

Efecto de enraizadores sobre la calidad de plántulas de pepino y tomate cultivadas en suelo salino*

Effect of rooting agents on the quality of cucumber and tomato seedlings established in saline soil

BARROSO-PINEDA, ADRIÁN-EMILIANO¹; SARMIENTO-HUERTA, DANIEL¹; CABRERA-BELLO, JOSÉ-MIGUEL¹; DÍAZ-LARA, ALFREDO¹; ARREOLA-TOSTADO, JESÚS-MANUEL²; MONTOYA-JASSO, VÍCTOR-MANUEL³

Historial del artículo

Recibido para evaluación: 13 de febrero 2025

Aprobado para publicación: 12 de septiembre 2025

* Proyecto de investigación de origen: "Proyecto integrador de carrera en agronomía". Financiación: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Unidad Querétaro. Finalización: octubre del 2024.

- 1 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Unidad Querétaro. Facultad de Agronomía. Epigmenio González 500, Fraccionamiento San Pablo. Santiago de Querétaro, Querétaro, México. 76130. Grupo de investigación: Biosistemas. Ingeniero en Agronomía. <https://orcid.org/0009-0004-4556-6857>, <https://orcid.org/0009-0004-1075-003X>, <https://orcid.org/0000-0002-4736-8019>, <https://orcid.org/0009-0006-1484-5815>
- 2 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Consultor agrícola privado. Apaseo el Grande 114. Colonia Guanajuato, Celaya, Guanajuato, México. 38010. Doctor en Ciencias. <http://orcid.org/0000-0001-8554-2295>
- 3 Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 56230. Grupo de investigación: Salud, seguridad y procesos del suelo. Doctor en Ciencias. <https://orcid.org/0000-0001-5467-739X>

Correspondencia: montoya.victor@colpos.mx

Cómo citar este artículo

BARROSO-PINEDA, ADRIÁN-EMILIANO; SARMIENTO-HUERTA, DANIEL; CABRERA-BELLO, JOSÉ-MIGUEL; DÍAZ-LARA, ALFREDO; ARREOLA-TOSTADO, JESÚS-MANUEL; MONTOYA-JASSO, VÍCTOR-MANUEL. Efecto de enraizadores sobre la calidad de plántulas de pepino y tomate cultivadas en suelo salino. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, v. 23, n. 2, 2025, p. 43-51. Doi: <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v23.n2.2025.2604>

RESUMEN

En un suelo con problemas moderados de salinidad, se evaluaron tres alternativas de bio estimulantes orgánicos de crecimiento radical al inicio del ciclo de cultivo de tomate y pepino, de trasplante a 22 días después, en condiciones de agricultura protegida. Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones en un arreglo de tratamiento de parcelas divididas, resultando en ocho tratamientos. Se muestrearon variables de la parte aérea como la altura y diámetro de la planta, biomasa seca aérea y área foliar; variables de raíz como densidad de raíces, peso seco radical total, pesos de la raíz principal y de las raíces secundarias; así como también se observaron los valores de pH y conductividad eléctrica en la interface suelo-raíz. Los resultados no indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; sin embargo, hubo manifestaciones en T2 y T3 superiores desde el punto de vista numérico con respecto a T4 y a T1. Las perspectivas del uso de microorganismos benéficos como inductores del crecimiento radical y mejoramiento de la salinidad de la rizosfera son elevadas para transitar a una agricultura orgánica y sustentable.

PALABRAS CLAVE:

Agricultura protegida; Salinidad; Suelo; Bioestimulantes; Microorganismos benéficos; Plántulas, *Solanum lycopersicum*; *Cucumis sativus*; Raíz; Estrés.

ABSTRACT

In a soil with moderate salinity problems, three alternatives of organic biostimulants of radical growth were evaluated at the beginning of the tomato and cucumber crop cycle, from transplant to 22 days later, under protected agriculture conditions. A randomized block experimental design was established with four replications in a split-plot treatment arrangement, resulting in eight treatments. Aerial variables such as plant height and diameter, aerial dry biomass and leaf area were sampled; root variables such as root density, total root dry weight, main root and secondary root weights; and pH and electrical conductivity values at the soil-root interface were also observed. The results do not indicate significant statistical differences between treatments; however, there were manifestations in T2 and T3 that were numerically superior with respect to T4 and T1. The prospects for the use of beneficial microorganisms as inducers of radical growth and improvement of rhizosphere salinity are high, in order to move towards organic and sustainable agriculture.

KEYWORDS:

Protected agriculture; Salinity; Soil; Biostimulants; Beneficial microorganisms; Seedlings, *Solanum lycopersicum*; *Cucumis sativus*; Root; Stress

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la segunda hortaliza de mayor consumo en el mundo, por su versatilidad para consumo en fresco y procesado, además de ser una fuente importante de fibras, minerales, carotenoides y vitaminas. Recientemente, debido al descubrimiento de sus propiedades nutraceuticas, se menciona que puede ayudar en el fortalecimiento del sistema inmunológico y brindar protección contra enfermedades infecciosas (Canul *et al.*, 2024).

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero ha demostrado ser altamente eficiente en México, gracias a las tecnologías avanzadas que permiten controlar factores como la temperatura, humedad y la iluminación (González & Fernández, 2020). Este tipo de producción ha incrementado el rendimiento por metro cuadrado, con hasta un 50 % más de eficiencia comparado con el cultivo a campo abierto (Hernández & Silva, 2022).

No obstante, su importancia en México se ha presentado una problemática creciente en cuanto a su manejo en condiciones de invernadero, ya que la génesis propia del suelo, el manejo irracional del agua de riego y la fertilización química en dosis excesivas, así como la pobreza del microbioma y las variaciones climáticas, son factores que han influido en que se presente la salinidad o sodicidad en los suelos donde se explotan estos cultivos agrícolas. Esta degradación edáfica afecta directamente el establecimiento y desarrollo de las plantas, reduciendo drásticamente su productividad y calidad de los productos a cosechar (Goykovic-Cortés, 2007; Lastiri-Hernández *et al.*, 2017).

La salinización y la sodificación de los suelos es una de las amenazas mundiales más graves, ya que afecta a más de 833 millones de hectáreas (ha) de tierras agrícolas en todo el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2021). Los suelos salinos se caracterizan por presentar altos niveles de cloruro de sodio y sulfato de sodio (Rodríguez *et al.*, 2019), y se menciona que el estrés salino retarda el crecimiento de las plantas y puede afectar muchos procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos, y que la alteración de los nutrientes debido a las condiciones de salinidad deriva en el crecimiento reducido de las plantas (Sapre *et al.*, 2018).

Los bioestimulantes de crecimiento radical o “enraizadores” son productos sintéticos u orgánicos que favorecen la actividad fisiológica de la planta, induciendo y estimulando el desarrollo radicular y el engrosamiento de tallos, mediante su contenido rico en oligoelementos y fitohormonas (reguladores de crecimiento), así como microorganismos benéficos como hongos, bacterias y actinomicetos (Valencia-García *et al.*, 2022). Estos productos generalmente pueden contener en su formulación diversas sustancias como: auxinas, ácido indol acético (AIA), ácido indol butírico (AIB), ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y mezclas de péptidos, extractos de algas y plantas, quitosano y otros biopolímeros, silicatos, triacontanol, compuestos inorgánicos, y microorganismos benéficos para la agricultura. Es por ello, que se diseñó y ejecutó el presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la efectividad de bioestimulantes orgánicos en el crecimiento de raíces en los cultivos de tomate y pepino en un invernadero de mediana tecnología en el Centro de México.

MÉTODO

Ubicación del experimento

El ensayo experimental se efectuó en las instalaciones del Campo Agropecuario Experimental del Tecnológico de Monterrey “Gonzalo Díaz Arronte” (CAETEC), ubicado en Autopista Federal N° 57 México-Querétaro, km 188.8 Municipio de falta completar, 76700 Pedro Escobedo, Querétaro. Este sitio se ubica geográficamente en la Región de “El Bajío” en el Centro de México. Las coordenadas del lugar son: 20.532157, -100.211358.

La caracterización del suelo donde se ubicó el experimento se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización fisicoquímica del suelo del sitio donde se estableció el ensayo experimental en invernadero de tecnología intermedia en el Centro de México.

Variable	Valor	Unidades	Clasificación
Textura	----	----	Arcilloso
Capacidad de campo	49,10	%	---
Punto de marchitez permanente	25,40		---
Punto de saturación	65,40		Muy alto
Densidad aparente	0,96	g cm ⁻³	---
pH	6,87	--	Neutro
Conductividad eléctrica	5,70	dS m ⁻¹	Moderada
Carbonatos totales	2,37	%	Moderadamente Bajo
Materia orgánica	2,63		Moderadamente Alto
Nitrógeno inorgánico	206,5	mg kg ⁻¹	Muy Alto
Fósforo Bray	284,32		Muy Alto
Potasio	2453,03		Muy Alto
Calcio	3605,83		Moderadamente Alto
Magnesio	1003,33		Alto
Sodio	406,32		Muy Alto
Hierro	8,61		Mediano
Zinc	4,90		Moderadamente Alto
Manganeso	21,56		Moderadamente Alto
Cobre	1,79		Moderadamente Alto
Boro	N.D.		No determinado
Capacidad de intercambio catiónico	34,29	meq 100 g ⁻¹	Moderadamente Alto

Generalidades de la interpretación del análisis fisicoquímico del suelo

Vertisol de textura arcillosa color gris brillante, estructura laminar, de alta capacidad de retención de humedad, con densidad aparente propia de este tipo de suelos, sin problema de compactación. Su pH lo ubica como neutro (6,87), con una conductividad eléctrica que lo clasifica como un suelo con salinidad moderada en su capa arable (0–30 cm) (5,70 dS m⁻¹) y medianamente bajo en carbonatos totales (2,37 %). Su contenido de materia orgánica es moderadamente alto (2,63 %). Su contenido de nitrógeno inorgánico (206,5 mg kg⁻¹), fosforo Bray (284,32 mg kg⁻¹) y potasio (2453,03 mg kg⁻¹) son valores muy altos y moderadamente alto en calcio (3605,83 mg kg⁻¹) y alto en magnesio (1003,33 mg kg⁻¹). El contenido de sodio es muy alto, mientras que los contenidos de microelementos son variables. Su capacidad de intercambio catiónico es moderadamente alta (NOM-021-RECNAT-2000; Torres *et al.*, 2008; Báez-Pérez *et al.*, 2023).

Los cultivos fueron establecidos en fertirriego y la fuente del agua de riego es subterránea, proveniente de un pozo propiedad de la unidad de producción. La clasificación del agua de riego es considerada S1-C1, es decir, sin problema de salinidad ni sodicidad, apta para ser utilizada en todos los cultivos. Durante los 23 días del experimento, se aplicó un riego diario con una lámina de riego de 8,05 cm al día, el cual representaba un 100 % de humedad aprovechable (6,71 cm) + 20 % de agua de sobre riego (1,34 cm) como lavado de las sales de la capa arable; lo que representó un volumen de agua de riego de 805 m³ ha⁻¹ al día. Las camas o surcos donde se establecieron los cultivos estaban recubiertas (acolchado) con plástico para acolchar de color blanco brillante de un espesor de 200 galgas.

Para evaluar el efecto de bio estimulantes de crecimiento radical al inicio de los ciclos de los cultivos de tomate y pepino en invernadero de mediana tecnología en el Centro de México, se estableció el ensayo en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones con un arreglo de tratamientos de parcelas divididas, tal como se describe:

- 2 parcelas grandes (PG): PGA: cultivo de tomate; PGB: cultivo de pepino.
- 4 parcelas chicas (PCH): cuatro bioestimulantes de crecimiento radical (BOCR) descritos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Bioestimulantes de crecimiento radical.

PCH No.	Descripción ingrediente activo	Nombre comercial del producto
PCH1	Testigo control o testigo absoluto No hay aplicaciones de promotor de crecimiento radical	
PCH2	Microorganismos benéficos (Bacillus, Trichoderma, Pseudomonas y Streptomyces) 2x10 ⁸ UFC g ⁻¹ , Complejo vitamínico + macro y micronutrientes BOCR utilizado en la unidad de producción (CAETEC)	ALIBIO
PCH3	Mosto de caña de azúcar + Trichoderma harzianum + Beauveria bassiana (1,2x10 ⁸ + 2,1x10 ⁸ UFC g ⁻¹)	NUTRIBOND L55
PCH4	Glomus intraradices + Bacillus subtilis + Azospirillum lipoferum + Lixiviado de algas) (40x10 ³ ev g ⁻¹ + 1x10 ⁷ UFC m ⁻¹ + 10 %) PCR utilizada por productores de pepino de exportación	Tratamiento mezcla de Mi-cBAL + Activame + RIZON

La aplicación de los BOCR fue en dos fases del ciclo de los cultivos de tomate y pepino:

- La primera aplicación fue vía drench en la base del tallo ($\pm$ 10 cm sobre la superficie del suelo). Esta aplicación fue de 50 mL del BOCR por planta, el mismo día del trasplante (00-DDT).
- La segunda aplicación también fue vía drench a los 15 DDT y se realizó de la misma manera, y cantidad, empleada en la primera aplicación. En ambas aplicaciones se utilizó una bomba con dosificador electrónico automatizado

Variables muestreadas en planta

Altura de la planta (cm): Se tomó de la base del suelo hasta la base de la hoja superior en el pepino y al trifolio superior, en el caso del tomate.

Diámetro del tallo (mm): De la base del suelo a 5 cm de altura del tallo.

Área foliar de una hoja representativa de la planta (cm²): Selección de una hoja de tamaño promedio de la planta.

Peso seco de la parte aérea de la planta y peso seco de la parte radical de la planta (g): Seccionado y separado de la parte aérea y parte radical de una planta de cada PCH por repetición y secado de las partes aérea y radical de manera separada, a 70 °C de 12 a 24 horas en estufa de aire forzado hasta peso constante.

Peso seco de total de la planta (g): Calculado mediante la ecuación 1:

$$\text{Peso seco total de planta} = \text{Peso seco aéreo} + \text{Peso seco radical} \quad (\text{Ec. 1})$$

Peso seco de raíz principal y peso seco de raíces secundarias (g): Seccionado y separado de la parte radical de una planta (en raíz principal y en raíz secundaria) de cada PCH por repetición y secado de la raíz principal y de las raíces secundarias de manera separada, a 70 °C de 12 a 24 horas en estufa de aire forzado hasta peso constante.

Asimismo, se determinó el pH y la conductividad eléctrica en 32 alícuotas de la solución de rizosfera del suelo. Estas determinaciones fueron efectuadas en el Laboratorio Nacional de fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

RESULTADOS

Variables aéreas

El pepino y tomate, igualmente que las hortalizas, son cultivos sensibles a la salinidad, siendo afectados tanto a nivel de producción como de respuestas fisiológicas. El Cuadro 3 muestra las medias de ambos cultivos en respuesta a los distintos tratamientos.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto de tratamientos ni parcelas, sin embargo, si hubo diferencias numéricas importantes en las variables de diámetro de tallo y área foliar (Cuadro 3). La variable de altura presentó uniformidad en los tratamientos 3 y 4 en el cultivo de pepino (43,85 cm), bien se refiere al efecto de elongación aérea por la respuesta de la planta ante los gradientes salinos y un posible daño en los mecanismos fotosintéticos (Paellob, 2010) que envió los fotosintatos a la estabilidad de la parte aérea. En el caso del tomate, los tratamientos 3 y 4 fueron los que presentaron una mayor altura, indicando que la inoculación con microorganismos benéficos favorece la promoción de crecimiento aéreo (Shukla *et al.*, 2012) aún en ambientes con altos contenidos de sales disueltas.

Cuadro 3. Medias fisiológicas, y de suelo, en respuesta a los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Alt	Dia	AFH	PSRP	PSRS	PSRT	pH	CE
	(cm)	(mm)	(cm ²)	(g)	---	dS m ⁻¹		
Pepino-T1	47,36 a	5,89 a	103,30 a	0,98 a	1,92 a	9,22 a	6,63 a	4,64 a
Pepino-T2	46,20 a	5,94 a	105,43 a	1,01 a	2,02 a	9,62 a	6,50 a	4,52 a
Pepino-T3	43,85 a	6,08 a	107,49 a	0,97 a	2,12 a	9,80 a	6,49 a	4,25 a
Pepino-T4	43,85 a	5,81 a	105,42 a	0,97 a	2,07 a	9,58 a	6,76 a	4,82 a
Tomate-T1	45,01 a	5,80 a	104,07 a	0,86 a	1,89 a	9,42 a	6,46 a	4,81 a
Tomate-T2	42,66 a	6,07 a	105,72 a	0,98 a	2,03 a	9,77 a	6,39 a	4,75 a
Tomate-T3	47,70 a	6,05 a	106,06 a	1,05 a	2,11 a	9,75 a	6,23 a	4,82 a
Tomate-T4	47,35 a	5,81 a	105,79 a	0,98 a	2,09 a	9,58 a	6,53 a	4,49 a
DMS (p≤0.05)	5,66	0,59	4,72	0,25	0,39	0,67	0,84	0,78

Donde: Alt: altura, Dia: diámetro, AFH: área foliar, PSRP: peso seco de raíz principal, PSRS: peso seco de raíz secundaria, PSRT: peso seco total radical, CE: conductividad eléctrica y DMS: diferencia mínima significativa. Letra diferente indica diferencia estadística significativa.

Con respecto al diámetro de tallo, el efecto del tratamiento manejado con *Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas* y *Streptomyces* (T2) en pepino, fue similar al efecto encontrado en tomate con el tratamiento 3 (*Trichoderma harzianum* y *Beauveria bassiana*), 6,08 y 6,07 mm, respectivamente. Rubio *et al.* (2014), reportaron que plantas inoculadas con microorganismos benéficos, entre ellos los mencionados anteriormente, favorecen la formación de compuestos de defensa y para tolerar el estrés, impactando positivamente en la supervivencia de las plantas al generar hormonas de crecimiento y sintetizar 1-aminociclopropano-1-carboxilato de desaminasa que confiere propiedades de tolerancia sistémica como estrés salino y por sequía (Viterbo *et al.*, 2010).

El área foliar fue mayor, numéricamente, en el tratamiento 3 para ambos cultivos, 107,49 y 106,06 cm², respectivamente. Arteca (1996), realizó ensayos en invernaderos utilizando ácido indol acético producido por microorganismos y reportó cambios en la morfología de la planta, entre ella el área foliar que se ve cambiada por la presencia de nutrientes asimilables y por la formación de auxinas derivadas de hongos y bacterias (Kamilova *et al.*, 2006) para estimular el crecimiento de la planta.

Variables radicales

Las respuestas de crecimiento y peso seco de raíz en ambos cultivos, no presentó diferencias estadísticas significativas por efectos de tratamientos (Cuadro 3). La inhibición de los efectos esperados por los microorganismos deriva de la alta concentración de sales solubles en el suelo (Cuadro 1 y Cuadro 3) ya que, de acuerdo con Batista-Sánchez *et al.* (2019), los microorganismos, entre ellos *Trichoderma* sp., disminuyen su capacidad productiva por la alteración de procesos bioquímicos como la respiración y funciones de membrana cuando, el medio en que se encuentran, supera los niveles de tolerancia. Además, en etapas tempranas de crecimiento, las plantas son más sensibles a la salinidad (Machado & Serralherio, 2017), principalmente en tejidos y órganos como la raíz (Julkowska & Testerink, 2015).

No obstante, el tratamiento conformado por *Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas* y *Streptomyces* (T2) resultó ser el que presentó un incremento en el peso seco de raíz principal del cultivo de pepino, aún con concentraciones elevadas de sales en el suelo (Cuadro 3). Lo anterior concuerda con lo reportado por Abbas *et al.* (2015), quienes mencionan que, en condiciones por estrés salino, las plantas inoculadas con *Bacillus* conducen a una mayor biomasa de la raíz principal como respuesta a la exploración por condiciones edáficas más aptas. En el cultivo de tomate, la mejor respuesta la presentó el tratamiento con mosto de caña de azúcar, *Trichoderma harzianum* y *Beauveria bassiana* (T3), siendo ligeramente mayor a la respuesta del pepino para la variable de peso seco de raíz principal; el efecto se atribuye a la elongación radicular beneficiada por la presencia de nutrimentos en el mosto de caña de azúcar, tales como el fósforo y potasio que favorecen la división celular (Jung & McCouch, 2013). Lo mencionado anteriormente fortalece el efecto en la variable de peso seco de raíz secundaria (Cuadro 3) donde el tratamiento con el efecto de mayor relevancia fue el T3 (mosto de caña de azúcar, *Trichoderma harzianum* y *Beauveria bassiana*). Galván-Ampudia *et al.* (2013), mencionan que el efecto de los nutrientes disueltos en el suelo favorece los cambios en el crecimiento, formación y dirección de las raíces cuando se presentan gradientes salinos en el suelo.

CONCLUSIONES

Inocular plantas de hortalizas con microorganismos benéficos, en suelos con altas concentraciones de sales disueltas, resulta en un manejo extra y gasto económico superior ya que, se reduce el desarrollo del sistema radical en etapas tempranas, principalmente en el cultivo de pepino.

Aunque se observaron respuestas positivas en la fisiología aérea de ambos cultivos, dichos efectos fueron respuesta de la activación enzimática de mecanismos de supervivencia ante el estrés salino del medio de crecimiento, por consiguiente, en el establecimiento de cultivos por plántula debe tomarse en cuenta el manejo de los contenidos de sales para evitar tener plantas con deficiencias nutricionales en etapas de producción, principalmente.

REFERENCIAS

- ABBAS, GHULAM; SAQIB, MUHAMMAD; AKHTAR, JAVAID; ANWAR-UL-HAP, MUHAMMAD. Interactive effects of salinity and iron deficiency on different rice genotypes. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 178, n. 2, 2015, p. 306-311.
<https://doi.org/10.1002/jpln.201400358>
- ARTECA, RICHARD N. *Plant Growth Substances: Principles and Applications*. New York (United States of America): Chapman & Hall, 1996, 332 p.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2451-6>

- BÁEZ, P.A.; GONZÁLEZ, A.I.J. Diagnóstico de la fertilidad del suelo para la producción agrícola. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Guanajuato (México): Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Bajío, Folleto Técnico Número 4, 2023, 56 p.
- BATISTA-SÁNCHEZ, DAULEMYS; MURILLO-AMADOR, ARMANDO; NIETO-GARIBAY, ALEJANDRA; ALCARÁZ-MELÉNDEZ, LILA; TROYO-DIÉGUEZ, ENRIQUE; HERNÁNDEZ-MONTIEL, LUIS; OJEDA-SILVERA, CARLOS-MICHEL; MAZÓN-SUÁSTEGUI, JOSÉ-MANUEL; AGÜERO-FERNÁNDEZ, YUNEISY. Biostimulant derived from sugar cane mitigates the effects of NaCl stress in *Ocimum basilicum* L. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, v. 6, 2019, p. 297-306.
<https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2069>
- CANUL-KU, JAIME; BARRIOS-GÓMEZ, EDWIN-JAVIER; GONZÁLEZ-PÉREZ, ENRIQUE; RANGEL-ESTRADA, SANDRA-ELOISA; HERNÁNDEZ-MENESES, ELEODORO. Evaluación de Progenies híbridas de Tomate Nativo (*Solanum lycopersicum* L.) de México. XIV Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Memoria. Aguascalientes (México): Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2024, p. 503-505.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Simposio Mundial sobre los Suelos Afectados por Salinidad (GSAS21). Rome (Italy): 2021. <https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/es/c/1418221/> [consultado octubre 06 de 2024].
- GALVAN-AMPUDIA, CARLOS S.; JULKOWSKA, MAGDALENA M.; DARWISHM, ESSAM; GANDULLO, JACINTO; KORVER, RUUD A.; BRUNOUD, GERALDINE; HARING, MICHEL A.; MUNNIK, TEUN; VERNOUX, TEVA; TESTERINK, CHRISTA. Halotropism is a response of plant roots to avoid a saline environment. *Current Biology*, v. 23, 2013, p. 2044-2050.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.08.042>
- GONZÁLEZ, C.; FERNÁNDEZ, M. Efficiency of cucumber production in greenhouses. *Latin American Journal of Agronomy*, v. 23, n. 3, 2020, p. 125-137.
- GOYKOVIC-CORTÉS, VITELIO; SAAVEDRA-DEL-REAL, GABRIEL. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA*, v. 25, n. 3, 2007, p. 47-58.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292007000300006>
- LASTIRI-HERNÁNDEZ, MARCOS-ALFONSO; ÁLVAREZ-BERNAL, DIOSELINA; SORIA-MARTÍNEZ, LUIS-HUMBERTO; OCHOA-ESTRADA, SALVADOR; CRUZ-CÁRDENAS, GUSTAVO. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 8, n. 6, 2017, p. 1-13.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i6.291>
- HERNÁNDEZ, J.; SILVA L. Technological advances in cucumber greenhouses in México. *Revista de Agricultura Protegida*, v. 29, n. 1, 2022, p. 89-102.
- JULKOWSKA, MAGDALENA; TESTERINK, CHRISTA. Tuning plant signaling and growth to survive salt. *Trends in Plant Science*, v. 20, 2015, p. 586-594. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.06.008>
- JUNG-H, JANELLE K.; MCCOUCH, SUSAN. Getting to the roots of it: genetic and hormonal control of root architecture. *Frontiers in Plant Science*, v. 4, 2013, p. 186. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00186>
- KAMILOVA, FAINA; KRAVCHENKO, LEV; SHAPOSHNIKOV, ALEXANDER; AZAROVA, TATIYANA; MAKAROVA, NATALIYA; LUGTENBERG, BEN. Organic acids, sugars, and L-tryptophan in exudates of vegetables growing on stonewool and their effects on activities of rhizosphere bacteria. *International Society for Molecular Plant-Microbe Interactions*, v. 19, 2006, p. 250-256.
<https://doi.org/10.1094/MPMI-19-0250>
- MACHADO-ALMEIDA, RUI-MAUEL; SERRALHEIRO, RICARDO-PAULO. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*, v. 3, n. 2, 2017, p. 30. <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020030>
- NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre de 2002. 73 p. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf> [consultado noviembre 24 de 2024].
- PAELLOB, F. Root length, ion uptake and relationship with salinity tolerance in wheat, rice and preiff. *Plant Growth Regulat*, v. 1, 2010, p. 46-54.

- RODRÍGUEZ, L.N.D.; TORRES, S.C.N.; CHAMAN, M.M.E.; HIDALGO, R.J.E.M. Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* "arroz" (Poaceae). *Arnaolda*, v. 26, n. 3, 2019, p. 931-942.
- SAPRE, SWAPNIL; GONTIA-MISHRA, ITI; TIWARI, SHARAD. *Klebsiella* sp. confiere una mayor tolerancia a la salinidad y promueve el crecimiento de las plantas en plántulas de avena (*Avena sativa*). *Microbiological Research*, v. 206, 2018, p. 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.09.009>
- SOTELO, R.E.; GUTIÉRREZ, C.M. del C.; CRUZ, B.G.; ORTIZ, S.C.A.; SEGURA, C.M.A. Historia y Desarrollo de la Clasificación de Vertisoles en el Sistema FAO y Taxonomía. *Terra Latinoamericana*, v. 26, 2008, p. 325-332.
- RUBIO, BELÉN; QUIJADA, NARCISO; PÉREZ, ESCLAUDYS; DOMÍNGUEZ, SARA; MONTE, ENRIQUE; HERMOSA, ROSA. Identifying beneficial qualities of *Trichoderma parareesei* for Plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 80, p. 1864–1873. <https://doi.org/10.1128/AEM.03375-13>
- SHUKLA, NANDANI; AWASTHI, R.P.; RAWAT, LAXMI; KUMAR, J. Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 54, 2012, p. 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.02.001>
- VALENCIA-GARCÍA, LUIS-FERNANDO; BAUSTISTA-ESCUZIA, A. NAZARIO; PRECIADO-FARIAS, A. CITLALLI; PÉREZ-PRECIADO, R. ALEJANDRO; CHOCOTECO-CAMPOS, J. ABEL Evaluación de tres enraizadores comerciales en la primera etapa del ciclo vegetativo de la planta de frambuesa. *Conciencia Tecnológica*, v. 63, 2022.
- VITERBO, ADA; LANDAU, UDI; KIM, SOFIA; CHERNIN, LEONID; CHET, ILAN. Characterization of ACC deaminase from the biocontrol and plant growth promoting agent *Trichoderma asperellum* T203. *FEMS Microbiology Letters*, v. 305, 2010, p. 42–48. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2010.01910.x>