¹; Danae M., Martínez-Cerón¹; Jesús, Pérez-Moreno¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Posgrado en Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, C.P. 56264, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: juliandm@colpos.mx

Problema

El uso de agroquímicos sintéticos, como plaguicidas y fertilizantes minerales, tiene efectos negativos significativos en los recursos naturales, afectando principalmente al suelo, al agua y atmósfera. Además, estos compuestos impactan negativamente la salud de los consumidores debido a la presencia de moléculas residuales con distintos grados de toxicidad. Esta situación ha generado una creciente preocupación mundial por la producción sustentable y ambiental amigable de alimentos.

Una de las soluciones propuestas es el uso de los biofertilizantes, producidos a partir de microorganismos, que destacan por su capacidad para desempeñar funciones que favorecen la adquisición de nutrientes por parte de las plantas, como la fijación biológica de nitrógeno atmosférico, la solubilización de fosfatos minerales y la producción de sideróforos. Además, diversos grupos microbianos pueden sintetizar fitohormonas, como las auxinas, que promueven el desarrollo de la biomasa vegetal, especialmente en la formación de raíces y la elongación celular.

En las últimas décadas, ha surgido un gran interés por encontrar microorganismos con capacidades funcionales relevantes para la producción agrícola. La mayoría de estos microorganismos han sido aislados a partir del suelo rizosférico de plantas. No obstante, recientemente se ha descubierto que los insectos pueden ser fuentes novedosas de recursos microbianos con alto potencial biotecnológico.

Diversos estudios han aislado microorganismos con potencial para promover el crecimiento vegetal y controlar agentes fitopatógenos a partir del cuerpo de diversos insectos (Figura 1). Los himenópteros destacan por ser el orden con mayor número de interacciones con microorganismos de capacidades funcionales relevantes, tanto para el metabolismo de los insectos como con interesantes implicaciones en la agricultura. Esto se debe a que los

Cómo citar: Maurice Lira, J., Delgadillo-Martínez, J., Ortiz-López, I., Martínez-Cerón, D. M., & Pérez-Moreno, J. Actinobacterias promotoras de crecimiento vegetal aisladas de hormiga arriera *Atta mexicana* Smith. *Agro-Divulgación*, 5(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i2.462>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Diciembre 2025.

Agro-Divulgación, 5(3). Mayo-Junio. 2025. pp: 19-24.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



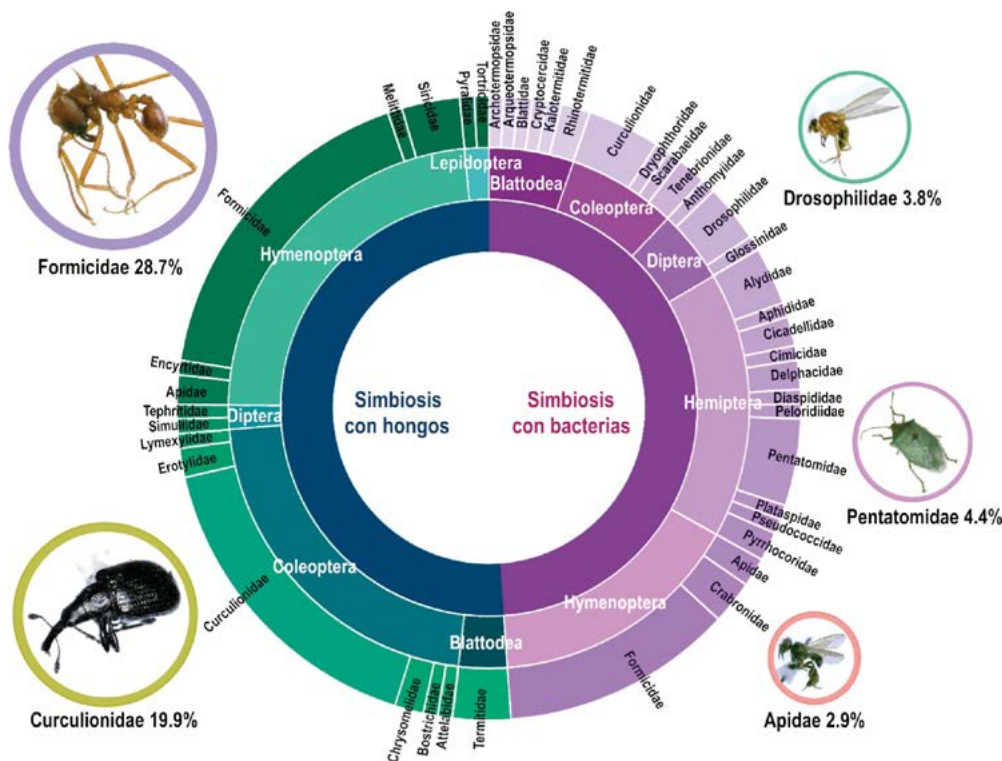


Figura 1. Principales familias de insectos a los que se han estudiado su asociación con microorganismos simbióticos.

himenópteros suelen establecer asociaciones mutualistas microbianas, de las cuales destacan las bacterias del filo Actinobacteria.

Las actinobacterias (*Actinomycetota sensu stricto*) son ampliamente reconocidas por ser el grupo bacteriano más abundante en el suelo; estas bacterias han captado un gran interés científico debido a su capacidad para producir múltiples compuestos con diversas funciones y bioactividades. Pueden producir complejos enzimáticos relacionados con la solubilización de fosfato, fijar nitrógeno, sintetizar fitohormonas y generar numerosos compuestos con actividad antimicrobiana. Este potencial ha generado un creciente interés en la obtención de nuevas biomoléculas antimicrobianas tanto para la industria farmacéutica como para el control de enfermedades agrícolas y pecuarias.

Varios estudios concuerdan en que los insectos pueden favorecer la transmisión de los microorganismos en los sitios donde transitan, como el suelo y plantas, mediante un efecto denominado fosis, por lo que tanto las actinobacterias, como otros grupos bacterianos pueden ser favorecidos por los hábitos de los insectos para promover su dispersión; muchos de estos microorganismos “adoptados” por los insectos han demostrado diversas capacidades funcionales relevantes para la promoción de crecimiento vegetal.

SOLUCIÓN PLANTEADA

Se aislaron actinobacterias del cuerpo de hormigas obreras del género *Atta mexicana* Smith. Cada obrera fue transferida a un microtubo de centrifuga de 2 mL que contenía 1

mL de agua destilada estéril. Las muestras fueron trituradas y mezcladas en un vórtex a máxima velocidad durante 30 minutos. Posteriormente, se sembraron 100 μ L de la mezcla en medio de cultivo Czapeck-Dox Agar y se incubaron a 28 °C durante 7 días. Las colonias con una morfología polvosa, característica de las actinobacterias, fueron aisladas en un medio EMLD, compuesto por 4 g de extracto de levadura, 10 g de extracto de malta, 4 g de dextrosa, 20 g de agar y 1,000 mL de agua destilada. A continuación, se realizó un análisis microscópico de las colonias aisladas para identificar la morfología típica de las actinobacterias, como la presencia de cadenas largas de células en forma de rosario y micelio en forma de “loops” (Figura 2).

Se obtuvieron 70 aislamientos de actinobacterias. El 90% creció en el medio Rennie sin fuentes de nitrógeno, lo que sugiere su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico; el 28% demostró la capacidad de solubilizar fosfato cualitativamente, ya que presentaron un halo de solubilización en el medio Picovskaya, cuya única fuente de fósforo fue $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, una forma insoluble. El índice de solubilización de fosfatos se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{índice de solubilización} = (DC + HS) / DC$$

donde: *DC* es el diámetro de las colonias y *HS* el halo de solubilización (Figura 3A).

El 22.2% de los aislamientos produjeron ácido indolacético (AIA) en medio EMLD enriquecido con 5 mM de L-triptofano y revelado con reactivo Salkowski (Figura 3B).

Después de las pruebas cualitativas, se cuantificó la producción de AIA y fosfato solubilizado en los aislamientos que dieron resultados positivos en los análisis cualitativos y que presentaron los índices de solubilización de fosfatos más elevados (Figura 3D y 3E). Además, se realizaron bioensayos de antagonismo entre los aislamientos de actinobacterias y el hongo *Fusarium oxysporum*, en los cuales el 90% demostró capacidad antifúngica con diferentes niveles de agresividad (Figura 3F).

A partir de las evaluaciones cuantitativas, se identificaron cuatro aislamientos con mayor potencial como promotores de crecimiento vegetal. Se prepararon inóculos en medio

Aislamiento e identificación de colonias con morfología de actinobacterias

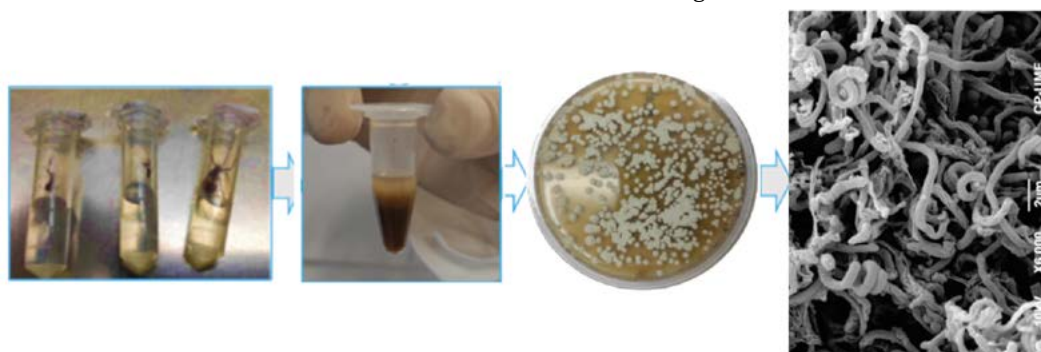


Figura 2. Esquemización del aislamiento e identificación de la morfología de las colonias de actinobacterias aisladas de *Atta mexicana* Smith.

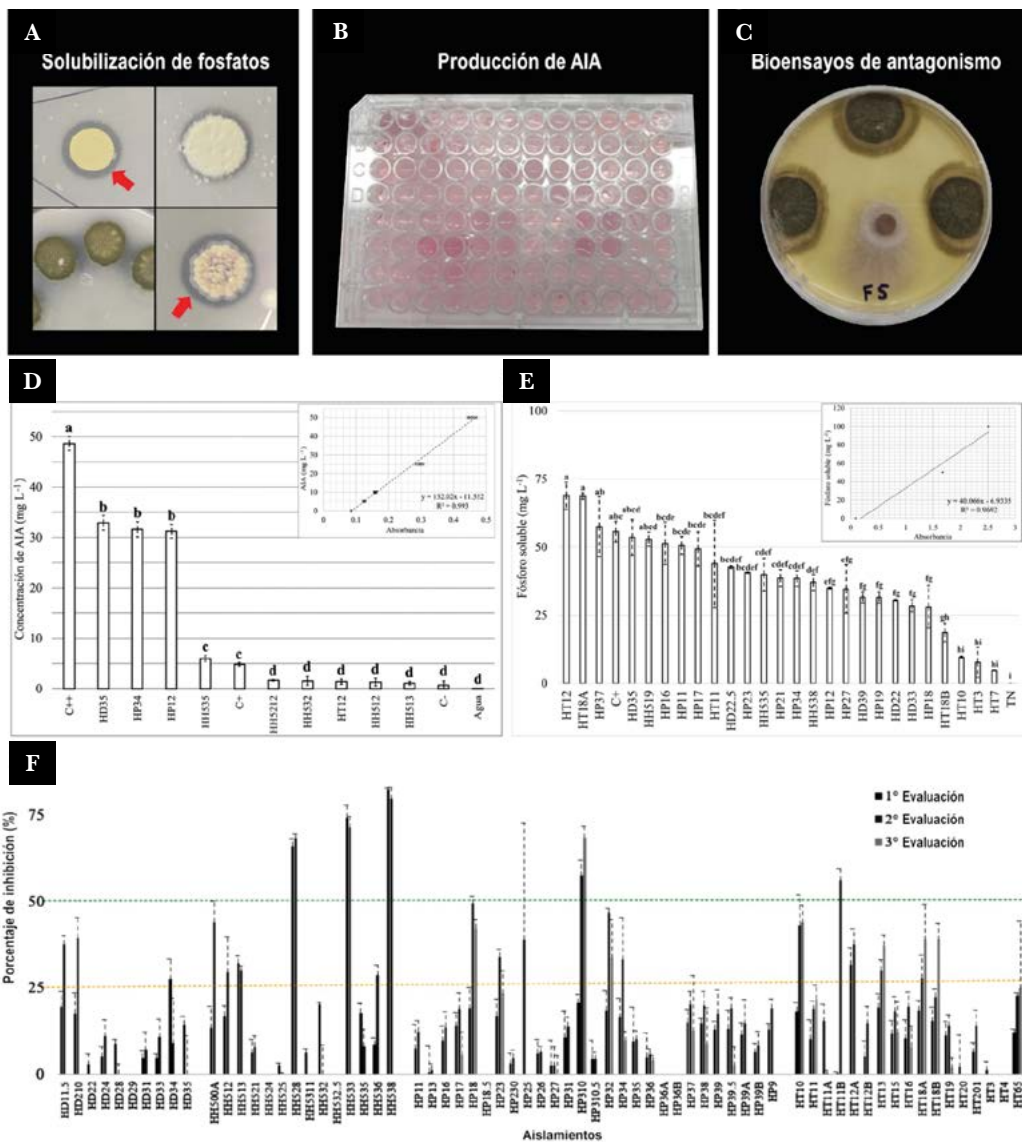


Figura 3. Pruebas cualitativas (A-C) y cuantitativas (D-F) de las funciones como promotores de crecimiento vegetal de 70 aislamientos de actinobacterias aisladas de la hormiga *Atta mexicana*. Las barras de error representan el error estándar para cada medición. Las letras diferentes indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $\alpha=0.05$). Las rectas que se muestran en las figuras D y E representan las curvas de calibración utilizadas para la cuantificación de AIA y fosfatos solubilizados en espectrofotómetro a 350 nm y 420 nm respectivamente.

EMLD líquido, en los cuales las actinobacterias fueron cultivadas e incubadas durante 15 días a 28 °C con agitación a 180 rpm. Posteriormente, los inóculos se centrifugaron a 7000 rpm para separar la biomasa microbiana del sobrenadante, la biomasa bacteriana se lavó dos veces con agua destilada estéril para eliminar los restos del medio de cultivo y se resuspendió ajustando la concentración de los inóculos a 1×10^{-8} células bacterianas por mL de inóculo. Se aplicaron 2.0 mL de inóculo a los 10 y 30 días después de la siembra, directamente en el tallo de plántulas de jitomate. Además de los cuatro aislamientos (tratamientos), se incluyó un control positivo, correspondiente a una bacteria promotora de

crecimiento vegetal evaluada en estudios anteriores, y un control negativo, correspondiente a plántulas no inoculadas. Todas las plántulas fueron regadas con solución Steiner al 5.0% durante los primeros cinco días, al 10% del día 6 al 15, y al 20% desde el día 16 hasta el final del experimento.

En general, los inóculos de actinobacterias aisladas de hormigas obreras de *Atta mexicana* Smith produjeron un aumento significativo en la altura y el área foliar de las plántulas en comparación con el control negativo (Figura 4). Los aislamientos HH535 y HT12 incrementaron significativamente la altura y el área foliar de las plántulas de tomate ($p < 0.0001$). Además, el área foliar específica fue significativamente mayor en las plántulas inoculadas con HH535 ($p < 0.0001$), lo que sugiere que estas plántulas desarrollaron hojas más delgadas y grandes, optimizando la captación de luz. La longitud de la raíz y el diáme-

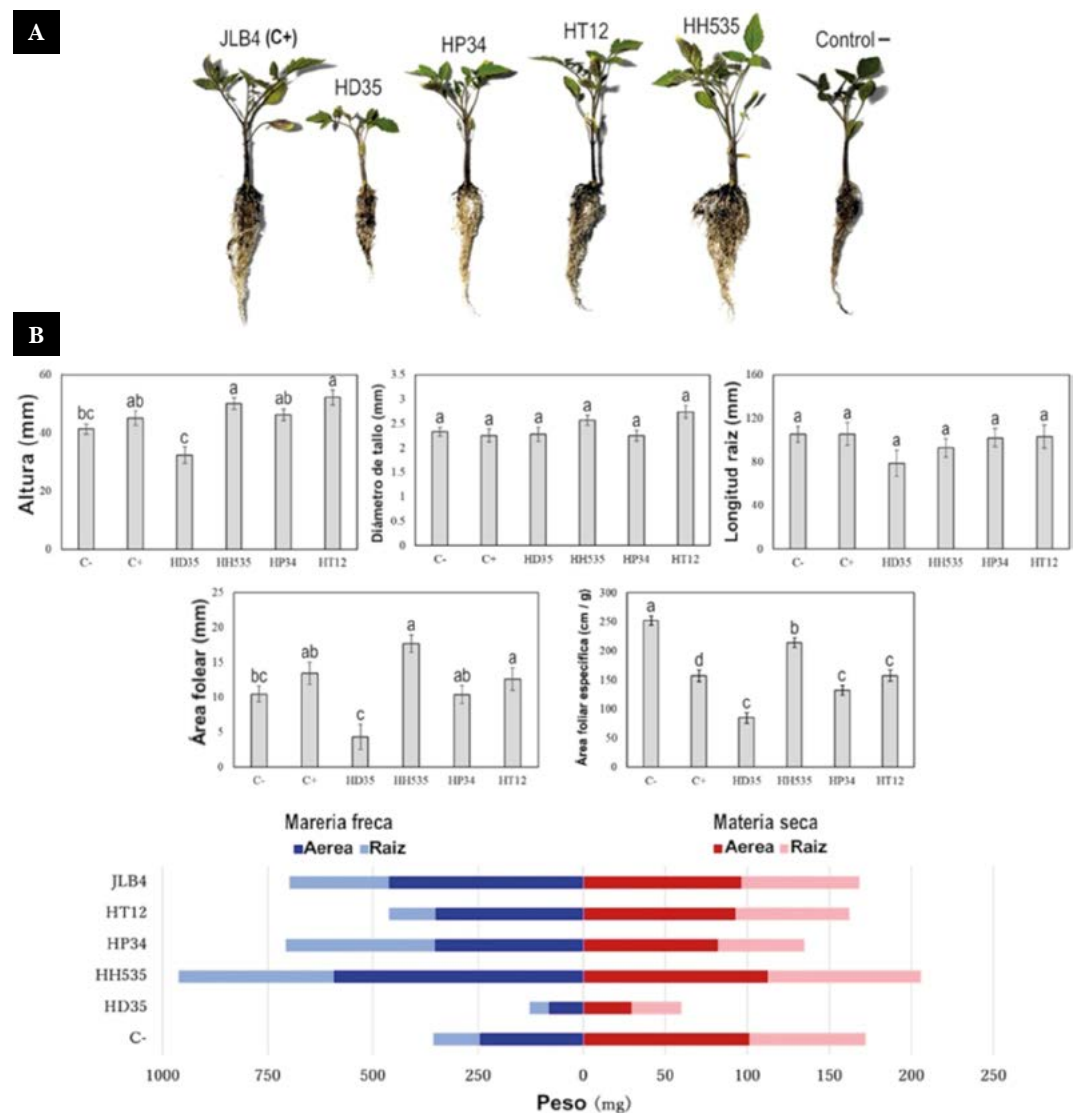


Figura 4. Efecto de la promoción de crecimiento vegetal de actinobacterias aisladas de hormigas *Atta mexicana* en las variables agronómicas de plántulas de jitomate.

tro del tallo no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La biomasa total no presentó diferencias significativas entre los tratamientos HH535, HT12, HP34, JLB4 y el control negativo. Sin embargo, el inóculo HD35 redujo significativamente la producción de biomasa de las plántulas ($p=0.002$). La cepa HH353 aumentó la producción de biomasa total en un 19.69% en comparación con el control negativo y en un 22.43% en comparación con la cepa de referencia JLB4.

En conclusión, las hormigas obreras de *Atta mexicana* Smith pueden ser hospedadoras de actinobacterias con potencial como promotoras de crecimiento vegetal. Esto sugiere que estas hormigas representan una fuente valiosa de recursos microbianos con potencial biotecnológico para la agricultura. Las actinobacterias aisladas de estas hormigas podrían haber sido adoptadas de sus sitios de tránsito (foresis), lo que estaría relacionado con sus capacidades funcionales altamente asociadas al microbioma del suelo y a la nutrición vegetal. La posibilidad de utilizar estas actinobacterias como biofertilizantes y agentes antifúngicos ofrece una prometedora vía para el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y contribuyen para alcanzar la soberanía alimentaria mediante prácticas biotecnológicas para la producción de alimentos inocuos.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento “Biotecnología microbiana aplicada a la agricultura, forestería y ambiente” del Posgrado en Edafología del Colegio de Postgraduados. Maurice-Lira, J.V. (Folio: CAT2024-0086) y Ortiz-López, I. (Folio: EESP2024-0094) expresan su profundo agradecimiento al Programa “Investigadoras e Investigadores COMECYT”, cuyo apoyo hizo posible el desarrollo de esta publicación.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Numero de tesis
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Poblaciones en particular	Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica.	Económico	Económico	Recursos Humanos	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Ambiental Conocimiento	Educación	Comercio	Número de publicaciones
					Responsabilidad Ambiental		Transferencias tecnológicas
							Reducción de mortalidad
							Número de empleos generados