

Uso de promesol Calcio en suelo salino para la germinación de semillas de tomate en condiciones de invernadero

Use of promesol Calcium in saline soil for the germination of tomato seeds in greenhouse conditions

Piña-Ramírez Francisco Javier ¹✉, Soto-Parra Juan Manuel¹, García-Muñoz Silvia Amanda¹, Leyva-Chávez Arwell Nathan¹, Ortega-Rodríguez Anabel¹, Ojeda-Barrios Damaris Leopoldina¹

¹Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.
Campus Universitario 1. Chihuahua, Chih. México. C.P. 31000

✉ Autor para correspondencia: fpinar615@hotmail.com

Recibido: 27/08/2020

Aceptado: 19/10/2020

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las aplicaciones de Promesol Calcio para mejorar las propiedades físicas y químicas en un suelo salino, para la obtención de una mejor germinación de semillas de tomate en invernadero. Los métodos consistieron en la combinación de arena y el suelo calichoso, en una proporción de 3:1 con una C.E. igual o mayor a 4 dS m⁻¹. La semilla utilizada para dicha investigación fue de tomate de la variedad Brillante. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, a su vez cada repetición constó de cuatro macetas, utilizando 16 semillas por cada tratamiento. Los tratamientos fueron: Testigo, Promesol Ca 1.0 ml L⁻¹ agua, Promesol Ca 1.5 ml L⁻¹ agua, Promesol Ca 2 ml L⁻¹ agua. Se realizaron tres aplicaciones de Promesol Ca, la primera aplicación fue los días 30 de junio, 1 y 2 de julio del 2014, la segunda del 5 al 7 de agosto y la tercera del 8 al 10 de septiembre. Los resultados nos indican que hubo un efecto positivo del Promesol calcio sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, dando como resultado una mayor germinación de las semillas de tomate en suelos salinos.

Palabras clave: pH; Conductividad eléctrica; Conductividad hidráulica.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the applications of Promesol Calcium to improve the physical and chemical properties in a saline soil, to obtain a better germination of tomato seeds under greenhouse conditions. The methods consisted of the combination of sand and calichoso soil, in a ratio of 3:1 with a C.E. equal to or greater than 4 dS m⁻¹. The seed used for this investigation was tomato of the Brillante variety. The experimental design used was in complete random blocks with four replications; in turn, each replication consisted of four pots, using 16 seeds for each treatment. The treatments were Control, Promesol Ca 1.0 ml L⁻¹ water, Promesol Ca 1.5 ml L⁻¹ water, Promesol Ca 2 ml L⁻¹ water. Three Promesol Ca applications were made; the first application was on June 30, July 1

and 2, 2014, the second from August 5 to 7 and the third from September 8 to 10. The results indicate that there was a positive effect of calcium promesol on the physical and chemical properties of the soil, resulting in greater germination of tomato seeds in saline soils.

Keywords: pH; Electrical conductivity, Hydraulic conductivity

INTRODUCCIÓN

La siembra de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en suelos alcalinos y con alto contenido de sales provocan en el cultivo inadecuada germinación, así como una disminución de crecimiento de las plantas debido a que es una especie con poca tolerancia a la salinidad.

Los suelos alcalinos (básicos) contienen pH por arriba de 7.5, presentan baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad del agua. Las principales causas de la alcalinidad es el alto porcentaje de carbonato de calcio, sodio, magnesio. Las regiones con suelos alcalinos son aquellas que reciben baja cantidad de lluvia anual.

En el norte del estado de Chihuahua podemos tener suelos con pH desde “7.5 a 8.5 considerados como básicos, y mayores de 8.5 considerados como muy básicos” (Porta *et al.*, 2003). La salinidad de los suelos afecta el metabolismo de las plantas, incrementa el pH del suelo, afectando consigo la nutrición del cultivo y disminuye la capacidad de retención de humedad aprovechable para el cultivo (Grajeda *et al.*, 2010). Otro factor importante en los suelos alcalinos es la impermeabilidad del agua hacia perfiles inferiores, hasta las raíces de las plantas; “esta propiedad física está relacionada con la compactación del suelo y de su estructura” (Castellanos, 2000). El problema de la salinidad de los suelos afecta el 25 % de los 230 millones de hectáreas irrigadas del planeta (Meloni *et al.*, 2008). La salinidad en los suelos restringe las actividades agrícolas,

debido a que reduce el potencial hídrico; Chico *et al.*, (2009) indican que la concentración tan alta de sales representa un déficit de agua o un estrés osmótico porque decrece el potencial osmótico de la solución del suelo.

Métodos físicos, químicos y biológicos se han utilizado para recuperar los suelos afectados por sales, entre los que resaltan la adición de abonos orgánicos que mejoran la estructura y permeabilidad del suelo, el uso de enmiendas químicas basadas en el empleo de sales cálcicas de alta solubilidad que intercambian el sodio por calcio, así como la aplicación de ácidos o sustancias que los forman (Aceves, 2011). En este contexto, el promesol calcio, es un acondicionador de suelos que genera una buena estructura física favoreciendo el desarrollo de la raíz y las condiciones de humedad y aireación, auxiliando en la protección de los cultivos contra el estrés salino (Innovak, 2016). El objetivo del presente estudio fue evaluar las aplicaciones de promesol calcio para mejorar las propiedades físicas y químicas en un suelo salino, para la obtención de una mejor germinación de semillas de tomate en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, de la Universidad Autónoma de Chihuahua, el cual está medianamente tecnificado. El material vegetativo consistió en semilla de tomate de la variedad Brillante, la cual es de crecimiento indeterminado. La semilla se sembró directamente en el sustrato, el cual se preparo

de la siguiente manera: arena con una conductividad eléctrica (CE) de 2.0 dS m⁻¹ y suelo calcáreo el cual contenía una CE de 9.6 dS m⁻¹, sodio de 38,938 mg/l, potasio 2,425 mg/l, calcio 5,325 mg/l y magnesio 437.5 mg/l; en una proporción de 3:1 quedando la mezcla con una (CE) mayor a 4 dS m⁻¹. Las bolsas fueron colocadas a doble hilera, con una separación entre ellas de 50 cm y entre planta y planta de 24 cm, separadas por una calle de 90 cm, el volumen de sustrato por cada bolsa fue de 10 kg. El sistema de riego utilizado fue por goteo aplicándole un riego diario, cada riego con la solución nutritiva: Nitrato de calcio 947.00 g, Nitrato de potasio 255.00 g, Sulfato de potasio 409 g, Acido fosfórico 99 ml, Sulfato de magnesio 459 g, Sulfato ferroso 12 g, Sulfato de manganeso 2.0 g, Sulfato de zinc 1 g, Sulfato de cobre 1.2 g, Solubor (boro) 1.5 g ajustándose para 600 L de agua. Durante los primeros 15 días se regó con la solución nutritiva 10 minutos, de la tercera a la cuarta semana se regó por 30 minutos, la quinta y sexta semana por 45 minutos, a partir de la séptima semana se regó 60 minutos diarios. Los sábados y domingos solamente se aplicó agua, de 40 a 60 minutos diarios.

Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, a su vez cada repetición constó de cuatro macetas, utilizando 64 bolsas para este trabajo, el área cubierta por las cuatro macetas fue de 0.68 m², el área total del experimento fue de 10.88 m². Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) Promesol Ca 10 L ha⁻¹ (1.0 ml L⁻¹ agua), 3) Promesol Ca 15 L ha⁻¹ (1.5 ml L⁻¹ agua), 4) Promesol Ca 20 L ha⁻¹ (2.0 ml L⁻¹ agua). Se realizó un análisis de varianza, para cada una de las variables de respuesta, las medias de tratamiento se separaron por la prueba de rango múltiple t-Student ($\alpha < 0.05$).

Dosis, época y método de aplicación

Se realizaron tres aplicaciones de Promesol Ca, repartiéndolas en tres días consecutivos dado el volumen superior restante de las macetas con el sustrato; la primera aplicación fue los días 30 de junio, 1 y 2 de julio de 2014, la segunda del 5 al 7 de agosto y la tercera del 8 al 10 de septiembre.

Variables evaluadas

Número de semillas germinadas. La germinación inicia con la imbibición del agua y termina con el comienzo de la elongación de la radícula, así como el desarrollo de una plántula normal.

Porcentaje de germinación (PG): se realizó mediante el conteo de las semillas germinadas a los 7, 14 y 26 Días Después de la Siembra (DDS); se utilizó la siguiente ecuación (Islam *et al.*, 2012): $Pg = (\text{Número de semillas emergidas} / \text{Número de semillas sembradas}) \times 100$.

pH del sustrato (CaCl₂): Los suelos son ácidos cuando hay una mayor presencia de H⁺, con un pH menor a 7; a mayor presencia de OH⁻, la reacción es alcalina, con un pH mayor a 7; si la concentración de H⁺ y OH⁻ son iguales, la reacción es neutra, y el pH es igual a 7 (Liu *et al.*, 2012). Se expresa mediante la siguiente fórmula (Jaramillo, 2002). $pH = \log 1/H_3O^+ = -\log H_3O^+$

Conductividad Eléctrica: Indica la cantidad de sal en el sustrato y se determina en el extracto de suelo saturado y luego se midió en el equipo de la marca BECKMAN. La concentración de los iones mencionados determina la CE del suelo, se le utiliza como la medida de la salinidad del suelo (USDA, 2011).

Conductividad hidráulica (CH): Se determina por el método del Permámetro de Carga Hidráulica Corriente, por medio de la fórmula: $\text{Conductividad Hidráulica (cm/hora)} = \text{ml}$.

Gastados por hora/14.3625. El estudio comprendió desde siembra de semillas hasta el sacado de plantas con una duración de 102 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Promedio de germinación de las semillas

En el Cuadro 1 se observa en julio del 2014 a los 7 DDS, los tratamientos con la dosis más alta de promesol calcio 2 y 1.5 ml/L agua fueron los que presentaron los valores más altos del promedio de semillas germinadas 2.81 y 2.63 respectivamente. Mientras que el tratamiento con una dosis de Promesol Calcio de 1 ml/L agua, presentó una disminución con respecto al testigo de un 10 %.

A los 15 y 26 (DDS), en ambas fechas de evaluación los tratamientos con mayor dosis de Promesol Calcio 2.0 y 1.5 ml/L agua, presentaron los promedios más altos en la germinación de semillas (2.94 y 2.88 %).

Mientras que el tratamiento con Promesol Calcio de 1 ml/L agua, presentó el valor promedio de 2.50 semillas germinadas con una diferencia con respecto al testigo (2.63 semillas germinadas).

En las tres fechas de muestreo nos indica que los tratamientos con mayor dosis de Promesol Calcio 2 y 1.5 ml/L agua, fueron los que presentaron el mayor promedio de semillas germinadas, esto se debió a que el Promesol Calcio disminuyó la conductividad eléctrica presente en el sustrato, así como una mayor permeabilidad del agua, dando como resultado una mejor germinación de la semilla de tomate en suelos salinos. Curtis A. (2013), considera dos tipos de factores que afectan la germinación de las semillas: a) factores externos: agua, gases, temperatura e iluminación b) Factores internos: Embrión fisiológicamente inmaduro, Inhibidores de la germinación de semillas.

Cuadro 1. Número de semillas germinadas de tomate durante 3 fechas de observación.

Tratamientos	Dosis	(7 DDS)	(15 DDS)	(26 DDS)
	ml / L agua			
Testigo	0.0	2.56 ab ¹	2.63 ab	2.69 ab
Promesol Ca	1.0	2.31 b	2.50 b	2.50 b
Promesol Ca	1.5	2.63 ab	2.88 a	2.88 a
Promesol Ca	2.0	2.81 a	2.94 a	2.94 a
DMS ²		0.39	0.32	0.31
μ^3		2.58	2.73	2.75
CV ⁴		21.42	16.70	16.15

¹Letras distintas son estadísticamente diferentes (t-Student, $\alpha < 0.05$), ²Diferencia mínima significativa, ³media general, ⁴Coefficiente de variación, DDS días después de siembra.

Lo anterior nos indica que altas concentraciones de sales en el suelo limita la germinación de las semillas de tomate. Como lo indica González *et al.*, 2011, la salinidad reduce y retarda la germinación de las semillas.

pH del suelo. En la figura 1, nos indica que el pH aumento a medida que se incrementó la concentración de Promesol Ca desde 7.59 (testigo) hasta 7.80 el tratamiento más alto de Promesol Ca, lo que podría explicar que el contenido de calcio presente en el Promesol Calcio elevó el pH del sustrato.

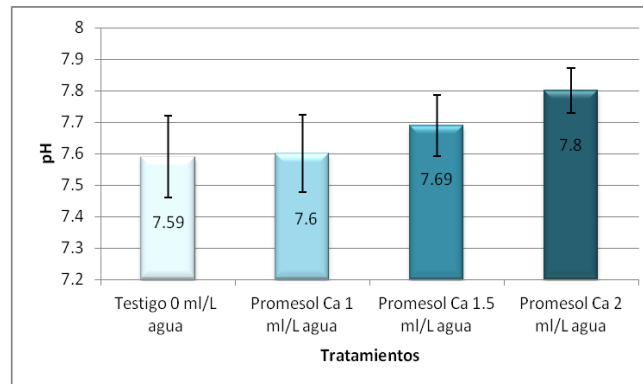


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre el pH presente en el sustrato de germinación. Error estandar.

En suelos salinos el calcio reemplaza al sodio intercambiable. La mayoría de los cultivos se desarrollan en suelos con pH entre 5.5 a 6.5, en dichos rangos muchos de los nutrientes y microorganismos se encuentran disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El pH del suelo es una característica primordial en las propiedades químicas, al gobernar muchos de los procesos químicos Liu *et al.*, 2012.

Conductividad eléctrica

Analizando la Figura 2, se puede observar que el tratamiento con una dosis de Promesol Ca de 1.5 ml/L agua, fue el que presentó el valor más bajo de salinidad 1.68 ds m^{-1} , con respecto al tratamiento testigo 0 ml/L agua con un valor de 2.45 ds m^{-1} . Los resultados anteriores nos indican que los tratamientos con alto contenido de Promesol Ca, disminuyeron la cantidad de sal en el sustrato permitiendo una mayor germinación de semillas.

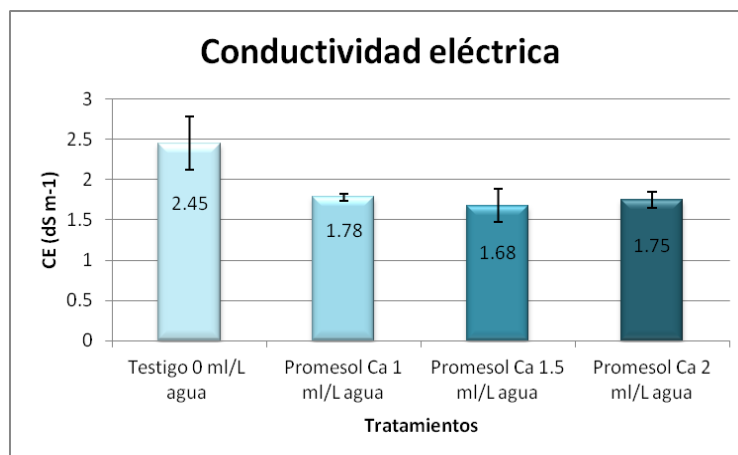


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica medida en el extracto de saturación, error estandar.

Conductividad hidráulica

En la Figura 3, la conductividad hidráulica nos indica que el testigo fue el que presentó el valor más bajo en la permeabilidad del agua con un

valor de 40.5 cm/h^{-1} , mientras que los tratamientos con Promesol Calcio aumentaron la conductividad hidráulica en el sustrato, siendo el tratamiento más alto en Promesol Ca

el que aumento la permeabilidad de agua, lo que nos indica que el Promesol Ca mejora las condiciones físicas y químicas del suelo

permitiendo una mejor germinación de las semillas.

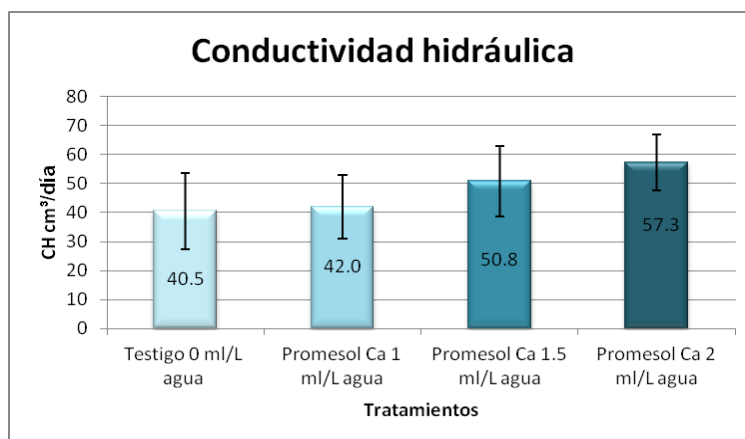


Figura 3. Efecto de los tratamientos en la conductividad hidráulica en el sustrato, error estándar.

Esto nos indica que todos los tratamientos con Promesol Ca, influyeron para aumentar la conductividad hidráulica en los sustratos, por lo tanto Promesol Calcio es un producto orgánico que mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos salinos, dando como resultado un aumento en la germinación de las semillas de tomate; dichos resultados concuerdan con Lamz *et al.*, (2015), los cuales dicen que al aumentar los niveles de NaCl, impiden una imbibición correcta y ocurre una inhibición del crecimiento del eje embrionario por un retraso de la movilización de reservas y a los disturbios de la membrana causado por la salinidad.

CONCLUSIONES

Hubo un efecto positivo del promesol calcio sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, dando como resultado una mayor germinación de las semillas de tomate en suelos salinos.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue desarrollado con el apoyo de la empresa Innovak.

LITERATURA CITADA

- Aceves N., E. (2011). El ensalitramiento de los suelos bajo riego. Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas A.C. México, D. F.
- Castellanos, J. Z. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas 2ª Edición. 186 p.
- Chico, R.J., Valderrama, A.S., Tejada, C.P., Sánchez, M.R., Parimango, Q.S., Santa, M.R.A., & Vega, A. A. (2009). Efecto de luz y salinidad en la germinación de semillas y crecimiento del hipocótilo de *Solanum pimpinifolium* tomatillo silvestre. *Universidad Nacional de Trujillo*. Vol 29. Num 1. Perú. 1-8 p.
- Courtis, A.C. (2013). Guía de estudio germinación de semillas. Carreras: Profesorado y Licenciatura en Biología. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- González, S; Franeo, O; Ramirez, C; Ortega, H; Quero, A. y Trejo, C. (2011). Germinación y crecimiento de alfalfa

- bajo condiciones salinas. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 2:169-174.
- Grajeda J.G., R. Sabori-Palma, A. Valenzuela-Martínez, A. Quijada-Flores, H. Núñez-Moreno y J. Rodríguez. (2010). Evaluación de la salinidad del suelo en huertas de nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], XI Simposio Internacional de Nogal Pecanero, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Hermosillo Sonora., pp.35-43.
http://www.smcsmx.org/files/congresos/Division_I_XXXIX.pdf.
- Innovak Global. (2016). Web: www.innovakglobal.com. Revisado: Julio del 2017.
- Islam, S; Mia, A; Hossain, T; Ahmed, J; Khan, H. (2012). Priming on embryo emergence and seedling vigor of small fruited bitter gourd (*Momordica charantia* L.) under suboptimal temperature. *Int J Agr Sci Res.* 2:1 – 10.
- Lamz-Piedra, A., y González-Cepero, M. C. (2015). Indicadores del crecimiento inicial y del estado nutricional para la selección temprana de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes a la salinidad. *Cult. Trop.* 36: 41-48.
- Liu, G., Hamlon, E. (2012). Soil pH Range for Optimum Commercial Vegetable Production. HS1207 Florida: University of Florida. En la Web: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs1207>.
- Meloni, D. A., Ayrault, G., David, R.N., Abdala, G. (2008). Tolerancia a la salinidad en dos portainjertos de citrus: crecimiento, composición mineral y ajuste osmótico. *Rev. FCA UNCuyo.* 40(2): 97-104.
- Porta, J., López Acevedo, M., Roquero, C. (2003). “Edafología para la agricultura y el medio ambiente”. Ed. Mundi prensa, pp. 167-202.
- USDA. (2011). Soil Quality indicators: soil Electrical Conductivity. Washington D.C: USDA. En la web: <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387>. Revisado: 27 de junio del 2018.

Copyright (c) 2020 Francisco Javier Piña Ramírez, Juan Manuel Soto Parra, Silvia Amanda García Muñoz, Arwell Nathán Leyva Chávez, Anabel Ortega Rodríguez y Damaris Leopoldina Ojeda Barrios



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)