

Para mitigar el estrés biótico y abiótico

BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS COMO BIOESTIMULANTE EN TOMATE

Bioestimulantes tales como el microorganismo *Bacillus amyloliquefaciens*, pueden ayudar a reducir la pérdida de producción y mejorar la calidad del fruto en el cultivo tomate en condiciones de estrés abiótico y biótico. La utilización de estas bacterias benéficas en tomate podría ayudar a incrementar el porcentaje y velocidad de germinación, el vigor de la planta, la productividad y la calidad de la fruta.

JUAN PABLO MARTÍNEZ^A, KAREN FARIÁS^A, RICARDO TEJOS^B, CLAUDIA STANGE^C.

^A INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA-LA CRUZ)

^B UNIVERSIDAD ARTURO PRAT, FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA CELULAR

^C UNIVERSIDAD DE CHILE, CENTRO DE BIOLOGÍA MOLECULAR VEGETAL, DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA FACULTAD DE CIENCIAS

El tomate (*Solanum lycopersium* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo, siendo en Chile el tercer cultivo más relevante para consumo fresco. El estrés abiótico (déficit hídrico, salinidad y temperaturas extremas) y biótico (plagas y enfermedades) se han visto incrementados por el cambio climático, generando reducciones en la productividad y en la calidad del tomate en Chile y el Mundo. Bioestimulantes tales como el microorganismo *Bacillus amyloliquefaciens* pueden ayudar a reducir la pérdida de producción y calidad del fruto en el cultivo del tomate en condiciones de estrés abiótico y biótico. La utilización de estas bacterias benéficas en tomate podría ayudar a incrementar el porcentaje y velocidad de germinación, el vigor de la planta, la productividad y la calidad de la fruta. Además, puede incrementar la tolerancia a estrés abiótico, aumentando de esta manera la frontera del cultivo del tomate a zonas más limitantes para su desarrollo en nuestro país.

IMPORTANCIA DEL TOMATE

El tomate (*Solanum lycopersium* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo, siendo en Chile el tercer cultivo más relevante para consumo fresco, después de maíz y lechuga, abarcando un 7% de la superficie cultivada de hortalizas (5328 Ha) (ODEPA, 2019). La

producción de tomate en nuestro país se orienta principalmente al consumo interno (López et al, 2012). La producción de tomates frescos en Chile (y en el mundo) enfrenta varios problemas debido, entre otros, a la escasez de recursos hídricos y suelo, que se genera por el incremento en la desertificación de las áreas cultivables en el país. Las principales restricciones abióticas que afectan el cultivo del tomate son la sequía, salinidad y temperaturas extremas en las zona norte y centro de Chile, las cuales se estima serán más intensas en el futuro debido al cambio climático (Martínez et al., 2019).

ESTRÉS ABIÓTICO EN TOMATE

En los cultivos el déficit hídrico ocurre cuando hay poca agua disponible en el ambiente, debido a la falta de agua por episodios de sequía, por congelamiento a bajas temperaturas o por una alta salinidad en el suelo. El déficit hídrico genera estrés en las plantas ocasionando alteraciones fisiológicas, morfológicas, anatómicas y celulares que repercuten en la productividad del cultivo (Moreno, 2009). En términos específicos, el estrés hídrico en el cultivo del tomate afecta sus diferentes fases de desarrollo, desde la germinación hasta el momento de cosecha (Isayenkov y Maathuis, 2019) disminuyendo la germinación, la altura de la planta, el área foliar y el rendimiento del cultivo (Nahar y Gretzmache, 2011;



Figura 1. Efecto de *Bacillus amyloliquefaciens* sobre la estimulación de crecimiento en etapas tempranas (a los 23 días después de la emergencia). Los tratamientos fueron: T0: planta control sin inoculación, y T2: planta con inoculación de *Bacillus amyloliquefaciens* con una concentración de 106 UFC/g en el sustrato al momento de aplicación.

Rezaei et al., 2012). En algunas áreas, el agua de buena calidad no está disponible en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de consumo humano. Como consecuencia, se puede usar agua de mala calidad para el riego, generándose la salinización irreversible del suelo, debido a la alta conductividad eléctrica de esta agua. La alta salinidad del suelo es uno de los principales factores que limitan el crecimiento y la productividad de los cultivos a través de producir estrés hídrico y un desequilibrio nutricional en las plantas. La salinidad suele ir acompañada de estrés oxidativo, debido a la generación de especies reactivas de oxígeno (Isayenkov, 2012), y la acumulación excesiva de iones como el sodio (Na^+) y el cloruro (Cl^-) en raíces y hojas. Adicionalmente, el estrés abiótico aumenta la susceptibilidad de las plantas de tomate a organismos fitopatógenos de los géneros *Clavibacter*, *Botrytis* y *Pseudomona*.

MITIGACIÓN DEL ESTRÉS ABIÓTICO UTILIZANDO BACTERIAS BENÉFICAS (BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS)

Una de las alternativas que se ha planteado para reducir la pérdida de producción del cultivo por efecto del estrés abiótico y biótico, es la utilización de bioestimulantes. Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y proporcionar una ma-

yor tolerancia a las condiciones de estrés abiótico y biótico. Se ha observado que distintas bacterias asociadas a las raíces de las plantas, usadas como bioestimulantes, producen un incremento en la tasa de germinación, el crecimiento vegetativo y el vigor de la planta, impactando positivamente en la productividad y calidad de las frutas. El potencial del uso de bioestimulantes es grande para la producción orgánica y agroecológica. Los bioestimulantes, a diferencia de los pesticidas, actúan directamente sobre el vigor de la planta, haciéndola más tolerante tanto a estreses abióticos como bióticos (plagas y enfermedades).

Entre los bioestimulantes que podrían ser beneficiosos para contrarrestar los efectos dañinos del estrés abiótico en tomate se encuentran bacterias benéficas del suelo, dentro de las cuales *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens* forman parte de la oferta de bioestimulantes comerciales. La bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* es un microorganismo del suelo que se utiliza ampliamente en la agricultura con fines de biocontrol, por su capacidad para proteger las plantas de ciertos patógenos (Chen et al. 2012) y por su efecto promotor del crecimiento vegetal (Qiao et al., 2017). Basado en experimentos realizados con *Bacillus amyloliquefaciens* en INIA con tomates comerciales, esta rizobacteria mostró una mejora significativa en el porcentaje y velocidad de germinación,

Cuadro 1. Número de semillas germinadas e índice de vigor medido a los 5 y 10 días respectivamente después de la puesta en germinación de 10 semillas bajo condiciones control (T0) y con tratamiento de bioestimulante (T2). T0: planta control sin inoculación, y T2: planta con inoculación de *Bacillus amyloliquefaciens* con una concentración de 106 UFC/g en el sustrato al momento de aplicación.

Tratamiento	Nº semillas germinadas	Índice de vigor*
T0	8,20 ± 0,37 b	29,65 ± 1.26 c
T2	9,00 ± 0,32 a	32,72 ± 1.30 b

*Índice de vigor calculado a través de la multiplicación entre % germinación y la sumatoria de largo de radícula y brote de plantula (Das et al., 2017).

Cada valor representa el promedio ± SE (n = 10). Las medias que comparten la misma letra no difieren significativamente en el nivel de confianza del 95% según el método de comparación de medias de Tukey.

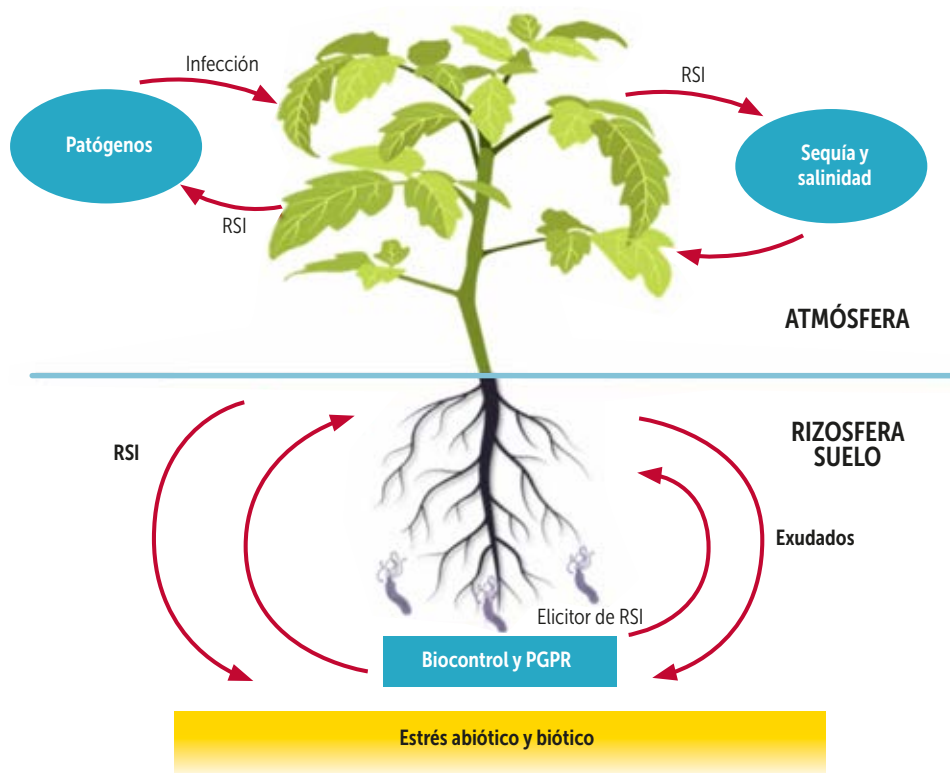


Figura 2. Esquema de acción de bacterias promotoras del crecimiento bajo condiciones de estrés.

y en el vigor de la planta (Cuadro 1) y el crecimiento vegetativo en etapas tempranas del desarrollo (Fig. 1). Similar respuesta observó Kleifeld y Chet (1992) usando otros bioestimulantes en diversos vegetales. Además, de acuerdo con Qiao et al. (2017), este tipo de bacterias pueden estimular el crecimiento de las plantas al aumentar la disponibilidad de nutrientes, mediante de la

producción de hormonas vegetales, sideróforos y ácidos orgánicos. Adicionalmente, las bacterias pueden producir distintos compuestos, entre los que lipopéptidos como surfactinas, iturinas y fenoglicinas, que proporcionan una resistencia sistémica inducida (RSI) a la planta, permiten contrarrestar los efectos dañinos de los estreses biótico y abiótico (Nihorimbere et al., 2017) (Fig. 2). Ra

REFERENCIAS

Chen Y, Cao S, Chai Y, Clardy J, Kolter R, Guo JH, Losick R. 2012. Una quinasa del sensor *Bacillus subtilis* involucrada en el desencadenamiento de la formación de biopelículas en las raíces de las plantas de tomate. *Mol Microbiol* 85 (3): 418-430.

Das M, Manisha Sharma M, Sivan P. 2017. Seed germination and seedling vigor index in *Bixa orellana* and *Clitoria ternatea*. *Int J Pure App Biosci* 5 (5): 15-19.

Isayenkov S & Maathuis J. 2019. Plant salinity stress: many unanswered questions remain. *Front Plant Sci* 10: 80

Isayenkov SV. 2012. Physiological and molecular aspects of salt stress in plants. *Cytol Genet* 46: 302-318. doi: 10.3103/S0095452712050040.

Kleifeld O & Chet I. 1992. *Trichoderma harzianum*- interaction with plants and effect on growth response. *Plant Soil* 144, 267-272. Doi: 10.1007/BF00012884

López DBS, Gómez-Vargas RM, Rubiano MFG & Buitrago RRB. 2012. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Rev. Mexicana cienc. agric.* 3 (7): 1401-1415.

Martínez JP, Sagredo B, Molinett S, Martínez J, Morales L. 2019. Portainjertos en tomate fresco en Chile para mitigar los efectos del cambio climático. Diciembre 2019. *Red Agrícola* N° 108: 72-75.

Moreno LP. 2009. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. *Agron Colomb* 27 (2):179-191.

Nahar K & Gretzmacher R. 2011. Response of Shoot and Root Development of Seven Tomato Cultivars in Hydroponic System under Water Stress. *Acad J Plant Sci* 4 (2): 57-63.

Nihorimbere V & Ongena M. 2017. Isolation of plant growth promoting *Bacillus* strains with biocontrol activity in vitro. *Merit Res. J. Microbiol. Biol. Sci.* 5(2): 013-021.

ODEPA. 2019. Base de datos estadísticos. Disponible en: <www.odepa.cl/rubro/hortalizas-frescas> Consultado: 7 de mayo de 2020.

Qiao J, Yu X, Liang X, Liu Y, Borriss R & Liu Y. 2017. Addition of plant-growth-promoting *Bacillus subtilis* PTS-394 on tomato rhizosphere has no durable impact on composition of root microbiome. *BMC microbiology* 17 (1), 131.

Rezaei MA, Jokar I, Ghorbanli M, Kaviani B & Kharabian-Masouleh A. 2012. Morphophysiological improving effects of exogenous glycine betaine on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. PS under drought stress conditions. *POJ* 5 (2): 79-86.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto FONDECYT N° 1180958 y Proyecto ANILLO PASSA ACT N° 192073, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.



Siga la recomendación del experto

Estrategia nutricional para HORTALIZAS

NovaTec® Classic
NovaTec® Solub
Vitanica® RZ
Fetrilon® Combi 2

