

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL SELENIO EN EL CRECIMIENTO DE *PROSOPIS GLANDULOSA*

Aguilera Bibián, J.E.; Cruz Jiménez, G.; Salazar Reséndiz, M

Div. Ciencias Naturales y Exactas / Departamento de Farmacia

Universidad de Guanajuato

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto que tiene el selenio (Se) en la planta *Prosopis Glandulosa*, la cual es una especie endémica de mezquite que se encuentra en el Estado de Guanajuato. Este estudio preliminar ayudara para determinar su posible uso como planta remediadora de Se.

INTRODUCCIÓN

El selenio (Se) existe de manera natural en la corteza terrestre. Y se encuentra altamente disponible para los seres vivos en zonas áridas con suelos alcalinos; las actividades antropogénicas del Se para plantas y animales, el cual se bioacumula y es incorporado a la cadena alimenticia. La contaminación por Se es consecuencia de diferentes actividades industriales como la industria electrónica, y la elaboración de productos químicos diversos. El Se a concentraciones de 0.5 mg kg^{-1} en suelo y 5 mg kg^{-1} en planta, es considerado tóxico (Sharmasarkar y col, 2002). En plantas se ha encontrado que es esencial para actividades catalíticas de enzimas y síntesis de selenoproteínas (Forchhammer y col, 1991). La disponibilidad de Se en sistemas naturales depende de las especies orgánicas e inorgánicas de Se presentes en el ambiente. Las cuatro especies inorgánicas son: selenuro (Se^{2-}), selenio elemental (Se^0), selenitos (SeO_3^{2-}), selenatos (SeO_4^{2-}), siendo estas dos últimas especies de Se predominantes en suelos. Estas formas se encuentran disponibles para las plantas y pueden ser transformadas a compuestos orgánicos como: selenometionina, selenocisteína, dimetilselenuro y dimetildiselenuro, ya que las plantas tienen la capacidad de acumular y volatilizar Se de agua, suelo y sedimentos contaminados (Pilon-Smits y col, 1999).

En plantas acumuladoras el Se es incorporado vía alterna del sulfato (SO_4^{2-}) debido a que es similar químicamente con el selenato (SeO_4^{2-}) y actúa análogamente en muchas reacciones bioquímicas (Bañuelos y col 2002). Después de que el selenato es absorbido es transportado a cloroplastos donde es reducido a selenito por glutatión (GSH) o enzimas específicas (ATP sulforilasa, APS reductasa, GSH reductasa, sulfito reductasa, citeín sintasa, cistationina γ -sintasa y cistationina β -lyasa) e incorporado de manera inespecífica a compuestos no proteicos donde pueden ser metilados y volatilizados en la raíz. En plantas no acumuladoras el Se es incorporado a proteínas remplazando el S (azufre) causando toxicidad a la planta. Al respecto existe gran interés para la fitorremediación de suelos contaminados por Se utilizándose la fitovolatilización, reduciendo así los riesgos del almacenamiento de plantas con altos contenidos de Se (Ellis y col, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

1.-Preparación de la solución nutritiva de Hoagland

La solución nutritiva de Hoagland modificada se utilizó para la germinación y crecimiento de las plantas. Dicha solución se preparó a partir de soluciones stock que contienen los nutrientes inorgánicos necesarios para la planta: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.036M, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.239M, KH_2PO_4 0.096M, KNO_3 0.025M, $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 0.104M, FeCl_3 4.48×10^{-3} M, H_3BO_3 2.31×10^{-3} M,

$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $3.890 \times 10^{-4} \text{M}$, MoO_3 $6.94 \times 10^{-6} \text{M}$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $3.697 \times 10^{-5} \text{M}$ y $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $4.405 \times 10^{-5} \text{M}$.

Para preparar la solución Hoagland modificada, se midieron 10 ml de cada una de las soluciones anteriores, se ajustó el pH a 5.8, y aforo a 1000 ml (Peralta y col, 2001).

2.-Siembra de semillas.

Las semillas de *Prosopis glandulosa* fueron adquiridas de un proveedor comercial. Se seleccionaron las semillas tomando en cuenta características tales como color, forma y tamaño. Para favorecer la germinación de las semillas se pusieron en una solución de 500ml de hipoclorito al 4% por 30 minutos, se lavaron con agua desionizada estéril y se dejaron remojar en dicha agua por toda la noche. Para la siembra de las semillas se usaron toallas de papel impregnadas con agua, se esterilizaron en la autoclave a 115°C por 15 minutos. Posteriormente en las toallas de papel esterilizadas se colocaron 6 semillas a lo largo de las mismas, se dobló el papel por la mitad y posteriormente se enrolló. Los rollos con semillas fueron colocados en contenedores de plástico de 1L de capacidad con 25mL de solución de Hoagland que contenía los tratamientos correspondientes a 0.0, 0.01, 0.1, 10 y 100 mg/L de Se (en forma de selenato de sodio, Na_2SeO_4). En cada contenedor se dejaron germinar aproximadamente 36 semillas y se realizó cada tratamiento por triplicado, cubriendo cada contenedor con bolsas de cerradura hermética (Sánchez- Sánchez, 2009). Los botes con las semillas se dejaron germinar en una cámara de crecimiento, durante tres días en oscuridad y posteriormente aplicaron fotoperiodos de luz/oscuridad de 12h. El tiempo aproximado para poder trasplantar fue de seis días.

3.- Sistema de hidroponía

Transcurrido los 6 días, se procedió a realizar el sistema de hidroponía, el cual consiste en colocar un vaso de plástico de litro con solución de Hoagland conteniendo las diferentes concentraciones de Se (0.0, 0.01, 0.1, 10 y 100 mg L^{-1}), en cada vaso fueron transferidas 15 plántulas obtenidas con el procedimiento del apartado anterior, tratando de evitar cualquier daño físico a las mismas. Se colocaron nuevamente en la cámara de crecimiento con fotoperiodos de luz/oscuridad de 12h y un sistema de oxigenación en cada bote. El agua evaporada se reemplazó con agua desionizada cada tercer día y las plántulas se dejaron en el sistema de hidroponía por 3 semanas.

4.- Evaluación de la fitotoxicidad

Para realizar la evaluación de fitotoxicidad se lavan las plántulas obtenidas con una solución de HCl 0.01M y se enjuagan con agua desionizada, se evalúa la elongación de raíz, tallo y hoja y se cuantifica la clorofila con el medidor de clorofila electrónico SPAD-502 (Minolta Co. Ltd, Osaka, Japón).

5.- Análisis estadístico

El análisis estadístico de las muestras se llevó a cabo seleccionando 10 plántulas representativas de cada tratamiento. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias para cada tratamiento utilizando el Método de Tukey-HSD (Honestly Significant Difference) con un $\alpha=0.05$ utilizando el software JMP® 7 (SAS Institute Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera característica apreciable en las plántulas de mezquite (*Prosopis glandulosa*) fue el daño en las hojas conforme la concentración de Se aumentaba como se puede apreciar en la Figura 1.

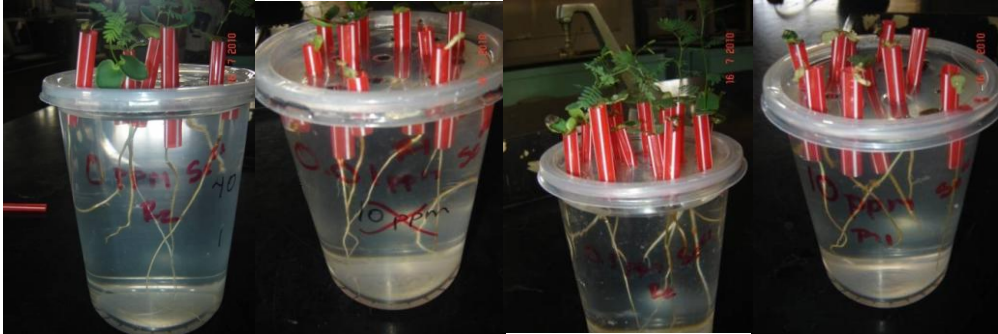


Figura 1. *Prosopis glandulosa* en sistema de hidroponía con las diferentes concentraciones de Se. Las aumentan de izquierda a derecha (0, 0.01, 0.1 y 10 mg L⁻¹).

El análisis de varianza nos confirma la relación existente entre la concentración de Se contra la elongación de tallo y raíz en *Prosopis glandulosa*, además ausencia de hojas, (ver Figura 2). Se observa también que la elongación de raíz, tallo y hojas en la concentración de 10 mg L⁻¹ tiene diferencias estadísticamente significativas con respecto al control ($p \leq 0.05$).

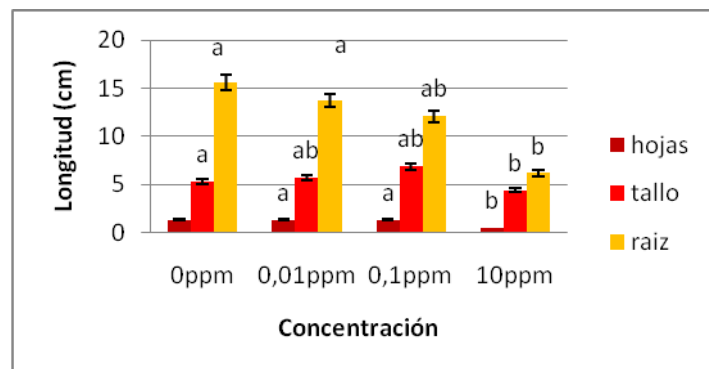


Figura 2. Efecto del Se en el crecimiento de raíz, tallo y hojas de *Prosopis glandulosa* entre los diferentes tratamientos. En las graficas se representan los promedios \pm desviación estándar (barras de error) y letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos para raíz, tallo y hojas ($p \leq 0.05$).

Debido a la poca o nula producción de hojas la clorofila no pudo ser determinada confiablemente, por lo que no es posible reportar un análisis estadístico de ésta. También se cuantificó la cantidad de biomasa producida para cada tratamiento y se observó una disminución de la biomasa al aumentar la concentración de Se.

CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación nos muestra que *P. glandulosa* es capaz de tolerar concentraciones de selenio menores a 10 mg L⁻¹, debido a que se observa un alto grado de toxicidad principalmente en raíz y hojas.

Investigaciones anteriores realizadas en frijol (*Phaseolus vulgaris*) demostraron que puede soportar concentraciones de Se de 5 mg L^{-1} , mostrando efectos tóxicos evidentes en hojas, raíz y tallo. También se hicieron pruebas con las especies (*Scirpus americanu* y *Triticum aestivum*) demostrando que efectivamente el Se causa un mayor efecto de toxicidad en la raíz en concentraciones que oscilan entre $1.01\text{-}1.54 \text{ mg kg}^{-1}$. Sin embargo la disponibilidad del selenio en estos experimentos difiere en cada caso, por hacer pruebas en hidroponía, agar y suelo respectivamente.

Comparando esta especie vegetal con las antes mencionadas no podemos definir si *P. glandulosa* tiene una mayor tolerancia al Se (en forma de selenato), por lo que se propone el realizar otro experimento en el que el selenio se encuentre dentro del rango de 0.1 a 10 mg L^{-1} .

En general podemos concluir que el Se afecta a *P. glandulosa* en concentraciones mayores a 10 mg L^{-1} en solución y el efecto fitotóxico es más evidente en la zona de la raíz.

AGRADECIMIENTOS

Al CONCyTEQ y CONACYT por la beca otorgada para realizar la estancia del 12° verano de la ciencia región centro, un agradecimiento muy especial a “Mandis” y Ariadna que me permitieron aprender de ellas. Al final pero no menos importante a mi familia por apoyarme en todo.

BIBLIOGRAFÍA

Bañuelos G.S. y Mayland H.F., “Absorption and Distribution of Selenium in Animals Consuming Canola Grown for Selenium Phytoremediation” Ecotox. Env. Saf. 46, 322-328, **2000**

Ellis D.R. y Salt D.E. “Plants, selenium and human health” Curr. Opin. Plant. Biol. 6(3), 273-279, **2003**

Forchhammer K. y Boeck A., “Biology and biochemistry of the element selenium” Naturwissenschaften. 78, 497-504, **1991**

Peralta, J.R., Gardea-Torresdey, J.L, Tiemann, K.J., Gomez, E., Arteaga, S., Rascon, E., Parsons, J.G. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 66, 727-734, **2001**

Pilon-Smits E.A.H., de Souza M.P., Hong G, Amini A., Bravo R.C.. “Selenium volatilization and accumulation by twenty aquatic plant species” J. Environ. Qual. 28:1011-18, **1999**

Sánchez-Sánchez, C.K. “Efecto del selenio en la toxicidad del Cd y As en frijol (Phaseolus vulgaris L.)”. Tesis de Licenciatura en Q.F.B., Universidad de Guanajuato, México, **2009**

Yañez-Barrientos, E. “Estudio de los efectos fitotóxicos del Selenio y su acumulación en tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)”. Tesis de Licenciatura en Q.F.B., Universidad de Guanajuato, México, **2008**