

**Title:** Use of silicon in the production of tomato (*lycopersicon esculentum* mill.) Grape type growing in nutritive solution

**Authors:** SANCHEZ-MONTEON, Ana Luisa, JUAREZ-ROSETE, Cecilia Rocío, ALEJO-SANTIAGO, Gelacio and ABURTO-GONZÁLEZ, Circe Aidín

Editorial label MARVID: 607-8695

VCICA Control Number: 2023-01

VCICA Classification (2023): 010923-0001

Pages: 29

RNA: 03-2010-032610115700-14

**MARVID - Mexico**

Park Pedregal Business. 3580-  
Adolfo Ruiz Cortines Boulevard –  
CP.01900. San Jerónimo Aculco-  
Álvaro Obregón, Mexico City  
Skype: MARVID-México S.C.  
Phone: +52 | 55 6159 2296  
E-mail: [contact@marvid.org](mailto:contact@marvid.org)  
Facebook: MARVID-México S. C.  
Twitter: @Marvid\_México

[www.marvid.org](http://www.marvid.org)

**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

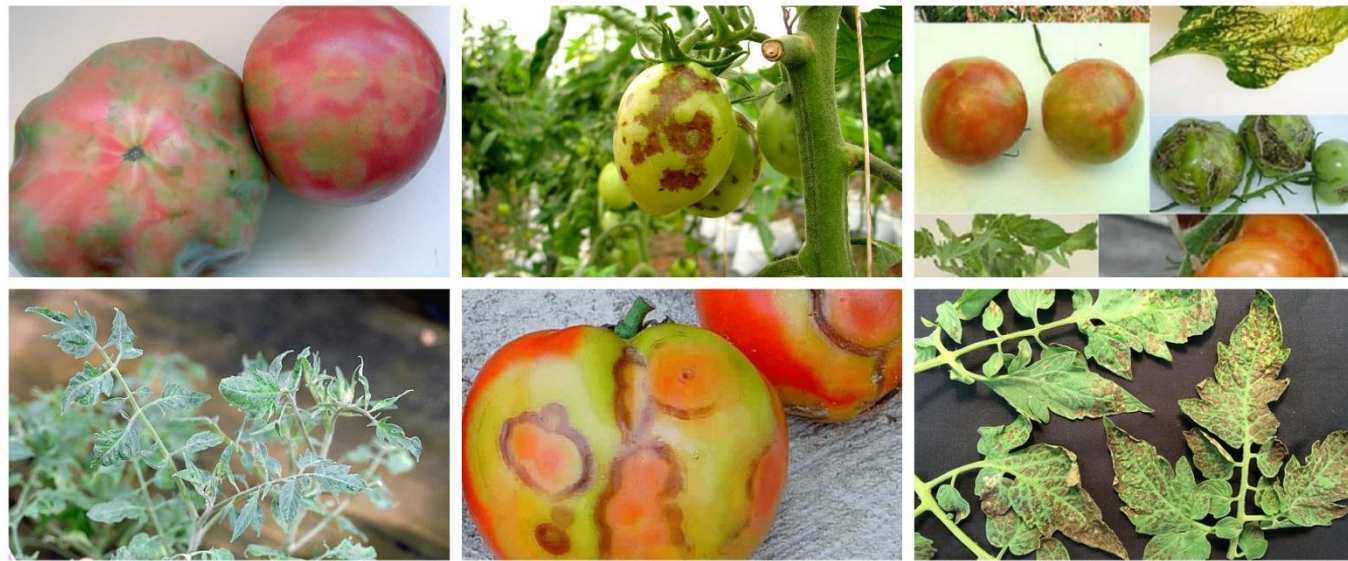
# **Introducción**



# *Solanum lycopersicum*



Fue la primera hortaliza producida en ambientes protegidos en México



Acido monosilícico  
Silicatos de potasio  
Silicatos de calcio  
Silicatos de sodio



Reduce  
incidencias de  
enfermedades  
Aumenta el grosor en  
cutícula en hojas y  
tallos



## **Objetivo**

Evaluar el efecto de la concentración y método de aplicación de silicio en el crecimiento y rendimiento de plantas de tomate grape.

## **Hipótesis**

La concentración y el método de aplicación de silicio difiere en su efecto al crecimiento y rendimiento de plantas de tomate grape.

# **Metodología**



# Ubicación de experimento

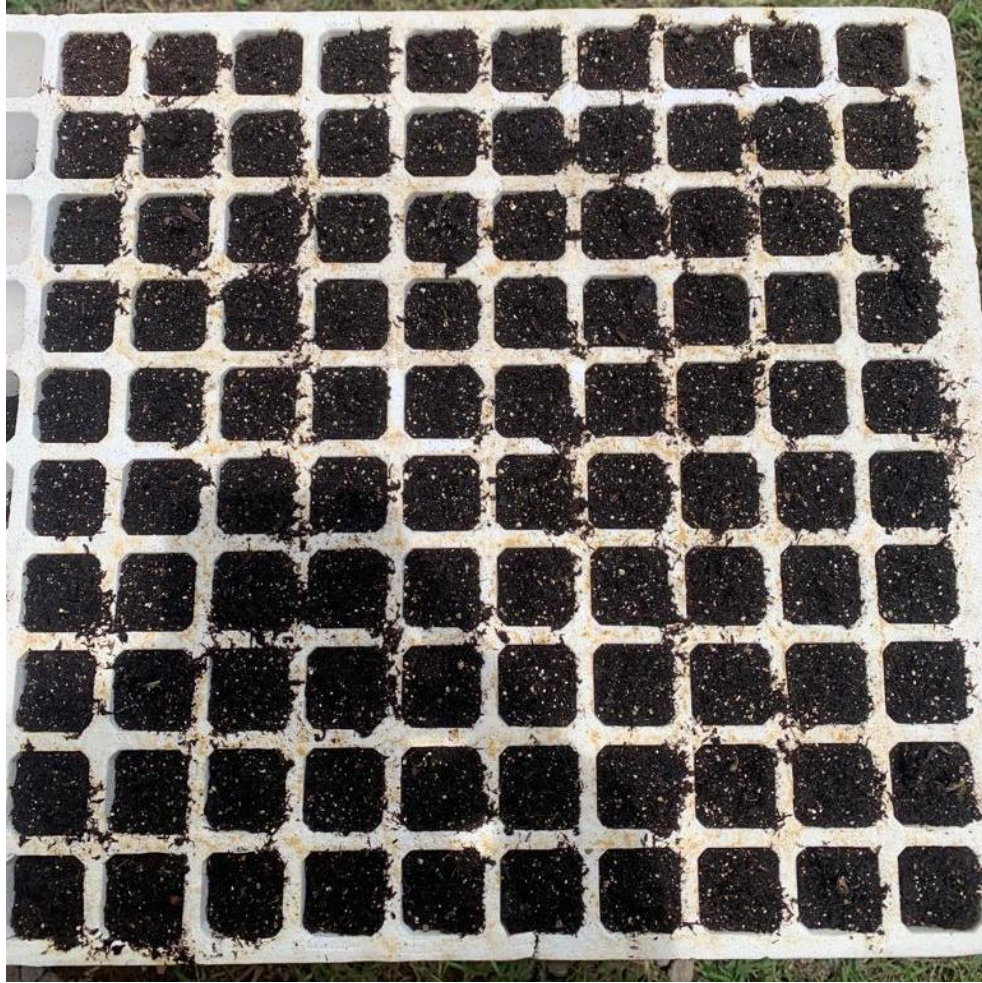


# Material genético

Variedad Primarino de la empresa Rijk Zwaan®.



# Siembra y trasplante



# Tratamientos

Cuadro 1. Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Descripción
1	Solución nutritiva (raíz) + 0 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
2	Solución nutritiva (raíz) + 4 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
3	Solución nutritiva (raíz) + 6 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
4	Solución nutritiva (raíz) + 8 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
5	Solución nutritiva (raíz) + 10 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
6	Solución nutritiva (foliar) + 0 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
7	Solución nutritiva (foliar) + 4 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
8	Solución nutritiva (foliar) + 6 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
9	Solución nutritiva (foliar) + 8 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>
10	Solución nutritiva (foliar) + 10 g.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>

Diseño experimental

Condiciones generales del cultivo



# Variables a evaluar

## Variables morfológicas:

Altura de planta

Longitud de raíz

Diámetro de tallo

Número de hojas

Área foliar



# Peso fresco y seco de la biomasa aérea y de la raíz



# Variables de rendimiento

Número de frutos por planta

Rendimiento total

Diámetro, longitud y peso de fruto



# Análisis estadístico

Los datos experimentales fueron analizados bajo un modelo factorial con el programa estadístico SAS (2009) y las medias serán comparadas con la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1984).

# **Resultados**



# VARIABLES MORFOLÓGICAS

Cuadro 2. Análisis de varianza para variables morfológicas en jitomate grape dura el periodo evaluado.

Fuente de variación	G.L.	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Pr>F					
[Silicio]	4	0.0074 *	0.705	0.1021	<0.0001 *
Método de aplicación	1	0.1769	0.3055	0.0493 *	<0.0001 *
[Silicio] x Método de aplicación	4	0.554	0.559	0.1257	<0.0001 *
CME		15.31	0.023	1.788889	24531.56
CV		16.18	14.79585	14.35580 *	12.54629

CME: Cuadrado medio del error, C.V.: Coeficiente de variación  
 Valores con "\*" en cada variable presentan diferencias.

# Altura de planta

Cuadro 3. Valores medios para altura de plantas de jitomate grape medidas durante el periodo evaluado.

Concentración de SiO <sub>2</sub> g.L <sup>-1</sup>	24 ddt	31 ddt	38 ddt
0	68.875 a	99.625 a	124.750 a
4	72.875 a	105.625 a	131.875 a
6	64.875 a	98.375 a	128.625 a
8	68.938 a	104.250 a	132.000 a
10	64.750 a	91.959 a	121.959 a
Método de aplicación			
Raíz	69.725 a	102.150 a	102.150 a
Foliar	66.400 a	97.784 a	97.784 a

Medias con diferente letra en cada variable son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Borda *et al.* (2007) encontró una mayor altura en avena forrajera con aporte de silicio.

# Longitud de raíz, diámetro de tallo y número de hojas

Cuadro 4. Valores medios de variables morfológicas en plantas de jitomate grape por efecto de la concentración de silicio y el método de aplicación.

Concentración de SiO <sub>2</sub> g.L <sup>-1</sup>	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
0	25.775 a	1.07500 a	9.1250 a	1027.07 c
4	24.513 ab	1.05000 a	10.2500 a	1000.77 c
6	26.325 a	0.97500 a	8.3750 a	1027.26 c
8	25.075 a	1.00000 a	9.6250 a	1763.77 a
10	19.209 b	1.02500 a	9.2088 a	1423.04 b
Método de aplicación				
Raíz	25.035 a	1.05000 a	9.7500 a	1363.34 a
Foliar	23.324 a	1.00000 a	8.8835 b	1133.43 b

Villalón-Mendoza *et al.* (2018) en el cultivo de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *Glabriusculum*) la fertilización con silicio no obtuvo diferencias sobre la longitud de raíz.

Amador *et al.* (2013) en cultivo de caña de azúcar, los tallos donde se aplicó silicio presentaron un engrosamiento de 14% en comparación con el testigo.

Bent (2008), afirma un incremento en el número de hojas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) debido al suministro de silicio durante el desarrollo del cultivo.

Medias con diferente letra en cada variable son significativamente diferentes (Tukey P<0.05).

# Área foliar

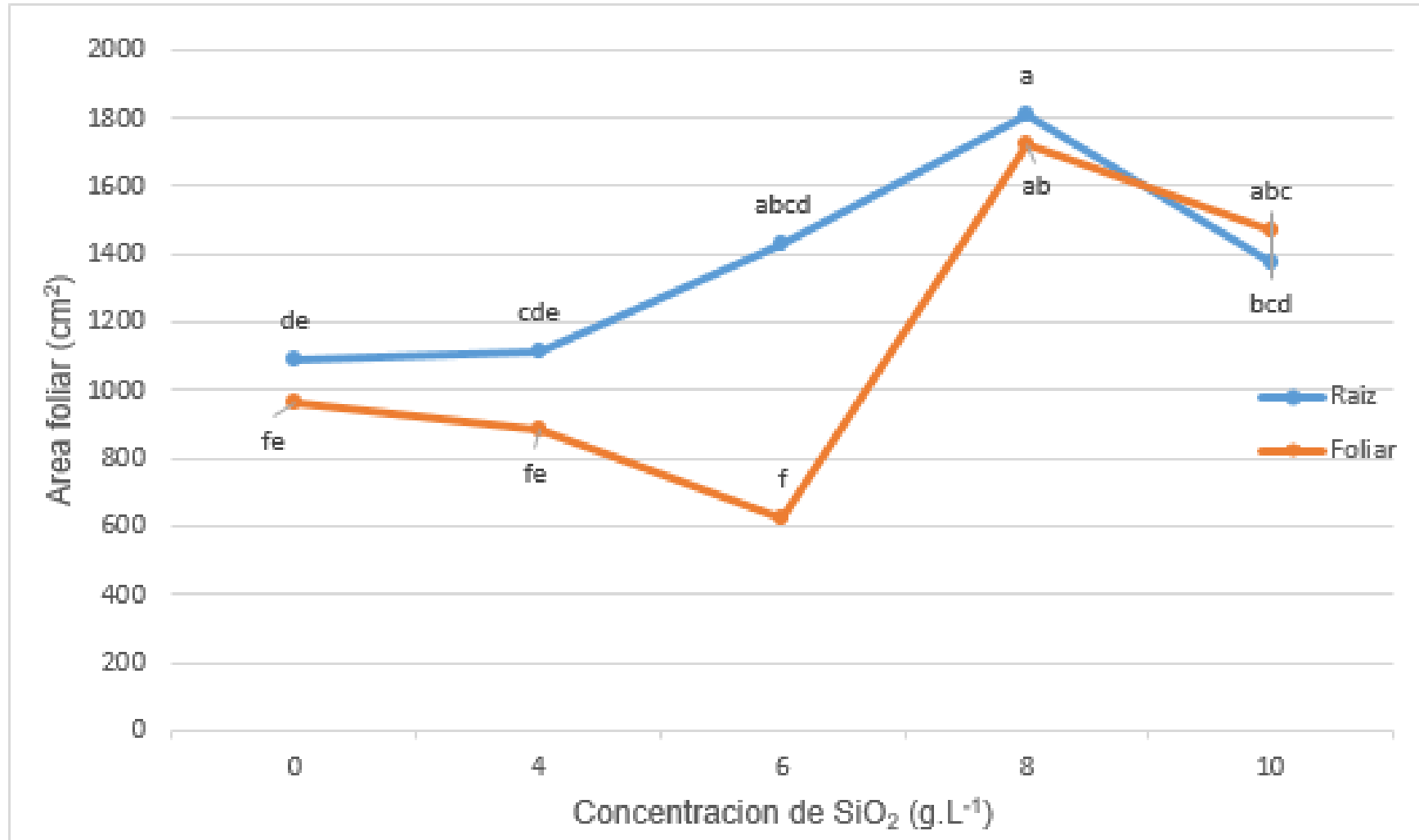


Figura 1. Interacción de los diferentes tratamientos y concentraciones para área foliar.

# Peso fresco y seco de la biomasa aérea y de la raíz

Cuadro 5. Análisis de varianza para el peso fresco y seco de biomasa aérea y raíz en jitomate grape durante el periodo evaluado.

Fuente de variación	G.L.	Peso fresco de biomasa aérea (g)	Peso fresco de raíz (g)	Peso seco de biomasa aérea (g)	Peso seco de raíz (g)
				Pr>F	
[Silicio]	4	0.5419	0.7444	0.7098	0.4539
Método de aplicación	1	0.0802	<0.0001 *	0.0318 *	0.0016 *
[Silicio] x Método de aplicación	4	0.2952	0.0913	0.0460 *	0.2524
CME		937.27222	556.6556	33.48167	31.90783
CV		19.57058	23.48394	20.19663	37.19922 *

CME: Cuadrado medio del error, C.V.: Coeficiente de variación  
Valores con "\*" en cada variable presentan diferencias.

# Peso fresco y seco de la biomasa aérea y de la raíz

Cuadro 6. Valores medios para el peso fresco y seco de biomasa aérea y raíz de jitomate grape por efecto de la concentración de silicio y método de aplicación.

Concentración de SiO <sub>2</sub> g.L <sup>-1</sup>	Peso fresco de biomasa aérea (g)	Peso fresco de raíz (g)	Peso seco de biomasa aérea (g)	Peso seco de raíz (g)
0	143.88 a	93.88 a	30.400 a	12.050 a
4	169.50 a	108.13 a	29.413 a	16.213 a
6	157.00 a	100.00 a	28.663 a	16.163 a
8	160.38 a	104.25 a	28.425 a	16.875 a
10	151.42 a	96.08 a	26.350 a	14.625 a
Método de aplicación				
Raíz	165.200 a	119.900 a	30.710 a	18.285 a
Foliar	147.667 a	81.034 b	26.590 b	12.085 b

Medias con diferente letra en cada variable son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).



# Números de fruto por planta y rendimiento total

Cuadro 8. Valores medios para rendimiento de frutos de jitomate grape.

Concentración de SiO <sub>2</sub> g.L <sup>-1</sup>	Número de frutos	Rendimiento total (g)
0	30.500 a	187.51 a
4	30.000 a	182.58 a
6	32.125 a	179.51 a
8	29.750 a	187.24 a
10	30.541 a	188.90 a
Método de aplicación		
Raíz	31.200 a	187.48 a
Foliar	29.967 a	182.82 a

Medias con diferente letra en cada variable son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Quiroga (2016) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) suministro el silicio vía foliar y presentó mayor número de frutos.

Pinedo (2011) encontró los valores más altos, suministrando silicio en mayores concentraciones en el cultivo de pepino.



# Diámetro, longitud y peso de fruto

Cuadro 9. Valores medios para las características físicas de frutos de tomate grape.

Concentración de SiO <sub>2</sub> g.L <sup>-1</sup>	Diámetro (cm)	Largo (cm)	Peso (g)
0	1.4673 a	2.0551 b	4.6719 a
4	1.3468 a	1.9980 b	4.4245 a
6	1.5005 a	2.3358 ab	4.9133 a
8	1.4015 a	2.1406 ab	4.7666 a
10	1.5175 a	2.7460 a	5.5356 a
Método de aplicación			
Raíz	1.53250 a	2.3765 a	5.0861 a
Foliar	1.36090 a	2.1338 a	4.6387 a

Medias con diferente letra en cada variable son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Pinedo (2011) en el cultivo de pepino donde obtuvo los valores más altos en cantidad, diámetro, longitud y peso, aplicando la mayor concentración de Silicio.

# Conclusiones

- ❖ Para el cultivo de tomate tipo grape variedad Primarino, se obtuvo los mejores resultados para área foliar con la concentración de 8 g.L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>.
- ❖ Utilizar el silicio suministrado a la raíz favorece las variables morfológicas de número de hojas y área foliar. Así como también favorece el peso fresco y seco de la raíz.
- ❖ Para la variable de largo de fruto se logró mejores resultados con la concentración de 10 g.L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>. Esta provocó un aumento respecto a la longitud del fruto en comparación con el testigo. Sin embargo, con la concentración de 8 y 6 g.L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub> se consiguió resultados similares.
- ❖ Por lo que se recomienda utilizar la concentración de 8 g.L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub> aplicado a la raíz ya que fue la que mejor valor obtuvo para favorecer el crecimiento vegetativo y esto lleva a obtener un mayor desarrollo de frutos para plantas de tomate grape variedad Primarino.

# Referencias

- Amador, O.; Subirachs, J.; Pérez, R. & Dittel, S. 2013. Aumento del potencial productivo en caña de azúcar por aplicación de Armurox® como fuente de silicio biodisponible.
- Bent, E. 2008. Ácido silícico. Cultivar de acuerdo con la naturaleza Parte I- II. Bérghamo. Italia. Pág. 6-15. Consultado el día 26 de marzo de 2022. Disponible en línea: [www.hortcom.files.wordpress.com](http://www.hortcom.files.wordpress.com).
- Borda, O.; Barón, F. y Gómez, M. 2007. El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.): respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. *Agronomía Colombiana*, 25(2),273-279. Consultado el día 11 de abril de 2022. ISSN: 0120-9965. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180320296009>
- Datnoff, L.E.; Snyder, G & Korndorfer, G. 2001. Silicon in agriculture. University of Florida –IFAS. Belle Glade, FL. USA. Elsevier Science B.V. First Edition. 371 pp.
- Diogo, R.V.C., & K. Wydra. 2007. Silicon-induced basal resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* Vol. 70:120-129. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2007.07.008>
- Gómez-Camacho, R.; Rodríguez-Mendoza, Ma.; Colinas de León, M.; Cárdenas-Soriano, E. & Sandoval Villa, M. 2006. Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara. *Revista Chapingo serie horticultura*, 12(1),69-75. [fecha de Consultado el día 11 de abril de 2022. ISSN: 1027-152X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912111>
- Gunes, A., A. Inal, E.G. Bagci, & D.J. Pilbeam. 2007. Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. *Plant Soil*. Vol. 290:103-114. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.07.011>
- Heine, G., G. Tikum, & W.J. Horst. 2007. The effect of silicon on the infection by and spread of *Pythium aphanidermatum* in single roots of tomato and bitter gourd. *J. Exp. Bot.* Vol. 58:569-577. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl232>
- Nafarrete, C. 2017. Estimación directa e indirecta del índice del área foliar (IAF) y su modelación con Lidiar en un bosque tropical seco de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Tesis de posgrado en ciencias biológicas. Mérida, Yucatán; México.
- Pinedo, J. 2011. Evaluación de dosis de silicio en el rendimiento del pepino híbrido (*Cucumis sativus* L.) variedad Stonewall F1, Lamas San Martín. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.
- Pozo, J., Urrestarazu, M., Morales, I., Sánchez, J., Santos, M., Diáñez, F., Álvaro, J. E. 2015. Effects of silicon in the nutrient solution for three horticultural plant families on the vegetative growth, cuticle, and protection against *Botrytis cinerea*. *HortScience*. Vol. 50(10):1447-1452.
- Pozza, E.A., A.A. Pozza, & D.M. Botelho. 2015. Silicon in plant disease control. *Ceres*. Vol. 62:323-331. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562030013>
- Quero, E. 2008. Silicio en la producción de chile. La biosilicificación proceso biológico fundamental en la productividad vegetal (en línea). Consultado el día 26 marzo de 2022. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/biosilicificacion-proceso-biologico-fundamental-t31973.htm>

- Quiroga, A. 2016. Respuesta a las aplicaciones de silicio en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad modan, en condiciones de estrés hídrico bajo cubierta en Culiacán, Sinaloa. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Tesis profesional de Ingeniero Agrónomo. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/582/Tesis%20Andrea%20M%20Quiroga%20S%20%20Ingenieria%20Agronomica.pdf;jsessionid=861F2F7F326A386E36F04E6156C7BB92?sequence=1>
- Reche, J. 2010. Cultivo del tomate en invernadero, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Sonneveld, C., & Straver, N. (1994). Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. *Voedingspolossingen glastijnbouw*. Vol. 8:1-33.
- Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS Institute. Cary, NC. U.S.A.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York. 481pp.
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. Proceedings sixth international congress on soilless culture. Wageningen, The Netherlands. 663-650 p.
- Urrestarazu, M. 2015. Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Madrid: MundiPrensa.
- Urrestarazu, M., C. Nájera, y V.M. Gallegos. 2016. Efectos del silicio en cultivos hortícolas. *Nuestro Campo*. Vol. 46:19-23.
- Villalón-Mendoza, H.; Castillo-Villarreal, M.; Garza-Ocañas, F.; Guevara-González, J. & Sánchez-Castillo, L. 2018. Dióxido de silicio como estimulante del índice de calidad de plantas de chile piquín (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) producidas en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(50), 294-303. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.247>
- Yepes, A. & Buckeridge, M. 2011. Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global - revisión. *Colombia Forestal*, 14(2), 213-232.



© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. VCICA is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- ([www.marvid.org/booklets](http://www.marvid.org/booklets))