

## EVALUACIÓN *in vitro* E *in planta* DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL AISLADAS DE *Echinocactus platyacanthus*

L. I. Salinas-Virgen<sup>1</sup>, M. E. de la Torre-Hernández<sup>2</sup>, J. F. Aguirre-Garrido<sup>3</sup>, H. C. Ramírez-Saad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doctorado en Ciencias Agropecuarias, UAM-Xochimilco. <sup>2</sup>Programa Investigadores por México, CONACyT-UAM Xochimilco. <sup>3</sup>Depto. Ciencias Ambientales, UAM-Lerma. <sup>4</sup>Depto. Sistemas Biológicos, UAM-Xochimilco. 04960 Ciudad de México, México.  
2193802285@alumnos.xoc.uam.mx

Palabras clave: Rizósfera, cactáceas, PGPR

**Introducción.** Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés) son bacterias de gran interés agroecológico que se asocian con plantas, favoreciendo su crecimiento mediante diferentes actividades metabólicas (1): fijación de nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de P y K, producción de sideróforos y de compuestos orgánicos volátiles, biocontrol de fitopatógenos, etc. (2). Las PGPR asociadas a cactáceas como *E. platyacanthus* resultan interesantes dado que se encuentran en ambientes extremos propios de las regiones áridas que habitan estas plantas, aumentando su capacidad adaptativa y de sobrevivencia en ellos. Sin embargo, actualmente existen pocos estudios sobre la asociación de cactáceas con bacterias de este tipo. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in planta* la capacidad PGPR de bacterias aisladas de la rizósfera de la biznaga dulce *E. platyacanthus*.

**Metodología.** Once cepas bacterianas aisladas de la rizósfera de *E. platyacanthus* fueron caracterizadas *in vitro* como PGPR, se evaluaron *in planta* inoculando semillas de *Arabidopsis thaliana* (Col-0, *Wild type*) con cada cepa, registrando parámetros de crecimiento vegetal. Los resultados se analizaron con ANOVA y *post hoc* de Tukey (3). Las 3 cepas que exhibieron los mejores resultados en *A. thaliana* se inocularon en semillas de *E. platyacanthus*.

**Resultados.** Las 11 cepas se ubicaron en los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Stenotrophomonas* (4), todas presentaron alguna característica PGPR como la capacidad de producir indoles, solubilizar fosfato, ejercer control biológico sobre *F. solani* y la capacidad de producir sideróforos (5). En el ensayo en *A. thaliana*, las cepas: *Stenotrophomonas maltophilia* EMP31 que produce 55.47 µg/mL de indoles e inhibe hongos fitopatógenos, *Bacillus cabrialesii* que produce 58.97 µg/mL de indoles, EMP35 y *Pseudomonas atacamensis* EMP1.2 que produce 68.86 µg/mL de P soluble y produce sideróforos para 10 iones metálicos, mostraron los mejores resultados (Tabla 1) y se seleccionaron para inocular *E. platyacanthus*.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento evaluados en *Arabidopsis thaliana* sometida a los diferentes tratamientos, Control negativo, Control positivo y bacterias seleccionadas por sus capacidades PGPR.

Treatmento	Supervivencia (%)	Tiempo de aparición del tallo principal (semanas)	Tiempo de aparición de los tallos secundarios (semanas)	Número total de tallos	Formación de rosas (%)	Diámetro de la rosa (cm)	Tiempo de aparición de inflorescencias (semanas)	Número total de inflorescencias	Altura del cuerpo aéreo (cm)
Control negativo (Agua estéril)	91.67	3.27 (AB)	5.43 (ABC)	2.72 (B)	90.91	2.23 (B)	3.57 (AB)	15.64 (C)	10.68 (BC)
Control Positivo ( <i>Azospirillum brasilense</i> )	100	3 (AB)	5.26 (ABC)	5 (ABCD)	100	2.54 (B)	3 (AB)	26.52 (ABC)	11.89 (ABC)
<i>Pseudomonas tomerensis</i> (EMP1)	100	4 (AB)	6.09 (A)	3 (D)	92.31	2.79 (B)	4 (A)	15 (C)	11.12 (ABC)
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inquasorum</i> (EMP6)	100	2.83 (AB)	5.27 (ABC)	4.42 (ABCD)	83.33	2.54 (AB)	3 (AB)	20.5 (BC)	9.84 (C)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (EMP2)	91.67	3 (AB)	4.9 (ABC)	4.18 (BCD)	81.82	2.66 (B)	3 (AB)	24.55 (BC)	12.75 (ABC)
<i>Bacillus tomerensis</i> (EMP13)	100	3.58 (AB)	5.73 (AB)	3.25 (CD)	100	3.07 (AB)	3.67 (AB)	18.58 (C)	14.09 (ABC)
<i>Pseudomonas</i> (EMP16)	100	2.92 (B)	5.08 (ABC)	5.69 (ABC)	92.31	2.98 (AB)	2.82 (B)	36.61 (AB)	15 (ABC)
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inquasorum</i> (EMP23)	100	2.71 (B)	4.71 (BC)	4.88 (ABCD)	100	3.02 (AB)	2.71 (B)	27.29 (ABC)	15.53 (A)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (EMP31)	100	3.08 (AB)	4.64 (BC)	5.17 (ABC)	100	2.46 (B)	3.17 (AB)	24.42 (BC)	11.78 (ABC)
<i>Bacillus cabrialesii</i> (EMP35)	100	2.42 (B)	4.25 (C)	7.17 (A)	100	3.19 (AB)	2.59 (B)	42.92 (A)	14.14 (ABC)
<i>Bacillus velezensis</i> (EMP38)	100	2.69 (B)	4.85 (ABC)	5.38 (ABCD)	100	2.72 (B)	3 (AB)	28.92 (ABC)	13.2 (ABC)
<i>Bacillus paratyphicus</i> (EMP40)	100	2.85 (AB)	4.89 (ABC)	5.77 (ABC)	100	3.82 (A)	3 (B)	30.92 (ABC)	15.12 (AB)
<i>Pseudomonas atacamensis</i> (EMP1.2)	100	2.57 (B)	4.83 (C)	6.88 (AB)	100	2.73 (B)	2.57 (B)	36 (AB)	13.86 (ABC)
ANOVA		p<0.0047	p<0.0001	p<0.0001		p<0.0001	p<0.0008	p<0.0001	p<0.0004
χ <sup>2</sup>					p=0.7979				

Se muestra el valor de p para cada prueba indicado por un ANOVA para variables cuantitativas y por χ<sup>2</sup> para variables cualitativas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas obtenidas por una prueba de Tukey.

**Conclusiones.** De las 11 bacterias probadas en *A. thaliana*, se eligió una de cada género con los mejores resultados para ser probadas en la cactácea de la que fueron aisladas. Se observó mayor tasa de germinación en las semillas inoculadas, en contraste con el control negativo, por lo que se determinó que estas bacterias resultan ser benéficas para las plantas y podrían ser candidatas para la elaboración de biofertilizantes.

**Agradecimientos.** A las convocatorias para el Desarrollo Académico 2023, proyecto número "X". LSV recibe una beca para estudios de posgrado No XXX de CONACYT.

### Bibliografía.

- DE-BASHAN L, HOLGUIN G, GLICK B, BASHAN, FERRERA-CERRATO R & ALARCÓN R. (2007). Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. En: *Microbiología agrícola: Hongos, bacterias, micro y macrofauna* Editorial Trillas, México, 170-224.
- POSADA CASTAÑO A, MEJÍA DURANGO D P, POLANCO ECHEVERRY D, & CARDONA ARIAS, J (2021). Rev. Inv. Agraria y Ambiental, 12:161-178.
- SALINAS-VIRGEN L (2019). Identificación y caracterización de la actividad PGPR de bacterias rizosféricas y endófitas aisladas de *Echinocactus platyacanthus* (biznaga dulce) creciendo en condiciones silvestres y de invernadero en el semidesierto queretano. Tesis M. en C.A. UAM-Xochimilco.
- SALINAS-VIRGEN L, DE LA TORRE HERNÁNDEZ M E, AGUIRRE GARRIDO J & RAMÍREZ SAAD H (2020). REMexCA, 11: 531-542.
- DE LA TORRE-HERNÁNDEZ M E, SALINAS-VIRGEN L, AGUIRRE-GARRIDO J, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ A, MARTÍNEZ-ABARCA F, MONTIEL-LUGO D, & RAMÍREZ-SAAD, H (2020). Front. Microbiol. 11, 14. doi: 10.3389/fmicb.2020.01424