



¿Qué le ocurre a la planta de chícharo cuando hay exceso de sal en el suelo?

Carlos Salgado Cruz, Aranza Penélope Carvajal Lira, María Myrna Solís
Oba, Rubria Marlen Martínez Casares

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada

Autor para correspondencia: msolis@ipn.mx

Resumen

La salinidad del suelo es uno de los principales factores que limitan la productividad agrícola a nivel mundial, especialmente en regiones donde el riego y el manejo del suelo no se realizan de manera adecuada. El estrés salino afecta negativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento de numerosos cultivos, entre ellos el chícharo (*Pisum sativum*), una leguminosa de gran importancia nutricional y agrícola. La acumulación excesiva de sales, principalmente cloruro de sodio, provoca alteraciones fisiológicas y bioquímicas en el chícharo, como estrés osmótico, toxicidad iónica y estrés oxidativo, que impactan en procesos clave como la germinación, el desarrollo vegetativo, la fotosíntesis, la absorción de nutrientes y el equilibrio hídrico. En esta revisión se describen los principales efectos del estrés salino en el chícharo, así como los mecanismos de respuesta de la planta, incluyendo la activación de sistemas antioxidantes y el ajuste osmótico. Para la búsqueda de los artículos científicos para llevar a cabo esta revisión se utilizó la plataforma Google Académico, tomando como periodo de búsqueda 2017 al 2025. Comprender estos procesos resulta fundamental para promover prácticas agrícolas más sostenibles y mitigar los efectos negativos de la salinidad en los sistemas productivos.

Palabras clave: chícharo, estrés salino, estrés oxidativo, productividad agrícola.



Abstract

Soil salinity is one of the main factors limiting agricultural productivity worldwide, especially in regions where irrigation and soil management are not carried out properly. Salt stress negatively affects the growth, development, and yield of numerous crops, including pea (*Pisum sativum*), a legume of great nutritional and agricultural importance. The excessive accumulation of salts, mainly sodium chloride, causes physiological and biochemical alterations in peas, such as osmotic stress, ionic toxicity, and oxidative stress, which impact key processes such as germination, vegetative development, photosynthesis, nutrient absorption, and water balance. This review describes the main effects of salt stress on peas, as well as the plant's response mechanisms, including the activation of antioxidant systems and osmotic adjustment. To search for scientific articles to carry out this review, the Google Scholar platform was used, taking the search from 2017 to 2025. Understanding these processes is essential to promote more sustainable agricultural practices and mitigate the negative effects of salinity in production systems.

Keywords: pea; salinity stress; oxidative stress; agricultural productivity.





Introducción

Las plantas pueden estar sometidas a diferentes tipos de estrés biótico (bacterias, hongos, virus) y abiótico (sequía, altas temperaturas, salinidad o cambios en la disponibilidad de nutrientes en el suelo). Ante el estrés abiótico pueden reaccionar de dos maneras, dependiendo principalmente de la intensidad. El primero es el mecanismo de tolerancia, el cual permite mantener una alta actividad metabólica bajo estrés no muy severo y si es más severo mantiene una actividad reducida. En cambio, el mecanismo de evasión reduce al mínimo la actividad metabólica y mantiene en reposo o durmiente a la planta ante condiciones extremas de estrés (Luquez y Petigrosso 2023).

De todas las formas de estrés abiótico a los que las plantas están expuestas el estrés hídrico y el salino son los más comunes. El estrés hídrico está directamente relacionado con el equilibrio osmótico, lo cual puede provocar estrés debido a un aumento de la presión osmótica en la zona radicular, afectando también la absorción y disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno, calcio, potasio, fósforo, hierro y zinc (Alharbi y Alghamdi 2022; Mustafa *et al.* 2024; Luquez y Petigrosso 2023).

La salinización secundaria (no natural) es causada por las actividades antropogénicas, principalmente por prácticas agrícolas inadecuadas como el manejo incorrecto del agua, el uso de agua de baja calidad para el riego, la aplicación excesiva de fertilizantes químicos, el uso de agua de riego salina y condiciones de drenaje del suelo deficiente. La salinidad en los suelos es causada principalmente por el cloruro de sodio (NaCl), aunque también por otras sales como sulfato de calcio, bicarbonato de calcio, cloruro de magnesio y bicarbonato de magnesio (Victoria *et al.* 2025).

El exceso de salinidad en el suelo afecta el desarrollo y la producción en la agricultura, ya que es una de las principales causas de la infertilidad del suelo. La exposición o el crecimiento de las plantas en ambientes con un alto estrés salino puede generar diversos problemas como afectaciones en el tiempo de crecimiento, desarrollo deficiente, clorosis o amarillamiento en las hojas y afectaciones en los sistemas antioxidantes, normalmente afecta todas las etapas fenológicas de la planta, desde la germinación hasta la maduración (Alharbi y Alghamdi 2022). La salinidad también limita el crecimiento y el desarrollo de microorganismos benéficos y simbióticos en los suelos.

Chícharo (*Pisum sativum*)

La planta de chícharo es una leguminosa de gran importancia que se cultiva a nivel mundial, de la cual se utilizan principalmente sus granos o semillas como alimento, ya que tienen un alto valor nutricional, debido a su contenido de proteínas (19- 27%), vitaminas (A, C, K, tiamina, niacina, ácido fólico y piridoxina), minerales (Fe, Mg, P y Zn) y antioxidantes. También se cultiva como forraje para animales, como abono para mejorar la calidad del suelo y para la rotación de cultivos debido a la fijación de nitrógeno (Ehtaiwwesh y Emsahel 2020). De acuerdo con lo reportado por otros investigadores, se ha demostrado que la planta de chícharo es más sensible a la salinidad en comparación con otras leguminosas como el haba y la

soya, ya que el rendimiento del chícharo en campo se reduce en casi un 50% a 100 mM de NaCl y su productividad disminuye cuando se expone a altos niveles (Ehtaiwwesh y Emsahel 2020; Khan *et al.* 2022).

A continuación, se explican los efectos negativos que tiene el estrés salino en las plantas de chícharo (figura 1):

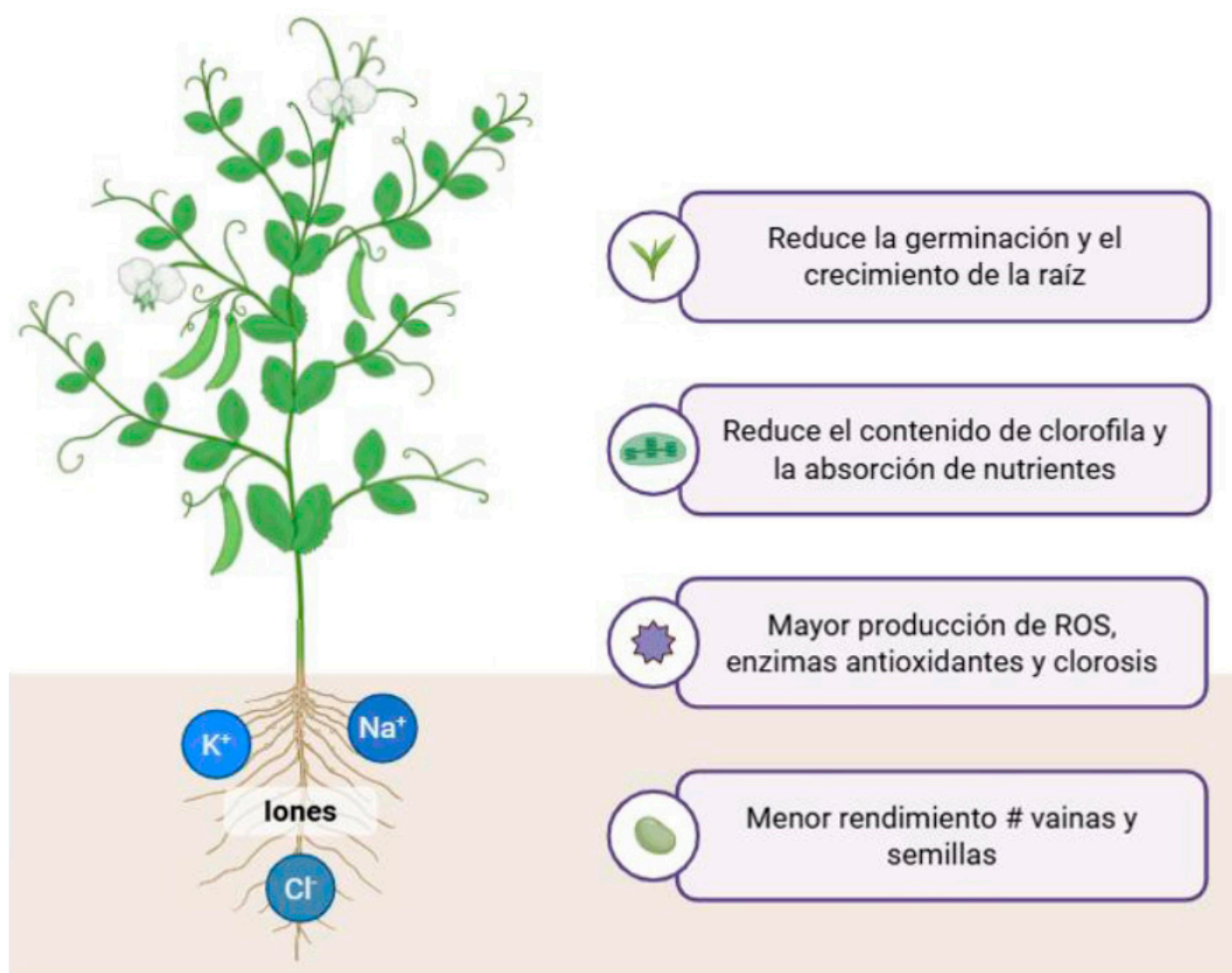


Figura 1. Efectos del estrés salino en *Pisum sativum*

Germinación y desarrollo

Cuando las semillas y plantas de chícharo son sometidas a altas concentraciones de sal, disminuye la germinación y el crecimiento. Lo cual afecta gravemente a la planta, ya que las etapas de germinación y desarrollo vegetativo son fases primordiales para la supervivencia y el establecimiento de la planta. Lo cual reduce el porcentaje de germinación, la velocidad de germinación, la altura de la planta, el número de ramas y el número de hojas. Un exceso de sal también afecta en la fotosíntesis, en la formación de nódulos y en la aparición de infecciones (Ehtaiwwesh y Emsahel 2020; Yousef y Malik 2020).

Estrés oxidativo

Por lo general la acumulación de sal provoca un aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) en las raíces y en los tejidos foliares. Algunas de las ROS más comunes son el anión superóxido (O_2^-), el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el radical hidroxilo (OH). Como mecanismo de defensa para regular el exceso de ROS la planta aumenta la producción de enzimas antioxidantes. La superóxido dismutasa (SOD) es la primer enzima en actuar contra las ROS, ya que el radical superóxido es un precursor de diversas especies altamente reactivas, por lo cual, mantener una concentración estable de superóxido mediante la SOD es un mecanismo de defensa crucial (Alharbi y Alghamdi 2022). La actividad de

la peroxidasa (POD) indica cambios en la pared celular y en la integridad de la membrana en las hojas de las plantas, la catalasa (CAT) sirve como mecanismo de defensa contra el H_2O_2 , lo convierte en O_2 y H_2O , estas enzimas protegen a la planta del daño celular provocado por las ROS. El exceso de ROS provoca la peroxidación de los lípidos y la formación de niveles elevados de productos de oxidación lipídica, como el malondialdehído (MDA) el cual deteriora la integridad de la membrana y la funcionalidad celular. Por lo tanto, el contenido de MDA sirve comúnmente como marcador de estrés oxidativo (Alharbi y Alghamdi 2022; Sergiev y Atanasova 2018).

Pigmentos fotosintéticos

Altas concentraciones de sal causan una disminución en los pigmentos fotosintéticos como la clorofila a, b y total. Lo cual podría ser causado por la acumulación de iones de Na^+ y de Cl^- en las hojas, lo cual provoca una alteración en la síntesis de clorofila, de carotenoides y provoca

clorosis o amarillamiento en las hojas. También causa un incremento en la producción en la enzima clorofilasa (degradadora de la clorofila), disminuyendo las moléculas de clorofila, lo que provoca la degradación de la estructura de los cloroplastos (Alharbi y Alghamdi 2022).

Estrés osmótico

Es un mecanismo mediante el cual las plantas contrarrestan al estrés salino, el cual es inducido por altos niveles de salinidad. Es un proceso crítico para mantener el contenido de agua celular, ya que incrementa la concentración neta de solutos o reduce el potencial hídrico de la célula mediante el ajuste osmótico. El estrés salino provoca un aumento en la acumulación de iones sodio (Na^{+}) en los tejidos vegetales, al mismo tiempo se reduce la absorción y concentración de iones potasio (K^{+}), este desequilibrio $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ afecta procesos metabólicos como la activación enzimática y la regulación estomática. La salinidad afecta también el contenido relativo de agua en las hojas (RLWC), altas concentraciones disminuyen considerablemente el RLWC, dicha disminución puede estar asociada con la pérdida de turgencia celular, cierre estomático y reducción en la capacidad fotosintética (Alharbi y Alghamdi 2022).

La acumulación de iones Na^{+} y Cl^{-} en la rizosfera es toxica para la planta, ambos iones afectan negativamente el crecimiento, los iones Na^{+} disminuyen la absorción de agua y de nutrientes esenciales como el calcio y el potasio, lo que provoca un desequilibrio osmótico y nutricional. Los iones de Cl^{-} se acumulan principalmente en las hojas, altas concentraciones afectan el crecimiento de la planta. La alta concentración iónica provoca estrés oxidativo, lo que aumenta la producción de ROS, ocasionando déficit hídrico al disminuir la absorción de agua por parte de las raíces (Ishrat y Chaudhury 2022).

Diversos autores han reportado que la aplicación de sales en el cultivo de chícharo afecta de manera importante a la planta, como se observa en la tabla 1.

Concentración (NaCl)	Efectos	Autores
0, 150 y 300 mM	Disminución en: Clorofila: 57.7% Altura de la planta: 36.6% Peso seco: 32.3% A una concentración de 300 mM	De Sousa, (2017)
0, 250 y 500 mM	Disminución en: Longitud radicular: 19% Longitud de la hoja: 42.3% Peso seco: 35.7%	Yousef et al. (2020)
0, 50, 100, 200 y 400 mM	Disminución en: Porcentaje de germinación: 80% Longitud de radícula (semilla): 74% Longitud de plúmula: 87% Clorofila: 66% Longitud radicular: 70% Peso seco: 65%	Alharbi et al. (2022)
0, 50 y 100 mM	Disminución en: Longitud radicular: 18.7% Longitud del brote: 29.8% Peso seco: 47.3%	Mustafa et al. (2024)

Tabla 1. Efectos del estrés salino en el chícharo



Conclusiones

Es importante conocer las causas y los efectos del estrés salino en las plantas, en esta revisión en particular en el chícharo, ya que afecta principalmente el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, lo cual impacta en la producción agrícola. De acuerdo con la información encontrada se ha mostrado que la salinidad originada principalmente por prácticas agrícolas inadecuadas provoca alteraciones fisiológicas y bioquímicas que afectan en todo el ciclo de crecimiento de la planta desde la germinación hasta la maduración. Los principales efectos del estrés salino son la reducción del crecimiento vegetal, el desequilibrio nutricional y las alteraciones en los sistemas

antioxidantes. Por lo cual es de suma importancia comprender los mecanismos mediante los cuales el estrés salino afecta al chícharo para desarrollar estrategias de manejo agrícola más sostenibles, como un sistema de riego adecuado, el mejoramiento del drenaje y una selección adecuada de prácticas que reduzcan el exceso de salinidad en el suelo. De igual manera resulta importante conocer la sensibilidad y tolerancia del chícharo ante el estrés abiótico como la salinidad y los mecanismos de defensa y adaptación que presenta la planta cuando se desarrolla o cultiva en este tipo de ambiente.



¿Qué le ocurre a la planta de chícharo cuando hay exceso de sal en el suelo?

Referencias

Alharbi K, Al-Osaimi A, Alghamdi B (2022) Sodium chloride (NaCl)-induced physiological alteration and oxidative stress generation in *Pisum sativum* (L.): A toxicity assessment. ACS omega. 7: 20819-20832.

De Sousa Leite T (2017) Efeito da irrigação salina no crescimento inicial de *Pisum sativum* L. Agropecuaria Científica No Semiárido, 13: 270-274.

Ehtaiwweh A, Emsahel M (2020) Impact of salinity stress on germination and growth of pea (*Pisum sativum* L.) plants. Sci. 35: 146-159.

Ishrat F, Afrasiab H, Chaudhury F (2022) Effects of salinity stress on growth and physio-biochemical parameters of three pea (*Pisum sativum* L.) cultivars of different maturity duration. Advancements in Life Sciences. 9: 380-391.

Khan M, Baset M, Quddus M, Sarker K, Rahman M, Skalicky M, Hossain A (2022) Salinity-induced physiological changes in pea (*Pisum sativum* L.): Germination rate, biomass accumulation, relative water content, seedling vigor and salt tolerance index. Plants. 11: 1-15.

Luquez J, Eyherabide G, Petigrosso L (2023) Tolerancia a la salinidad del suelo en especies de interés agronómico: Importancia de su estudio en el contexto de cambio climático. Nexos. 34: 12-19.

Mustafa G, Chaudhari S, Manzoor M, Batoool S, Hatami M, Hasan M (2024) Zinc oxide nanoparticles mediated salinity stress

mitigation in *Pisum sativum*: a physio-biochemical perspective. BMC Plant Biology. 24: 1-15. Sergiev I, Todorova D, Atanasova L (2018) High salinity-induced proline and polyamine changes in organs of pea (*Pisum sativum* L. cv. ran). Comptes Rendus de L Academie Bulgare des Sciences. 71: 1479-1487.

Victoria P, Magdaleno H, Nolasco A, Velázquez J, Cárdenas G, Maldonado N (2025) La salinización del suelo cultivable: causas, problemática actual asociada al cambio climático y áreas de oportunidad. Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia y Sociedad. 3: 83-101.

Yousef F, Shafique F, Ali Q, Malik A (2020) Effects of salt stress on the growth traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. Biological and Clinical Sciences Research Journal. 29: 1-6.

