



## Ácido ascórbico: alternativa para mitigar el estrés salino

Gael Josef Serna Solis<sup>1</sup>  
Carlos Abel Ramírez Estrada<sup>1</sup>  
Omar Cástor Ponce García<sup>2</sup>  
Martín Armando Alonso Gómez<sup>1</sup>  
Alejandro Palacio-Márquez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua, Km 2.5 Carretera Delicias a Rosales, 33000 Delicias, Chihuahua, México

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, campo experimental Delicias. Labor Ejido Rosales Kilómetro 2, Delicias, 33000 Delicias, Chih.

\*Autor para correspondencia: apalaciom@uach.mx

**Las plantas pueden sufrir diferentes tipos de estrés como el estrés salino, que causa graves problemas para la producción agrícola. El ácido ascórbico es un compuesto antioxidante que se produce en las plantas y que ha demostrado tener efectos positivos en los cultivos frente al daño oxidativo. Los detalles de cómo este importante y desatendido compuesto se detallan a continuación.**

### Introducción

Las plantas pueden sufrir diferentes tipos de estrés: el biótico y el abiótico (Figura 1). El estrés biótico es causado por seres vivos como bacterias u hongos originando plagas y enfermedades. Además, este estrés también es causado por

El estrés abiótico es causado por factores que no tienen vida, como la falta de agua, altas temperaturas y el estrés salino.

competencia con otras plantas como malezas que le roban recursos como agua, nutrientes o luz. Por el contrario, el estrés abiótico es causado por factores que no tienen vida, como puede ser estrés por falta de agua, estrés por temperaturas no aptas para la planta, estrés lumínico, contaminación y salinidad. Este último es un tema de gran interés para la comunidad científica, debido a los problemas que ha generado en los suelos agrícolas.

El estrés salino en los cultivos es un tema complejo y grave para la producción agrícola. Las plantas tienen componentes osmóticos e iónicos encargados de tener una homeostasis en las células, es decir, tener un equilibrio dentro de cada célula.



El estrés salino también altera estos mecanismos iónicos y osmóticos. Estos componentes funcionan a través de solutos como azúcares y aminoácidos, al haber un incremento de sales en el medio de desarrollo de la raíz, en respuesta al estrés se elevan estos componentes alterando las relaciones osmóticas e iónicas de la planta más de lo que puede resistir cada célula. Este ambiente ocasiona estrés por salinidad y provoca un desequilibrio en la célula que afecta el funcionamiento de la planta, su crecimiento y desarrollo, adelantar la senescencia hasta llegar al colapso total.

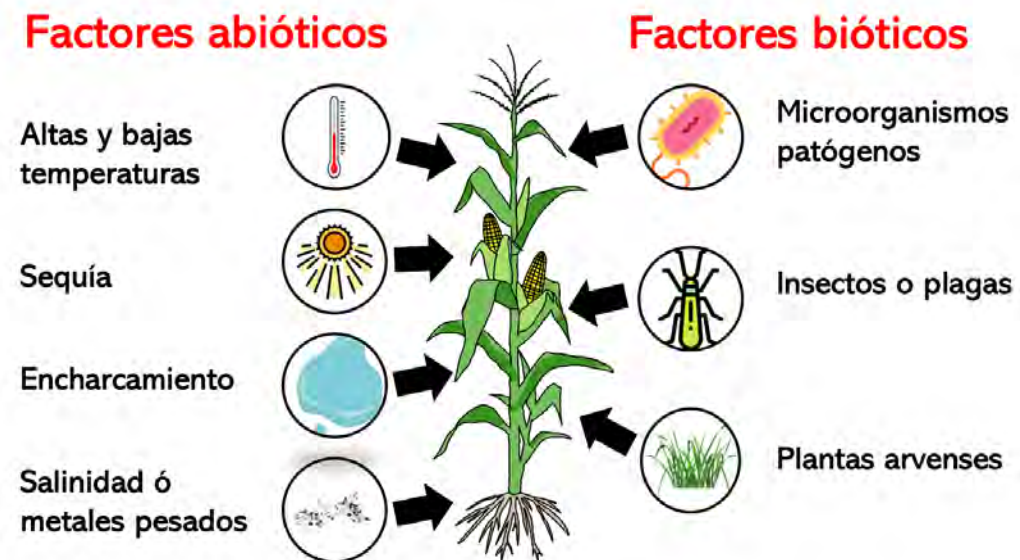
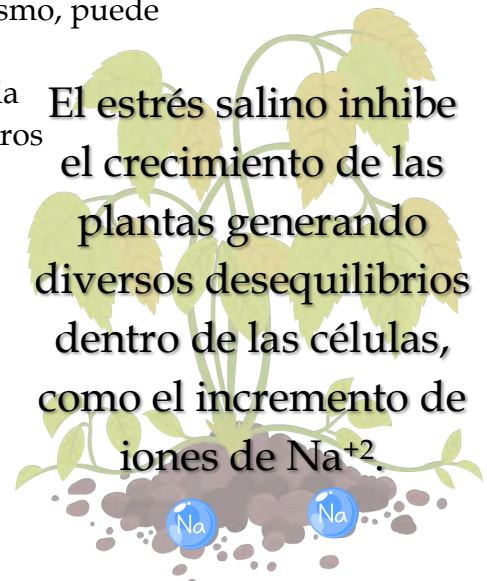


Figura 1. Factores causantes de estrés en los cultivos agrícolas.

El estrés salino inhibe el crecimiento de las plantas al romper la homeostasis celular, generando diversos desequilibrios en la planta. Así mismo, puede ser un incremento en la concentración de iones de  $\text{Na}^{2+}$  que ocasionan deficiencias de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . La modificación en la relación de estos nutrientes esenciales provoca problemas severos de crecimiento, incluso la muerte celular, sin embargo, si se actúa de manera rápida existe una posibilidad de recuperar a una planta de este estrés y así que vuelva a su estado normal.

El estrés salino inhibe el crecimiento de las plantas generando diversos desequilibrios dentro de las células, como el incremento de iones de  $\text{Na}^{2+}$ .





### Funciones del ácido ascórbico (AA) en la planta

OCC(O)C(O)C1=CC(=O)C(O)O1

El AA es un compuesto antioxidante que se produce en las plantas a partir de un carbohidrato, la glucosa. Este antioxidante es de suma importancia ya que se encarga de ser un antioxidante, regulador de la función de enzimas y precursor de otros compuestos dentro de la célula que pueden afectar o beneficiar directa o indirectamente a la planta, principalmente, es considerado como un metabolito que actúa en defensa contra diferentes tipos de estrés, como pudiera ser el estrés salino.

Diversas investigaciones han encontrado que el AA es un quelante natural, es decir, el AA puede ayudar a evitar la interacción de los nutrientes con otros compuestos del suelo dejándolos en una forma en la que la planta los pueda absorber fácilmente. Por ejemplo, en la región Centro Sur de Chihuahua, región que se caracteriza por tener suelos con problemas de salinidad, se hace difícil para las plantas obtener micronutrientes como el hierro o el zinc por la forma en la que están presentes en el suelo. Esto ocurre ya que la alta concentración de sales en el suelo aumenta el potencial osmótico, lo que dificulta que las plantas puedan absorber agua y, por lo tanto, nutrientes. El uso de AA en este tipo de suelos puede ser una alternativa para promover disponibilidad de estos iones aminorando el daño por la salinidad.

El ácido ascórbico es un compuesto antioxidante que se encuentra en las plantas, considerado como un metabolito de defensa contra el estrés salino.

### Impacto del Ácido Ascórbico en condiciones de estrés salino



Figura 2. Efectos de la aplicación de ácido ascórbico sobre las plantas.

El AA participa en diversos procesos fisiológicos en la planta (Figura 2), es un compuesto que se sintetiza en mayor cantidad cuando la planta enfrenta algún tipo de estrés o desequilibrio celular, es decir es un mecanismo de defensa que actúa sobre la protección de lípidos y proteínas, regulación de la actividad fotosintética, disminución de la

transpiración y protección de pigmentos fotosintéticos, además promueve una elevación en el contenido de la vitamina C, el cual es un compuesto antioxidante, lo que da como resultado una defensa contra las especies reactivas de oxígeno.



Un método de acción del ácido ascórbico es proteger a las células de un daño oxidativo, lo que conlleva un mayor equilibrio celular.

Sin embargo, en casos de estrés abiótico severo la producción de AA no sería suficiente y la planta tendría un daño irreversible, por ello la aplicación exógena de AA en rangos de 50 a 500 mg por litro puede ser una herramienta para incrementar la cantidad de este antioxidante, lo que implica una mejora en la defensa contra los diferentes tipos de estrés abiótico, especialmente estrés salino. De esta manera se estaría promoviendo la protección celular de un daño oxidativo al mejorar el equilibrio celular por lo que la planta fortalecería sus defensas evitando los daños que pudiera causar dicho

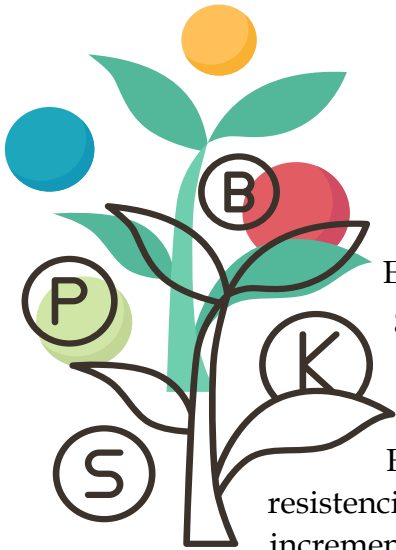
estrés. Cabe destacar que la venta de productos comerciales con ácido ascórbico es aún limitada.

Diversos estudios indican resultados favorables al aplicar AA en diferentes cultivos, por ejemplo, al agregar este antioxidante en un tratamiento de unos esquejes de crisantemo hubo una gran mejoría en las plantas, ya que el diámetro de tallo, el peso, número de frutos y su calidad mejoraron significativamente, lo que incrementa el rendimiento del cultivo y disminuyeron los efectos del estrés. En cuanto a sus efectos sobre el estrés salino, aplicaciones en forma foliar o al suelo mediante fertirrigación ha tenido efectos positivos en crecimiento y rendimiento en maíz, frijol, trigo, avena, cebada, entre otros cultivos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Aplicación de ácido ascórbico ante el estrés salino en diversos cultivos agrícolas.

Tipo de aplicación	Cultivo	Principales efectos
Aplicación mediante la solución nutritiva	Maíz	Incrementó el largo y ancho de la parte radicular y aérea, mayor contenido de clorofila y más acumulación de biomasa.
Aplicación mediante imbibición de la semilla	Frijol	Redujo el estrés oxidativo e incremento el crecimiento de las plántulas.
Aplicado de manera foliar	Trigo	Incrementos significativos en el contenido de pigmentos fotosintéticos, el contenido antioxidante y redujo la cantidad de osmolitos en la célula.
Aplicado de manera foliar	Cebada	Se incrementó la cantidad de biomasa, el rendimiento y la absorción de nutrientes en comparación con las plantas estresadas.
Aplicado en forma de solución nutritiva	Avena	Incrementó los parámetros relacionados con el crecimiento y desarrollo vegetativo.





### Retos para la juventud

El estrés salino y su efecto negativo sobre los cultivos es un problema grande, el cual es muy notorio en la región centro sur de Chihuahua, generando grandes pérdidas económicas, debido a esto es necesario desarrollar alternativas que puedan mitigar estos efectos.

El AA se presenta como una excelente opción para incrementar la resistencia de los cultivos a este tipo de estrés, sin embargo, es necesario incrementar el número de investigaciones relacionadas a este tema, ya que sus efectos continúan siendo poco explorados. Para realizar estas innovaciones es necesario que la sociedad académica estudiantil esté al tanto de ellas ya que es un problema futuro que, en conjunto con el crecimiento poblacional, los obliga a generar alternativas menos dañinas sin afectar la productividad de los cultivos.

Además, el AA es benéfico para la salud de las personas, por lo que entregar un producto agrícola con una mayor cantidad de AA beneficia al consumidor, pues esta molécula es esencial para el cuerpo humano; al incrementar las defensas ante infecciones y ayudando a asimilar micronutrientes, como el hierro.

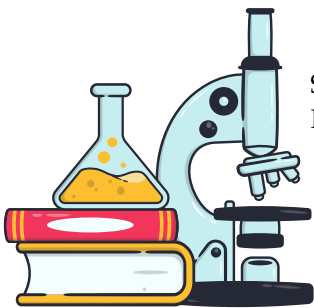
### Conclusión

El ácido ascórbico es un compuesto prometedor para su uso en la agricultura al ser un componente natural de las plantas no tendrá repercusiones en la salud de las personas ni en la contaminación del ambiente. La aplicación exógena de ácido ascórbico puede mejorar los cultivos, promover una mayor resistencia al estrés salino mejorando el rendimiento y calidad de cultivos sin incrementar el impacto ambiental. Por lo tanto, urge que los nuevos estudiosos del ramo agrícola exploren aún más este y otros compuestos con aplicación en la producción sostenible de cultivos.





### Literatura recomendada



Sousa, C. H. C. de, Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., Nobre, R. G., & Silva, L. A. (2018). Morfofisiología del rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo estrés salino y tratamientos con ácido ascórbico. *Agronomía Colombiana*, 36(3), 257-265.

<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n3.74149>

Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R., & González-Díaz, J. G. (2011). Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(SPE2), 73-81.

Cisne Contreras, J. D., Muñoz, I., & Reyes, H. (2007). Reguladores de crecimiento, L-Cisteína y ácido ascórbico en el cultivo in vitro de mora (*Rubus glaucus* Benth). *La Calera*, 7(8), 59-64.



### Semblanzas de autores



**Gael Josef Serna Solís.** Estudiante de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, cursando el 4to semestre de la carrera Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

**M. C. Omar Cástor Ponce García.** Ingeniero Agrónomo por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, M. C. en Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Jefe del Campo Experimental Delicias en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Forestales (INIFAP).

**M. C. Carlos Abel Ramírez Estrada.** Maestría en ciencias, con terminación en Horticultura, estudiante de doctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) y profesor investigador en la facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH).

**M. C. Martín Armando Alonso Gómez.** Maestría en ciencias en Parasitología Agrícola, especializado en las áreas de Entomología y Nematología en la UAAAN, profesor investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

**Dr. Alejandro Palacio Márquez.** Doctor en ciencias, con terminación en horticultura por parte del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), profesor investigador en la facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Miembro del SNII nivel I.

