



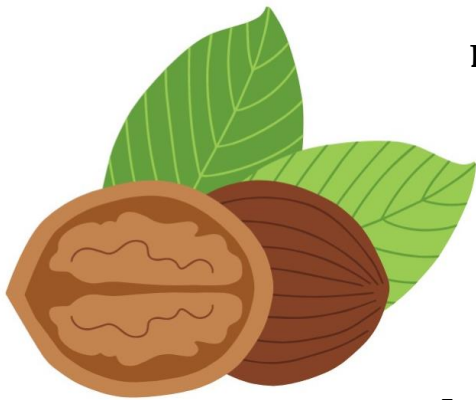
Salinidad: Desafío para el cultivo del nogal pecanero

Yahira Xulei Salazar Gutiérrez¹
Elisa Andrea Payán López¹
Carlos Abel Ramírez Estrada²
Alejandro Palacio-Márquez^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua, Km 2.5, Carretera Delicias a Rosales, 33000 Delicias, Chihuahua, México.

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Av. 4 Sur 3828, Pablo Gómez, 33088 Delicias, Chihuahua, México.

*Autor para correspondencia: apalaciom@uach.mx Tel. (639) 119 4905



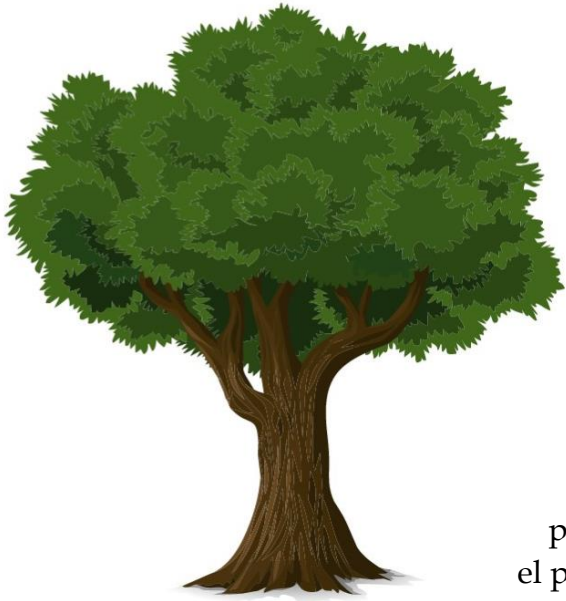
La salinidad es uno de los problemas que limita la producción de los cultivos. En el caso del nogal pecanero, cultivo que se produce en zonas áridas, genera problemas en el crecimiento, coloración de las hojas y sobre todo la calidad del fruto. Sin embargo, existen alternativas para el manejo de la salinidad, que permiten a los nogaleros seguir manteniendo cosechas de calidad con el objetivo de brindar mejores frutos a los consumidores.

Introducción

El nogal pecanero es considerado un cultivo de alto impacto para México, debido a que actualmente existen 161 mil hectáreas sembradas, con un valor de producción de 12,896 millones de pesos, en especial en la zona norte del país, en los estados de Chihuahua, Sonora y Coahuila, donde se concentra 89.6% de la producción.

El nogal es conocido como un cultivo sensible a la salinidad, la cual es la cantidad de sales neta presentes en un suelo agrícola.





El nogal pertenece a la familia de las Juglandáceas, las cuales son árboles caracterizados por producir fruto en forma de nuez. Asimismo, dicho fruto es considerado como un super alimento ya que contiene una alta concentración de vitaminas, minerales y sobre todo, compuestos antioxidantes, además, contiene ácidos grasos que ayudan a reducir el colesterol y prevenir enfermedades cardiovasculares. A pesar de su alto impacto económico, dicho fruto se considera un cultivo en crecimiento, debido a que cada vez se utiliza en más preparaciones, ya sea como consumo en seco o mediante el procesado de la almendra para formar postres y harinas.

Problemas en la producción de nueces de nogal pecanero

El nogal pecanero se ha adaptado a las condiciones de clima semiárido, el cual es característico de la zona norte del país, así como la zona sur de los Estados Unidos de América, los cuales son los principales productores de este cultivo. En condiciones óptimas el ciclo vegetativo del nogal varía entre los 230 y 250 días tolerando tanto temperaturas bajas como altas,

también, es un cultivo que requiere una buena nutrición, especialmente nutrientes como el zinc, nitrógeno, fósforo y potasio. Es considerado como un cultivo de alta demanda de agua, con poca tolerancia a la sequía y a la salinidad, la cual es la cantidad de sales presentes en un suelo agrícola. Para conocer el nivel salino de un suelo, se utiliza la conductividad eléctrica, tomando en cuenta que la sal es un compuesto formado por iones negativos unidos a iones positivos, dicho iones pueden ser específicos de cloro, boro y principalmente sodio.

La salinidad es considerada como el factor principal que limita la productividad de regiones áridas, llegando a generar suelos incapaces de usarse para la agricultura.





Efectos de la salinidad en el nogal pecanero

La salinidad en el suelo se considera como el factor principal que limita la productividad de regiones áridas y semiáridas, siendo tal el impacto que puede incluso dar resultado a suelos incapaces de usarse para la agricultura. Se considera un suelo como salino a partir de una conductividad eléctrica por encima de 4 deciSiemens por metro (dSm^{-1}) y con un porcentaje de sodio intercambiable mayor a 15%. La presencia de sales en el suelo suele derivar mayormente de aguas de riego de baja calidad obtenidas de pozos profundos, precipitaciones menores a los 380 mm por año, el exceso y la mala aplicación de fertilizantes, además del proceso de evaporación del agua, mediante el cual las sales disueltas en el agua del suelo tienden a subir por efecto de la capilaridad, entre otras (Fig. 1).

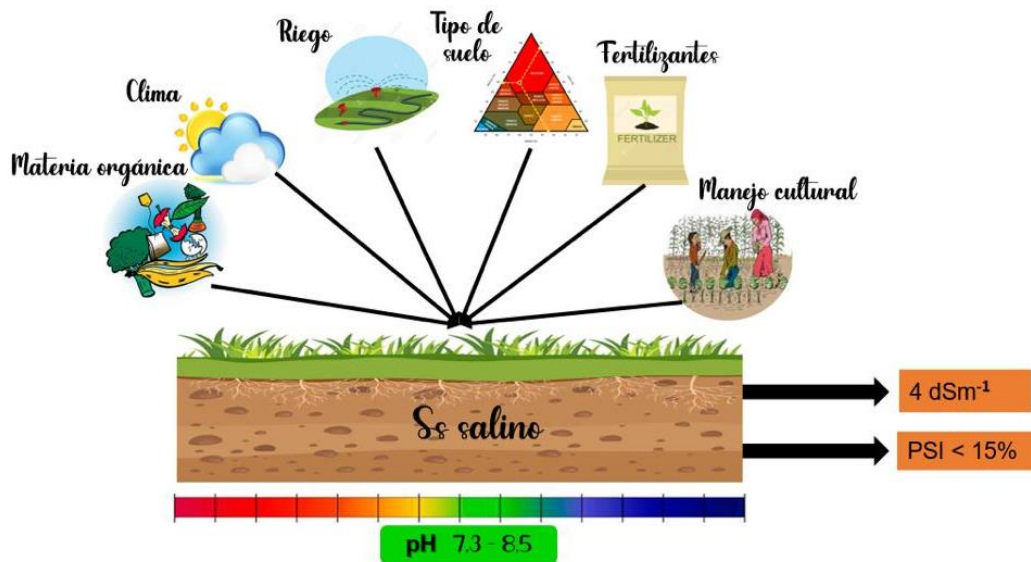


Figura 1. Factores que incrementan el nivel de salinidad en un suelo agrícola.



La salinidad tiene efectos indirectos en el crecimiento de raíces y tallos, además de efectos directos sobre la coloración, tamaño y número de hojas.

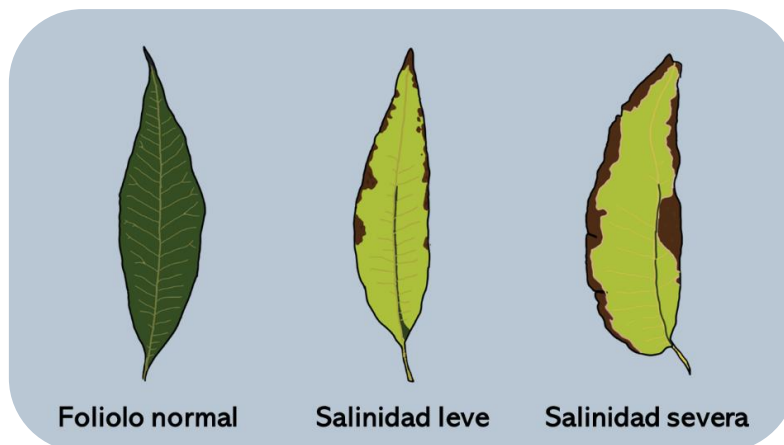


Figura 2. Efectos de la salinidad en las hojas de árboles de nogal pecanero.

Haciendo énfasis en los iones de sodio, la salinidad tiene efectos indirectos en el crecimiento de raíces y tallos, además de efectos directos sobre la coloración, tamaño y número de hojas, provocando que las hojas tengan sus puntas con una coloración marrón como si fuera una quemadura (Fig. 2). En cuanto a los procesos internos de la planta, la salinidad provoca una disminución en la fotosíntesis total, así como un déficit hídrico, debido a que, en suelos con alta salinidad, las raíces pueden inhibir la absorción de agua, en relación con lo anterior, las plantas presentan deficiencias de nutrientes ya que mediante la absorción de agua es la forma en la que adquieren la mayoría de los nutrientes. Entre otras afectaciones, también se encuentra una reducción en la calidad de los frutos porque el cultivo tiende a disminuir la absorción de nitrógeno, lo que lleva a una baja síntesis de proteína, evitando que los frutos alcancen su máximo potencial.

¿Cómo se controla la salinidad?

La forma más sencilla de reducir los niveles de sales es mediante la aplicación de lavados o riegos con altas cantidades de agua, provocando que las sales se unan a las partículas de agua y descendan hacia las zonas de aguas subterráneas. Las cantidades de agua que se deben aplicar para el lavado de suelo se deben calcular tomando en cuenta la salinidad del agua y suelo, así como textura y estructura de este. En caso de presentar suelos compactados o con malos drenajes, que limiten el lavado, es necesario realizar trabajos de ruptura del suelo con una profundidad entre 15 y 30 cm, también conocido como subsuelo, estos trabajos deben realizarse antes de aplicar el lavado con el objetivo de incrementar su efectividad.

Para el nogal, se pueden utilizar coberturas vegetales con el objetivo de utilizarlas como abono verde, el cual tiene efectos positivos sobre las características del suelo.



En el caso del nogal pecanero, los riegos de lavado deben aplicarse durante todo el ciclo del cultivo para asegurar que la salinidad no afecte el llenado y apertura del ruezno. Sin embargo, esta técnica cada vez es menos viable, debido a los problemas de sequía que enfrentan los agricultores de las zonas semiáridas del norte de México, haciendo poco factible la utilización de esta técnica sin repercusiones en la disponibilidad del recurso hídrico durante el ciclo fenológico del cultivo. Por lo cual, se evalúan alternativas más sostenibles para el manejo de los problemas de salinidad en los suelos agrícolas, sobre todo en zonas donde el agua se encuentra limitada.



Alternativas novedosas en el manejo de la salinidad

La primera opción de manejo consiste en reducir o cambiar los fertilizantes aplicados, enfocándose en productos con bajos índices de salinidad (Tabla 1), reduciendo de esta manera el contenido de sales que se quedan en los suelos. Aplicaciones de tiosulfatos de calcio y potasio, así como la correcta preparación del suelo antes de establecer el cultivo son alternativas que ayudan a mitigar los efectos de la salinidad. Otro método químico es la aplicación de sulfato de calcio o mejor conocido como yeso agrícola, el cual es un mejorador del suelo que tiene la capacidad de intercambiar el sodio del suelo por el calcio, creando sulfato de sodio, el cual es más sencillo de lavar o incluso es asimilable para el cultivo, al uso de yeso agrícola se le atribuye una mejora en el suelo debido a que limita los excedentes de salinidad, disminuyendo la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio en el suelo.



Tabla 1. Índice de salinidad de los fertilizantes más utilizados en el cultivo de nogal.

Fertilizante	Formula química	Índice de salinidad
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	69.0
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	65.0
Urea	CH_4NO	46.6
Fosfato di amónico (DAP)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	26.2
Super fosfato triple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10.1
Sulfato de potasio	K_2SO_4	46.1
Nitrato de potasio	KNO_3	73.6



Actualmente, se ha promovido la utilización de productos de origen orgánico destacándose el uso de ácidos orgánicos, especialmente húmicos y fúlvicos, debido a la respuesta positiva en el crecimiento y desarrollo de nogales

pecaneros, así como una disminución en el contenido de sales del suelo. Otra opción viable es la aplicación de extractos de algas o aminoácidos aplicados de manera foliar ya que estos compuestos tienen efectos sobre la regulación del estado hídrico de las plantas,

provocando, en el caso de este frutal, un menor requerimiento de agua y mayor aprovechamiento de los nutrientes absorbidos, generando un fruto de mayor calidad, incluso con el problema de salinidad presente en el suelo.

La utilización de ácidos orgánicos, especialmente húmicos y fúlvicos tienen respuesta positiva en el crecimiento y desarrollo de nogales bajo efectos de la salinidad.

Adicionalmente, el uso de enmiendas orgánicas como mejoradores de suelo, ejemplo de esto son: restos de cosecha, humus sólido y líquido o el uso de microorganismos con efectos positivos en la absorción de agua y nutrientes. En particular para el nogal pecanero, se pueden utilizar coberturas vegetales o permitir el crecimiento de malezas con el objetivo de utilizarlas como abono verde, el cual además de incrementar los rendimientos ha tenido efectos positivos sobre las características del suelo, reduciendo con el paso de los años los problemas de salinidad.



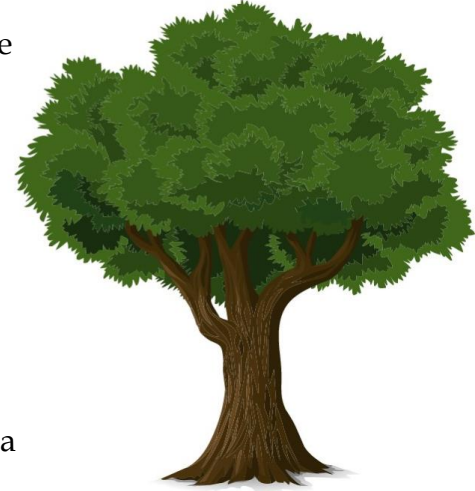
Retos para la juventud

Es importante conocer las características de las sales presentes en el agua de riego para lograr establecer necesidades de aplicación a través de fertilizantes, enmiendas orgánicas o mejoradores de suelo. Por eso otra parte, es necesario crear conciencia en los agricultores para que cambien sus formas de manejo de los suelos, con el objetivo de que la producción se vuelva más sostenible, debido a que los problemas actuales son el reflejo del manejo agronómico inadecuado llevado a cabo en la agricultura durante los últimos años.



Conclusión

El ensalitramiento de los suelos es un problema que se convierte en uno de los grandes retos para los agricultores, especialmente para los nogaleros, considerando que el nogal pecanero se cultiva en regiones áridas y semiáridas de México. Debido a esto, es relevante conocer alternativas para minimizar el efecto adverso de la salinidad. Por lo cual, la aplicación de fertilizantes con bajo índice de salinidad, el monitorear la calidad de agua de riego, la aplicación mejoradores de suelo, así como también mantener coberturas vegetales y de manera foliar aplicar bioestimulantes para conferir al árbol mayor resistencia al estrés salino, podrían ser alternativas para incrementar la producción y calidad de la nuez.



Literatura recomendada



Travisña-Barriga, A., Bórquez-Olguin, R., Leal-Almanza, J., Castro-Espinoza, L., y Gutiérrez-Coronado, M. (2018). Rehabilitación de un suelo salino con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui. *Revista Terra Latinoamericana*, 36(1), 85-90.

Ojeda-Barrios, D., Benavides-Mendoza, A., Hernández-Rodríguez, A., Orozco-Meléndez, L.R. y Sánchez, E. (2021). Causes, effects and management of salinity problems in pecan production in North Mexico. *Saline and Alkaline Soils*. En: Taleisnik, E., Lavado, R.S. (eds) *Saline and Alkaline Soils in Latin America* (177-187). Springer, Cham.

Grajeda-Grajeda, J., Sabri-Palma, R., Valenzuela-Martínez, A., Quijada-Flores, A., Núñez-Moreno, H., y Rodríguez, J. (2012). Salinidad del suelo en huertas de nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch. *Biotecnica*, 8(3), 22-27.

Semblanzas de autores

Yahira Xulei Salazar Gutiérrez. Estudiante de cuarto semestre de la carrera de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Elisa Andrea Payán López. Estudiante de cuarto semestre de la carrera Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

M. en 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 miembro del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal.

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.