



Guerreras contra la salinidad que potencian el crecimiento vegetal

Eréndira Esmeralda Hernández*
Lidia Velasco Velasco

Colegio de Postgraduados campus Montecillo, Km 36.5, Carretera Federal México Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P 56264.

*Autor de correspondencia: hernandez.erendira@colpos.mx, número celular: 5520836525

La salinidad es uno de los muchos problemas que aquejan al suelo y afectan la agricultura. Entender el funcionamiento de los suelos con este particular problema ha sido todo un reto. Las rizobacterias desafían esta situación y contribuyen con las plantas para alcanzar su desarrollo.

Introducción

Cuando hablamos de la agricultura, nos imaginamos vastos campos verdes, grandes producciones o simplemente nos centramos en el producto obtenido. Pero rara vez nos detenemos a pensar en el suelo que sostiene esos cultivos. No pensamos en su salud, en sus propiedades, su composición o si el suelo es capaz de sostener vida. Hay muchas preguntas que podemos hacernos respecto a este sustrato natural. Somos grandes agricultores porque obtenemos nuestro alimento a costa de él, pero no imaginamos el daño que le causamos con la aplicación excesiva de fertilizantes (salinización), mal uso del riego y otros tantos malos manejos que le brindamos.

Por otro lado, de forma natural ya contamos con áreas que no son cultivables, especialmente en áreas áridas y semiáridas, y nos enfrentamos a un desafío invisible pero considerable: la salinidad del suelo.

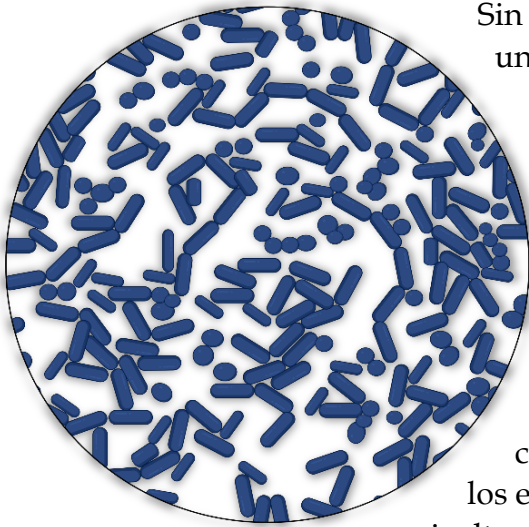




La salinidad en el suelo surge cuando en éste se acumulan niveles excesivos de sales, lo cual impacta adversamente en sus propiedades fisicoquímicas y reduce la diversidad microbiana.

Las sales en exceso en el suelo pueden obstaculizar la absorción de agua y nutrientes por parte las raíces de las plantas, provocando estrés hídrico y desequilibrios nutrimentales. Además, debilita la estructura del suelo, lo que resulta en una menor retención de agua, afecta la circulación de agua y aire, dificulta el adecuado desarrollo radical de las plantas; amenazando así la salud del suelo, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Lamz Piedra & González Cepero, 2013).

Por suerte, existen soluciones para abordar este problema. Métodos como la lixiviación, que consiste en lavar el suelo con agua para eliminar las sales acumuladas en las capas superficiales, pueden ayudar a reducir la salinidad, al igual que el uso de cultivos capaces de tolerar la salinidad.



Sin embargo, estos enfoques tienen limitaciones y requieren una inversión considerable de tiempo y esfuerzo. Ante los desafíos futuros, se hace necesario emplear simultáneamente tecnologías alternativas para promover la agricultura sostenible. Una de estas alternativas prometedoras es la aplicación de Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR).

Estas Rizobacterias actúan como inductores de tolerancia a la salinidad en las plantas y promueven su crecimiento. Ofrecen una posible solución para mitigar los efectos negativos de la salinidad del suelo en la agricultura, abriendo el camino hacia un futuro donde la tierra árida pueda florecer nuevamente con cultivos prósperos y sostenibles.

Las Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son una solución prometedora para abordar la salinidad en el suelo.



¿Sal en el Suelo? ¡No es un condimento es un problema!

Cuando escuchamos la palabra sal, normalmente la asociamos con su uso en la cocina. Sin embargo, es importante destacar que la sal también puede encontrarse en el suelo. *¿Alguna vez te has preguntado qué es la salinidad y qué factores contribuyen su presencia en el suelo?*

La salinidad del suelo se refiere a la cantidad de sales presentes en él, se mide a través de la conductividad eléctrica (CE). Se considera un suelo salino cuando la CE es mayor a 4 dSm^{-1} . Las sales minerales solubles presentes en el suelo incluyen los cationes como el sodio (Na^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+) y aniones como el cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}), y nitrato (NO_3^-). La salinidad del suelo más frecuente es causada por el cloruro de sodio (NaCl), aunque también

pueden presentar diferentes combinaciones de sales, como los cloruros y los sulfatos de sodio, calcio, magnesio, entre otros.

La salinización del suelo puede ocurrir por razones tanto naturales (primarias) como provocadas por acción antropogénica (secundarias), es decir, inducido por el ser humano y sus actividades. En el primer caso, la salinidad del suelo se debe al material original de éste, su proximidad al mar, la elevación sobre el nivel del mar, la intemperie y los depósitos marinos y lacustres.

En el segundo caso, la salinización del suelo está relacionada con el manejo inadecuado del agua para el riego, extracción excesiva de agua subterránea y uso excesivo de agroquímicos (Lamz Piedra & González Cepero, 2013).



La salinidad afecta todos los aspectos de la morfología, fisiología y bioquímica de las plantas, provocando una pérdida significativa del rendimiento del cultivo.



La salinidad: El desafío silencioso que amenaza la agricultura

La salinidad del suelo es el resultado tanto de procesos naturales como de la actividad humana, constituye un desafío relevante con implicaciones significativas para la sostenibilidad agrícola.

La salinidad afecta todos los aspectos de la morfología, fisiología y bioquímica de las plantas, provocando una pérdida significativa del rendimiento de los cultivos.

La salinidad dificulta la absorción de agua y nutrientes esenciales (K^+ , NO_3^- , PO_4^{3-}) por las raíces de las plantas, ya que la sal actúa como una barrera entre la raíz, ocasionando desequilibrios nutricionales (Fig. 1), además de afectar procesos biológicos como la germinación de semilla, crecimiento y desarrollo vegetativo, así mismo, se afectan procesos metabólicos como la fotosíntesis.

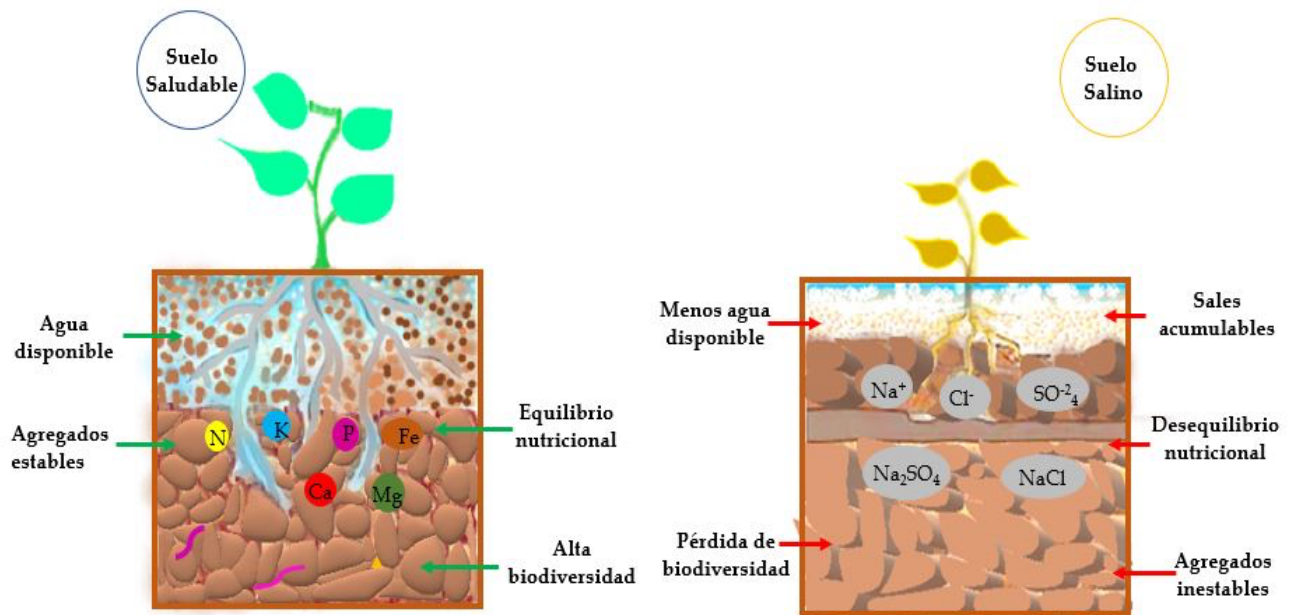


Figura 1. Comparación de un suelo saludable y un suelo salino

Actualmente más del 74% de los suelos dedicados a la agricultura a nivel mundial muestran problemas de salinidad (Argentel *et al.*, 2017).



Sobreviviendo al cambio, sobreviviendo a la salinidad...

Evolutivamente, las plantas han adquirido habilidades de supervivencia; al desarrollarse o enfrentarse a una situación o un ambiente salino (suelos salinos). Éstas, tienden a asociarse y desarrollar mecanismos de interacción con microorganismos que se encuentran en su entorno radical o “rizosfera”.

Hoy en día, se le conoce como microbioma al conjunto de microorganismos que habitan dentro y fuera del sistema radical. A este, lo integran nuestras guerreras, las PGPR; como su nombre le atribuye, promueven el crecimiento vegetal por medio de distintos mecanismos que éstas poseen directa o indirectamente.

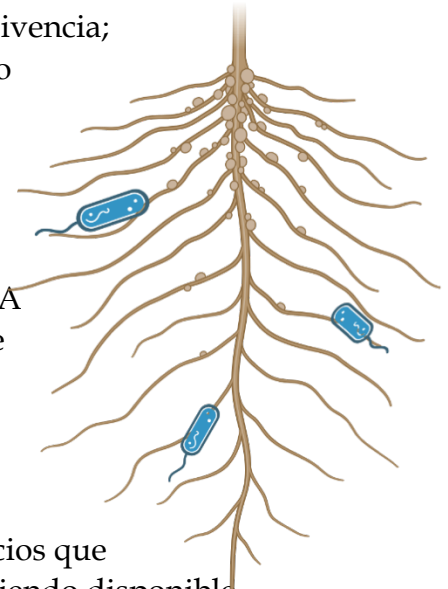
¿Por qué las llamamos guerreras?

Las nombramos de esta forma, por los múltiples beneficios que aportan a las plantas, como proveer nutrientes, haciendo disponible y asimilable nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros. Por otro lado, promueven el crecimiento mediante la producción de metabolitos como las auxinas principalmente, también tienen un efecto de bio control, es decir, protegen a las plantas de otros enemigos (patógenos).

Las características que las hace únicas, es la capacidad que tienen de brindar protección y resistencia a las plantas para tolerar condiciones adversas, o mejor conocido como resistencia a estrés de tipo abiótico. Este tipo de estrés, que padecen las plantas es inducido por la salinidad del suelo del medio en el que se encuentran.

Y las guerreras, ¿Qué más hacen y cómo ayudan a las plantas?

En este sentido, las Rizobacterias les confieren esa resistencia a las plantas, debido a la producción de metabolitos (auxinas), principalmente ácido indol acético (AIA) que participan en la división, elongación y diferenciación celular.





Las Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal presentan mecanismos específicos que estimulan el crecimiento y permiten la tolerancia al estrés por salinidad

Las Rizobacterias también tienen la capacidad de modular la producción de este metabolito (AIA) mejorando el crecimiento de la planta, aumenta la biomasa y el área de superficie de la raíz y producción de raíces laterales en la planta.

Mediante la producción de 1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACC) desaminasa hidroliza el ACC. El ACC es oxidado por una enzima, la ACC Oxidasa que lleva a la producción del etileno; siendo este, la hormona que ocasiona al envejecimiento celular vegetal, producido en las plantas inducido por factores que causan estrés como la salinidad del suelo, sequía, entre otros.

Pero gracias a las Rizobacterias que presentan esta capacidad de producción de la enzima ACC desaminasa permite la reconversión (hidroliza) de la ACC, transformándolo a amoníaco y α -cetobutirato, y esto puede ser utilizado como fuente de nitrógeno y con ello causan la reducción del nivel de etileno en las plantas; mejorando así el crecimiento vegetal (Ravanbakhsh *et al.*, 2018) (Fig. 2).

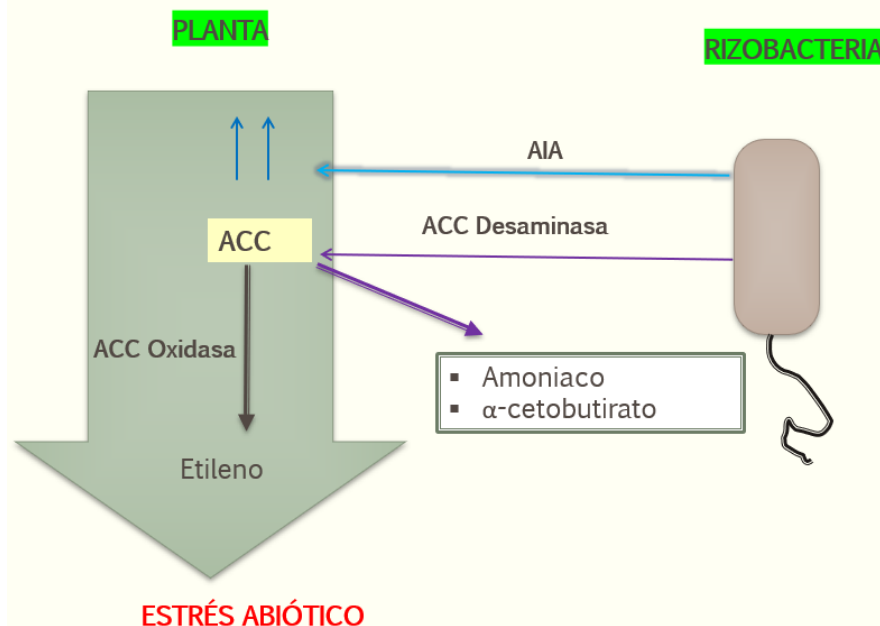


Figura 2. Modulación del etileno por Rizobacterias



Conclusiones

Las Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son una solución prometedora para abordar la salinidad en el suelo, ya que cumplen un rol específico en las plantas y su capacidad para tolerar estrés tipo abiótico mediante la producción de metabolitos. En el suelo también se encuentran habitando este tipo de microorganismos, los cuales además de soportar las condiciones de su entorno, favorecen el crecimiento de las plantas. La interacción entre las rizobacterias y las plantas representa una oportunidad para mejorar la productividad y la resiliencia de los cultivos en suelos salino, además que son áreas de estudio que merecen atención para maximizar su potencial en la mejora de la producción.



Literatura recomendada



Argentel M.L., Fonseca R.I., Garatuza P.J., Yépez G.E., González A.J. 2017. Efecto de la salinidad en callos de variedades de trigo durante el cultivo in vitro. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 477-488.

Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. 2013. La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(0258-5936).

Ravanbakhsh M, Sasidharan R, Voeselek L, Kowalchuk GA, Jousset A (2018) Microbial modulation of plant ethylene signaling: ecological and evolutionary consequences. *Microbiome* 6:52

Semblanzas de autores

M.C. Eréndira Esmeralda Hernández Andrade

Ingeniera en Agronomía por la UAM-X, maestra en ciencias, especialidad: Edafología; subespecialidad: Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos, por el Colegio de Postgraduados, actualmente Doctorante, donde investiga el efecto de la salinidad en el huauzontle

M.C. Lidia Velasco Velasco

Ingeniera especialista en suelos por la UACH, maestra en ciencias por el Colegio de postgraduados, colabora como asesora de tesis de estudiantes de la UACH, cuenta con experiencia en microbiología agrícola y su línea de investigación son las PGPR y Micorrizas arbusculares.

