



Dióxido de silicio como estimulante del índice de calidad de plantas de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) producidas en vivero

Silicon dioxide as a stimulant of the quality index of nursery-grown pequin pepper (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) plants

Horacio Villalón-Mendoza^{1*}, Marcelo Antonio Castillo-Villarreal¹, Fortunato Garza-Ocañas¹, José Amado Guevara-González¹ y Laura Sánchez-Castillo¹

Abstract:

Since the last century silicon dioxide has become notorious not only for its role in electronic components but also for its beneficial effects on some crops such as rice or strawberry. The work was carried out in the *Facultad de Ciencias Forestales* of the *Universidad Autónoma de Nuevo León* (UANL) in the nursery area. It was carried out in the January-May season of 2016. Four replications of 10 plants each were carried out for each of three fertilizers —silicon dioxide, earth worm compost, and a mixture of earth worm compost and silicon dioxide— and a control. Two results of the experiment were obtained: firstly, a temporary growth was registered throughout the experiment for each treatment, the earthworm compost being the one that obtained the greatest average increase in the height of the plant, to 14 cm, followed by the silicon dioxide, with an average increase to 12.28 cm; the control, with 11.25 cm, and, finally, the mixture of silicon dioxide and earth worm compost, with 11 cm. The second result was the plant quality, measured with Dickson's quality index, for which the silicon dioxide obtained the highest value, followed by the earthworm compost; the fertilizer mixture yielded a low average but exhibited a high variability, and the lowest value was for the control.

Key words: Plant quality, plant growth, silicon dioxide, plant stimulant, Dickson Index, earthworm compost.

Resumen:

Desde el siglo pasado el dióxido de silicio ha tomado notoriedad, no solo por su rol en los componentes electrónicos, sino también por sus efectos benéficos en algunos cultivos como el arroz o la fresa. El objetivo del presente estudio fue conocer los impactos del dióxido de silicio como fertilizante sobre la calidad de planta del chile piquín. El trabajo se desarrolló en el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante enero-mayo de 2016. Se aplicaron tres tratamientos más el testigo: 1) testigo, 2) dióxido de silicio, 3) lombricomposta, y 4) una mezcla de lombricomposta y dióxido de silicio. Se monitoreó el crecimiento de la planta en altura cada cinco días, después de la fertilización se utilizó el Índice de Calidad de *Dickson* para evaluar la calidad de la planta al finalizar el experimento. Los resultados indicaron que la lombricomposta y el dióxido de silicio tuvieron un mayor incremento medio de altura de planta, a 14 cm y 12.8 cm, respectivamente; seguido del testigo (11.25 cm), y por último, la mezcla de dióxido de silicio con la lombricomposta (11 cm). El Índice de Calidad de *Dickson* fue más alto con el dióxido de silicio y la lombricomposta; la mezcla de ambos tuvo un promedio más bajo con alta variación, finalmente, en las plantas testigo se estimó el menor índice.

Palabras clave: Calidad de planta, crecimiento de planta, dióxido de silicio, estimulante vegetal, Índice de *Dickson*, lombricomposta.

Fecha de recepción/Reception date: 16 de marzo de 2018

Fecha de aceptación/Acceptance date: 26 de septiembre de 2018

¹Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Correo-e: horacio.villalon@gmail.com

Introducción

México ocupa el segundo lugar en el cultivo de chile verde, con 8 % de la producción mundial (FAOSTAT, 2009). En el país, el chile es uno de los cultivos más importantes, por su elevada participación en el valor de la producción agrícola regional, por la generación de ingresos y de empleos en las zonas de producción chilera. En la actualidad es el producto hortícola más relevante del país, con una superficie cultivada de casi 150 mil hectáreas, una producción superior al millón y medio de toneladas al año, y un valor promedio, en el periodo 93- 2002, de 1 387 823 854 pesos Mx (Sagarpa, 2007).

El género *Capsicum*, además de su valor cultural en el México prehispánico tiene un rol socioeconómico en el norte del país, en donde 15 % de las comunidades rurales se dedican a la recolección de chile piquín, actividad que genera 60 % de sus ingresos (Medina *et al.*, 2007).

El chile piquín, es una planta silvestre, que crece en diferentes ecosistemas del noreste de México, principalmente, en el Matorral Tamaulipeco, y representa un recurso forestal no maderable muy relevante, tanto ecológica, como socioeconómicamente.

La población muestra una gran preferencia por el chile piquín, en comparación con el serrano o jalapeño. En el norte de México, más de 50 % de los consumidores estaban dispuestos a pagar desde \$51.00 (pesos mexicanos) hasta \$500.00 por un kilo del fruto fresco, por lo que es de 40 hasta 100 veces más caro que el jalapeño y el serrano. Su gran aceptación indica su alto potencial en el mercado (Villalón-Mendoza *et al.*, 2014).

El silicio es más conocido por su rol en los componentes electrónicos; sin embargo, se ha demostrado que a pesar de no ser un elemento esencial para la planta, tiene cualidades que ayudan en el desarrollo y rendimiento de algunas especies como lo señala Corzo (2013), quien realizó la fertilización con silicio en palmas aceiteras y obtuvo un aumento en el número de hojas verdes y el crecimiento fue mayor a través del año, en comparación con las palmas que no fueron fertilizadas.

Este trabajo tuvo como objetivo conocer los efectos del dióxido de silicio sobre la calidad de planta del chile piquín producida bajo condiciones de invernadero.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo de enero-mayo del 2017 en las instalaciones del vivero forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en las coordenadas 24°47.917' latitud norte y 99°32.508' longitud oeste, a una distancia aproximada de 8 km al sur de la zona centro del municipio Linares, Nuevo León, México.

Se evaluaron tres tratamientos de fertilización y un testigo, con cuatro repeticiones de 100 plantas cada una, para un total de 400 plántulas por tratamiento (Villalón-Mendoza *et al.*, 2015). Se registraron las variables de altura y número de hojas.

Se utilizaron plántulas de *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*, las cuales fueron germinadas 30 días antes del experimento en un almácigo con 5 000 ppm de ácido giberélico, en *peat most* (70 % + perlita 20 % + arena de río 10 %), en charolas de germinación de plástico de 128 cavidades de 2 cm × 2 cm, por 5 cm de altura, en la zona del vivero forestal. Posteriormente, las plantas se trasplantaron a contenedores de bolsa de 350 cm³. El sustrato utilizado fue una mezcla compuesta por 50 % suelo, 30 % *peat most* y 20 % perlita.

Se registraron datos de altura, número de hojas, peso seco y peso fresco en el estado inicial de las plantas para compararlas con los mismos datos al final del experimento.

Los tratamientos fueron cuatro: 1) planta testigo; 2) fertilización con dióxido de silicio, a razón de 20 g L⁻¹ de agua; 3) lombricomposta (lixiviado de lombricomposta) en una proporción de 20 cm³ L⁻¹ de agua; y 4) mezcla del dióxido de silicio (20 g L⁻¹ de agua) y lombricomposta (20 cm³ L⁻¹ de agua). Al respecto, esta última tiene una buena función como fertilizante de chile piquín (Malacara *et al.*, 2016).

La fertilización fue foliar, y se realizó justo después del trasplante. Posteriormente, se aplicó cada 10 días, hasta el 14 de mayo. Las concentraciones de dióxido de silicio,

marca Agronil®, fueron a razón de 19 gramos por cada litro de agua, que se suministró manualmente, con aspersores. Las mediciones y registro de datos fueron con una periodicidad de 15 días, y se capturaron en una base de datos para su análisis posterior, la cual se integró con la información de 20 plantas elegidas al azar por cada tratamiento. Posteriormente, se analizaron mediante el Índice de Calidad de *Dickson*:

$$ICD = \frac{\frac{Peso seco total de la planta (g)}{Altura (cm)}}{\frac{Diámetro cuello de la raíz (mm)}{Peso seco parte aérea (g)}} + \frac{Peso seco raíz (g)}{Peso seco planta (g)}$$

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se muestran las diferencias en altura entre tratamientos. Las plantas en las que se usó la lombricomposta tuvieron un mayor estímulo en el crecimiento, con una media de 14 cm; seguido por el tratamiento de dióxido de silicio con un promedio de 12.28 cm. En el testigo se presentó una altura promedio de 11.25 cm y con dióxido de silicio más la lombricomposta fue de 11 cm, con el valor más bajo. Los resultados coinciden con los de Malacara *et al.* (2016) para la fertilización de plántulas de chile silvestre, quienes señalan que la lombricomposta fue de los mejores tratamientos, e igual al fertilizante mineral de liberación lenta.

En el presente trabajo la altura de la planta registró un aumento exponencial del crecimiento y en el número de hojas, en el mes de abril; esto se debió, principalmente, al cambio de las condiciones climáticas propias de la región en primavera; además, las precipitaciones que ocurrieron durante esas fechas (Figura 1). Medina *et al.* (2003) en una prueba sobre 10 recolectas de chile piquín procedentes del noreste de México, observaron el mismo comportamiento en sus tratamientos.

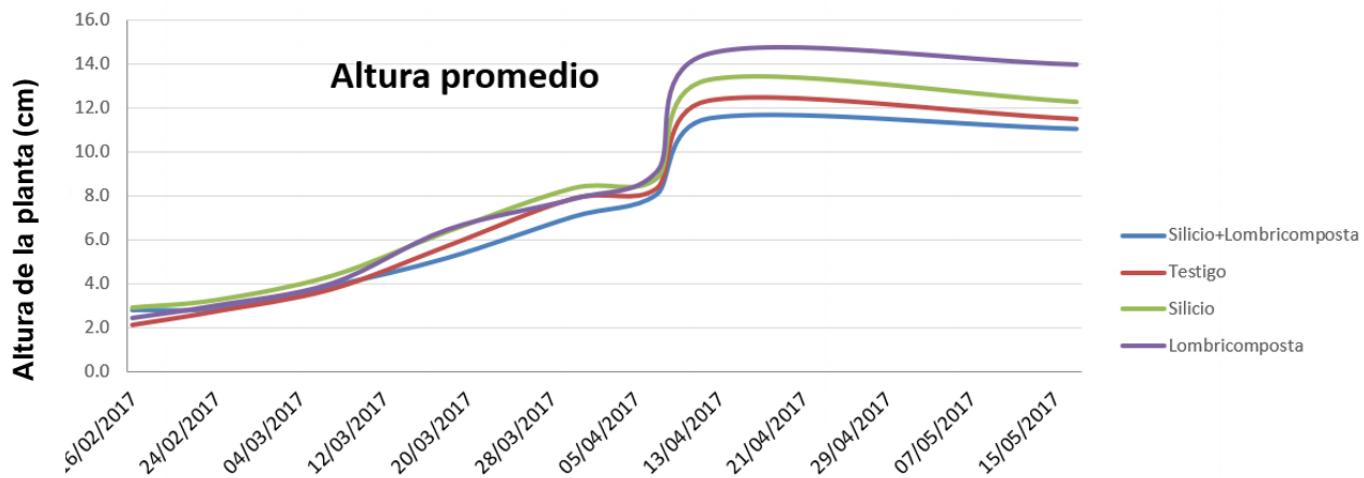


Figura 1. Altura de planta de chile piquín bajo cuatro tratamientos de fertilización (16 de febrero al 15 de mayo de 2017).

Índice de calidad de planta

Los resultados del índice de calidad de planta se presentan en la Figura 2, donde se muestra que los tratamientos con un mejor desempeño fueron el de dióxido de silicio y la lombricomposta. A diferencia del testigo, la combinación dióxido de silicio con la lombricomposta alcanzó una media de 0.12; sin embargo, el intervalo de distribución de los datos fue muy amplio, igual al testigo. Por lo que se debería dar continuidad a este tipo de investigaciones en las que se evalúa el comportamiento de la planta trasplantada en campo.

Bañuelos *et al.* (2008) y Dickson *et al.* (1960) opinan que el Índice de Dickson es una de las variables más importantes en los resultados de pruebas sobre manejo de la producción de planta en vivero. Por lo anterior, se considera que utilizar este índice para medir el efecto del dióxido de silicio como estimulante es adecuado para estimar la calidad en la producción en vivero de planta de chile silvestre, que igualó a la planta obtenida con fertilizante orgánico (lombricomposta) y superó al tratamiento testigo.

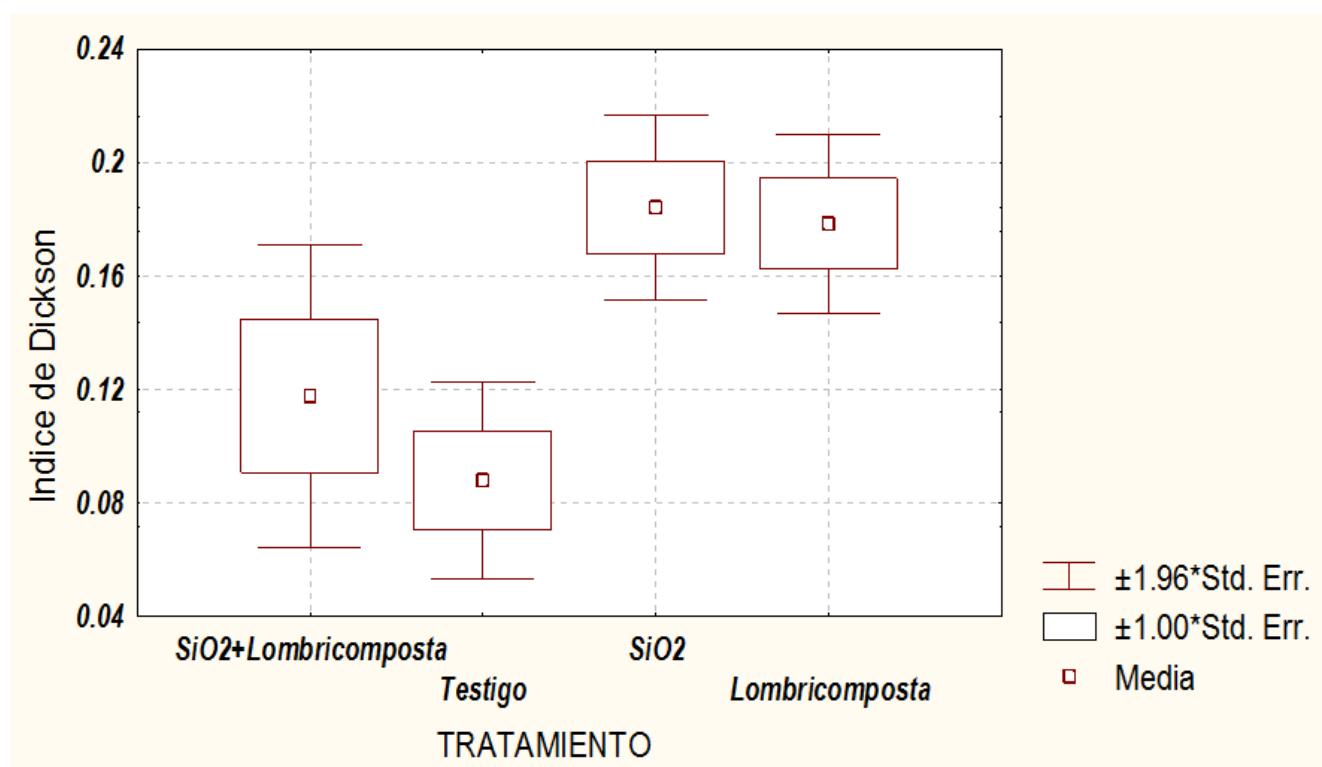


Figura 2. Índice de *Dickson* para los cuatro tratamientos.

Respecto al conocimiento del dióxido de silicio como fertilizante aún se tienen huecos, debido a que se ignoran los puntos máximos de asimilación o toxicidad del silicio. Sin embargo, los resultados en la presente investigación fueron similares a los citados en la literatura (Feng y Yamaji, 2006, FAO, 2009, Corzo, 2013). Aunque no fueron fácilmente comparables, ya que los efectos del dióxido de silicio en la calidad de planta en la mayoría de las investigaciones, no se considera, sino que por lo general se registra el rendimiento de la planta. Feng y Yamaji (2006) en arroz documentan incrementos superiores en la producción de planta para ser trasplantada, al aplicar dosis similares de dióxido de silicio, lo anterior coincide con registrado en el presente estudio, en el que se observó un mayor incremento inicial en la altura de las plantas del chile piquín, factor muy importante para trasplantarlas más rápido, y con ello reducir el riesgo de ataque por hongos, como el *damping off*. Asimismo, coinciden con lo citado por Corzo (2013), para la palma de aceite fertilizada con dióxido de silicio, cuya altura a lo largo de un año fue mayor.

En la Cuadro 1, se resumen los estadísticos para todas las variables medidas. Se aprecia que solamente se tuvieron diferencias en el índice de calidad (Índice de *Dickson*, $p=0.03053$); en cambio, la longitud de raíz, altura final de la planta, diámetro de cuello de la planta, peso seco de la raíz, peso aéreo, área foliar, peso verde de la raíz y peso verde aéreo fueron iguales en todos los tratamientos.

Cuadro 1. Análisis de varianza para las diferentes variables evaluadas en el presente estudio, con un valor de $p \leq 0.05$.

Variable	SC efecto	GI efecto	CM efecto	SC Error	GI Error	CM Error	F cal	p
Índice de <i>Dickson</i>	0.024083	3	0.008028	0.023048	12	0.001921	4.179546	0.03053*
Longitud de raíz	82.41533	3	27.47178	633.3347	12	52.77789	0.520517	0.676170
Altura de planta	59.17221	3	19.72407	478.8422	12	39.90351	0.494294	0.692945
Diámetro a la base del cuello	0.137500	3	0.045833	2.300000	12	0.191667	0.239130	0.867382
Peso seco de la raíz	0.133033	3	0.044344	0.465142	12	0.038762	1.144024	0.370914
Peso seco aéreo	0.201503	3	0.067168	0.468297	12	0.039025	1.721160	0.215687
Área foliar	5.466325	3	1.822108	31.12768	12	2.593973	0.702439	0.568564
Peso verde de la raíz	2.705974	3	0.901991	3.351620	12	0.279302	3.229452	0.060885*
Peso verde aéreo	0.766678	3	0.255559	2.016522	12	0.168043	1.520794	0.259509

*Diferencia estadística observada.

Es importante señalar que aún falta conocer los valores máximos y mínimos de absorción del silicio en las plantas del chile piquín, así como determinar su dosis óptima (Feng y Yamaji, 2006).

Conclusiones

El dioxido de silicio tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plantas de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*), lo que resulta en una calidad de planta superior y un mayor crecimiento; por lo tanto, es una alternativa viable para la fertilización del chile piquín.

Conflicto de intereses

Los autores manifestamos que existe un vínculo laboral y como alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., patrocinadora de la investigación que sustenta la presente contribución, de modo que los datos publicados nos pudieran otorgar ventajas de tipo profesional y laboral.

Contribución por autor

Horacio Villalón-Mendoza: dirección del trabajo de campo y laboratorio; así como en la realización del manuscrito; Marcelo A. Castillo-Villarreal: recolección de datos en campo y apoyo en el trabajo en laboratorio; Fortunato Garza-Ocañas: trabajo de laboratorio; José A. Guevara-González: revisión de literatura, captura y análisis de la información, elaboración de gráficas; y la revisión y redacción del escrito; Laura Sánchez Castillo: trabajo en campo.



Referencias

- Bañuelos, N., P. Salido y A. Gardea. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Estudios Sociales*. México 16(32):1-30.
- Corzo, M. 2013. Experiencias experimentales del uso del Silicio como sustituto de fertilizantes en el cultivo de Palma de Aceite. *Memorias 1er Simposio Internacional Beneficios del Silicio en la Agricultura 2013*. Ibagué, Tolima, Colombia. pp. 6-17.
- Dickson, A., A. L. Leaf and J. F. Hosner 1960. Quality appraisal of White spruce and White pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle* 36:10-13.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2009. Glosario de biotecnología para la agricultura y la alimentación. <http://www.fao.org/docrep/004/y2775s/y2775s00.htm> (15 de enero de 2018).
- Feng, M. J. and N. Yamaji. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in plant science* 11(8):392-397.
- Malacara R., R. I., H. Villalon M., J. M. Soto R., E. Medrano C., A. J. Ocampo R., C. G. Gonzalez, C. y A. Flores. 2016. Prueba de fertilizantes en producción de plántula de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var *glabriusculum*). In: *Memorias de la 13^a Convención Mundial del Chile*. San Francisco de Campeche, Camp., México. pp. 293-300.
- Medina M., T., H. Villalón M., L. A. Rodríguez del B., O. Pozo C., M. Ramírez M., M. Lara V., L. Trejo H., A. Cardona E., A. Mora O. y A. Carreón. 2003. Estudio poblacional y manejo agroforestal de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare*) en el noreste de México. In: *1^{er}. Simposio Regional sobre Chile Piquín. Avances de investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional del Recurso Silvestre*. INIFAP. Río Bravo, Tamps., México. pp. 17-19.
- Medina M., T. 2007. Socioeconomía y ecología del chile piquín en Tamaulipas, México. In: *Memorias de la Cuarta Convención Mundial del Chile*. Conaproch. Querétaro, Qro., Mexico. pp. 276-279.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2007. Nutrición del cultivo de caña de azúcar y uso eficiente de fertilizantes". Boletín Técnico Informativo del sector de la caña de azúcar. www.sagarpa.gob.mx/agricultura/sp/chile/prn_chile.pdf (15 de enero de 2018).
- Sistema de información mundial sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural. (FAOSTAT). 2009. Production crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (4 de enero de 2018).
- Villalon-Mendoza., H., T. Medina M., M. Ramirez M., S. E. Solis U. and R. Maití. 2014. Factors influencing price of the chile piquín wild chilli (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) of North-East Mexico. International Journal of Bio-Resource and Stress Managment 5(1):128-131.
- Villalón-Mendoza, H., A.C. Cruz-Hernández y J.M. Soto-Ramos. 2015. Características Morfológicas (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) para determinar el tamaño de la muestra. In: Memorias de la 12^a Convencion mundial del chile". Conaproch. Guadalajara, Jal., México. pp. 151-156.