

Influencia del selenio en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de invernadero

Influence of selenium on growth, development and yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under greenhouse conditions.

Influência do selênio no crescimento, desenvolvimento e rendimento do pimento (*Capsicum annuum* L.) em condições de estufa.

Llerena Ramos, Luis Tarquino
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
l.llerenaramos@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8927-7417>



Suarez Chichande, Viviana Lisseth
Investigador Independiente
vivianitasuarez10@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9599-0833>



Bravo Salvatierra, Jefferson Xavier
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
jbravo@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9566-3429>



Patiño Uyaguari, Javier Leonardo
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
jpatinou@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7636-6197>



García Gallirgos, Víctor Jorge
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Victor.garcia2016@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4547-6187>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/743>

Como citar:

Llerena Ramos, L. T., Suarez Chichande, V. L., Bravo Salvatierra, J. X., Patiño Uyaguari, J. L., & García Gallirgos, V. J. (2025). Influencia del selenio en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de invernadero. *Código Científico Revista De Investigación*, 6(E1), 1177–1193. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/743>.

Recibido: 23/02/2025

Aceptado: 13/03/2025

Publicado: 31/03/2025

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador. El objetivo fue evaluar el efecto del selenio en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo condiciones de invernadero. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos. T1 (Testigo químico 5 g/kristalon), T2 (selenio 4 mg/planta), T3 (selenio 6 mg/planta), T4 (selenio 8 mg/planta), las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, días a la floración, altura de planta, diámetro de tallo, longitud, número y peso del fruto, rendimiento, análisis económico, los resultados evidenciaron que el T4 mostro mayor altura de planta a los 30, 45 y 60 días (41.85 cm, 72.6 cm y 121.35 cm) y diámetro de tallo a los 30 y 60 días (0.41 cm y 1.13cm), a los 45 días el T2 (0.65 cm), en la primera cosecha el T3 tuvo 9 frutos, el T4 alcanzo mayor peso de los frutos (450.75 g) y diámetro de los frutos (6.11 cm) y el T1 mayor longitud de los frutos, (10.33 cm), en la segunda cosecha, el T4 tuvo mayor número de frutos (11 frutos), peso de los frutos (444.45 g) y diámetro de los frutos (6.03 cm), en la longitud de los frutos el T2 fue mayor (10.66 cm), los tratamientos con selenio (T2, T3 y T4) superan el rendimiento y la rentabilidad, el T4 destacada con una rentabilidad de 325.75%, a aplicación del selenio demostró efectividad tanto en las variables agronómicas como en las reproductivas, además de aumentar el rendimiento del cultivo.

Palabras clave: hortalizas, solanáceas, rentabilidad, invernadero.

Abstract

The present research was carried out at the Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador. The objective was to evaluate the effect of selenium on bell pepper (*Capsicum annuum* L) plants under greenhouse conditions. A completely randomized design (CRD) was used, with four treatments. T1 (chemical control 5 g/kristalon), T2 (selenium 4 mg/plant), T3 (selenium 6 mg/plant), T4 (selenium 8 mg/plant), the variables evaluated were percentage of emergence, days to flowering, plant height, stem diameter, length, number and weight of fruit, yield, economic analysis, the results showed that the T4 showed greater plant height at 30, 45 and 60 days (41.85 cm, 72.6 cm and 121.35 cm) and stem diameter at 30 and 60 days (0.41 cm and 1.13 cm), at 45 days the T2 (0.65 cm), in the first harvest the T3 had 9 fruits, the T4 reached higher fruit weight (450.75 g) and fruit diameter (6.11 cm) and T1 had greater fruit length (10.33 cm), in the second harvest, T4 had a greater number of fruits (11 fruits), fruit weight (444.45 g) and fruit diameter (6.03 cm), in fruit length T2 was greater (10.66 cm). 66 cm), selenium treatments (T2, T3 and T4) exceeded yield and profitability, T4 stood out with a profitability of 325.75%, the application of selenium showed effectiveness in both agronomic and reproductive variables, in addition to increasing crop yield.

Keywords: vegetables, solanaceae, profitability, greenhouse.

Resumo

A presente investigação foi realizada na Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador. O objetivo foi avaliar o efeito do selênio em plantas de pimento (*Capsicum annuum* L) em condições de estufa. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (CRD), com quatro tratamentos. T1 (controle químico 5 g/kristalon), T2 (selênio 4 mg/planta), T3 (selênio 6 mg/planta), T4 (selênio 8 mg/planta), as variáveis avaliadas foram porcentagem de emergência, dias para o florescimento, altura de planta, diâmetro do caule, comprimento, número e peso de frutos, produtividade, análise econômica, os resultados mostraram que o T4 apresentou maior altura de planta aos 30, 45 e 60 dias (41.85 cm, 72,6 cm e 121,35 cm) e diâmetro do caule aos 30 e 60 dias (0,41 cm e 1,13cm), aos 45 dias o T2 (0,65 cm), na primeira colheita o T3 apresentou 9 frutos, o T4 atingiu maior peso de frutos (450.75 g) e diâmetro do fruto (6,11 cm) e o T1 maior comprimento do fruto (10,33 cm), na segunda colheita, o T4 teve maior número de frutos (11 frutos), peso do fruto (444,45 g) e diâmetro do fruto (6,03 cm), no

comprimento do fruto o T2 foi maior (10. 66 cm), os tratamentos com selénio (T2, T3 e T4) superaram o rendimento e a rentabilidade, o T4 destacou-se com uma rentabilidade de 325,75%, a aplicação de selénio mostrou eficácia tanto nas variáveis agronómicas como reprodutivas, além de aumentar o rendimento da cultura.

Palavras-chave: hortaliças, solanáceas, rentabilidade, estufa.

Introducción

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza perteneciente a la familia de las solanáceas que goza de una gran popularidad a nivel mundial debido a su valor nutricional y su delicioso sabor. Es cultivado en numerosos países que cuentan con las condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo (Olivet & Cobas, 2021). En Ecuador la producción de pimiento, se la da en forma de monocultivo como en asociación con otros cultivos, abarca una extensión de 1.145 ha. De este total, se ha cosechado aproximadamente 1.070 ha (Collantes, 2015).

El selenio es un elemento benéfico para las plantas en concentraciones bajas. Los beneficios fisiológicos que brinda son mayor resistencia contra el estrés oxidativo, tolerancia contra estrés biótico y abiótico, incremento en la síntesis de pigmentos fotosintéticos, mayor crecimiento en plantas y rendimiento de los cultivos (González et al., 2022). Sin embargo, si las concentraciones de selenio son altas, pueden provocar toxicidad debido al cambio de estructura y función de las proteínas, así como inducir estrés oxidativo, lo que conduce a la alteración de varios procesos metabólicos. El efecto benéfico o tóxico de selenio dependerá de la concentración y método de aplicación (González et al., 2022)

En el caso de cultivo comercial del pimiento, la fase de plántula es la más crítica y un crecimiento inicial vigoroso, será fundamental para el establecimiento en campo ; sin embargo, no existe información suficiente sobre el efecto del selenio en la producción de plántulas de pimiento, por ello, la generación de nuevo conocimiento técnico y científico

acerca de los efectos del selenio en el crecimiento de pimiento, permitirá un uso adecuado en la horticultura en función de su concentración y método de aplicación (González et al., 2022)

El selenio cumple un papel en diferentes procesos fisiológicos que ayudan a las plantas a crecer, defenderse de depredadores y patógenos, estrés hídrico, entre otros procesos. Sin embargo, las respuestas fisiológicas y bioquímicas varían ampliamente entre especies. El selenio en el suelo existe tanto en formas orgánicas como inorgánicas; sin embargo, las plantas lo usan solo en formas inorgánicas (selenato, selenito). La materia orgánica del suelo es una importante reserva de selenio y está disponible para que la absorban las plantas con el tiempo (Chiriboga, 2019). Ante lo mencionado la presente investigación tuvo como finalidad evaluar efecto del selenio en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo condiciones de invernadero, debido a que el selenio en la agricultura es un fertilizante fundamental en los cultivos de origen hortícola, que aportan beneficios tanto al suelo como a la planta.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental “La María”, ubicada en el Km 7.5 de la vía Quevedo-Mocache. La ubicación geográfica es de 01° 06'24'' de latitud Sur y 79°29'70'' de longitud Oeste, a una altitud de 75 msnm.

La investigación fue de carácter experimental, en el que se realizaron ensayos para ver el efecto del selenio sobre las plantas de pimiento bajo condiciones de invernadero, se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos (T1: Químico (Kristalon a 5 g/L⁻¹); T2: Fuentes de selenio 6mg/L⁻¹; T3: Fuentes de selenio 8mg/L⁻¹; T4: Fuentes de selenio 10mg/L⁻¹), tres repeticiones y 3 unidades experimentales. Todas las variables de respuesta fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA) y se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

para determinar la diferencia entre la media de los tratamientos, para el cálculo se utilizó el software estadístico gratuito Infostat 2020.

Se tomaron diversas variables agronómicas tales como: Altura de planta, diámetro de tallo, número total de frutos, peso de fruto, longitud del fruto (cm), diámetro del fruto (cm), rendimiento (kg) y por último se efectuó un análisis económico.

Resultados

1.1. Altura de planta

En la variable de altura de planta a los 30 días no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T4 (selenio 8mg/planta) presentó mayor altura de planta con 41,85 cm, seguido de T3 (selenio 6mg/planta) con 40,6 cm y el T2 (selenio 4mg/planta) con 39,55 cm en comparación con el tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que presentó 39,25 cm de altura. A los 45 días de aplicación del selenio, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos donde el T4 (selenio 8mg/planta) presento mayor altura de planta con 72,6 cm, seguido de T3 (selenio 6mg/planta) con 70,3 cm, el tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que presento 70,5 cm de altura, en cuanto a l tratamiento T2 (selenio 4mg/planta) fue el que presento la menor altura con 69,8 cm, siendo estos tres últimos tratamientos mencionado significativamente iguales. A los 60 días de aplicado el selenio, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde el T4 (selenio 8mg/planta) presento mayor altura de planta con 121,35 cm, seguido de T2 (selenio 4mg/planta) con 109,35 cm y el T3 (selenio 6mg/planta) con 108,5 cm, estos dos últimos tratamientos fueron significativamente iguales al T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que presento 39,25 cm de altura (Tabla 1)

Tabla 1.*Altura de planta a los 30, 40 y 60 días después de la aplicación del selenio en plantas*

Tratamientos	Días después de la aplicación		
	30 dda	40 dda	60 dda
T1. Testigo químico 5 g\kristalon	39,25 ± 2,98 a	70,5 ± 1,35 b	103,4 ± 3,09 b
T2. selenio 4mg/planta	39,55 ± 1,16 a	69,8 ± 0,78 b	109,35 ± 4,53 b
T3. selenio 6mg/planta.	40,6 ± 0,63 a	70,3 ± 0,76 b	108,5 ± 1,73 b
T4. selenio 8mg/planta.	41,85 ± 0,64 a	72,6 ± 0,82 a	121,35 ± 4,1 a
CV %	4,12	1,35	3,19

Nota: Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. CV% = Porcentaje de coeficiente de variación (Autores, 2025).

1.2. Diámetro de tallo

En la variable de diámetro de tallo a los 30 días de aplicado el selenio, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) presento mayor diámetro con 0,41 cm, seguido del tratamiento T3 (selenio 6mg/planta) con 0,39 cm, y del tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que presento 0,38 cm, estos resultaron ser mayores al T2 (selenio 4mg/planta) que tuvo 0,35 cm. A los 45 días, no se observa diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento T2 (selenio 4mg/planta) resulto ser menor con 0,65 cm, en comparación con los tratamientos T1 (Testigo químico 5 g\kristalon), T3 (selenio 6mg/planta), T4 (selenio 8mg/planta) que alcanzaron 0,68 cm. A los 60 días, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) resulto ser mayor con 1,13 cm, seguido de los tratamientos T2 (selenio 4mg/planta) y T3 (selenio 6mg/planta) que presentó 1,04 cm, finalmente tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que llego a los 1,03 cm (Tabla 2)

Tabla 2

Diámetro de tallo a los 30, 40 y 60 días después de la aplicación del selenio en plantas

Tratamientos	Días después de la aplicación		
	30 dda	40 dda	60 dda
T1. Testigo químico 5 g\kristalon	0,38 ± 0,04 a	0,68 ± 0,03 a	1,03 ± 0,05 a
T2. selenio 4mg/planta	0,35 ± 0,04 a	0,65 ± 0,02 a	1,04 ± 0,07 a
T3. selenio 6mg/planta.	0,39 ± 0,05 a	0,68 ± 0,04 a	1,04 ± 0,03 a
T4. selenio 8mg/planta.	0,41 ± 0,04 a	0,68 ± 0,01 a	1,13 ± 0,05 a
CV%	11,11	4,27	5,08

Nota: Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. CV% = Porcentaje de coeficiente de variación (Autores, 2025).

1.3. Variables productivas en la primera cosecha

En la variable de número de frutos en la primera cosecha, no se presentaron diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento T3 (selenio 6mg/planta) resultó ser mayor con 9 frutos, seguido de los tratamientos T4 (selenio 8mg/planta) con 8 frutos y el tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) y T2 (selenio 4mg/planta) los cuales obtuvieron 6 frutos en ambos casos. En la variable de peso de fruto en la primera cosecha se encontraron diferencias significativas entre tratamientos donde el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) fue el mayor con 450,75 gramos, seguido del tratamiento T3 (selenio 6mg/planta) que alcanzó los 411,5 gramos, en cambio los tratamientos T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) y T2 (selenio 4mg/planta) fueron inferiores alcanzando pesos de 255,55 y 209,25 gramos respectivamente (Tabla 3).

En la variable de longitud de fruto en la primera cosecha no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) fue mayor con 10,33 cm, seguido de los demás tratamientos T4 (selenio 8mg/planta) con 10,19 cm, en cuanto a los tratamientos T2 (selenio 4mg/planta) y T3 (selenio 6mg/planta) alcanzaron la menor longitud de frutos con 9,18 y 9,73 cm. En la variable de diámetro de fruto en la primera cosecha, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento que obtuvo la mayor medida fue T4 (selenio 8mg/planta) con 6,11 cm, seguido del tratamiento T2 (selenio

4mg/planta) y T3 (selenio 6mg/planta) que alcanzaron los 5,6 y 5,17 cm de diámetro, por otro lado, el tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) alcanzaron los 5,66 (Tabla 3).

Tabla 3

Variables productivas evaluadas en la primera cosecha

Tratamientos	Primera cosecha			
	Número total de frutos	Peso en gramos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)
T1. Testigo químico 5 g\kristalon	6,25 ± 1,26 a	255,25 ± 38,43 bc	10,33 ± 2,04 a	5,66 ± 0,23 a
T2. selenio 4mg/planta	6 ± 1,15 a	209,25 ± 92,25 c	9,18 ± 1,55 a	5,6 ± 0,23 a
T3. selenio 6mg/planta.	9 ± 3,27 a	411,5 ± 116,5 ab	9,73 ± 1,41 a	5,17 ± 0,29 a
T4. selenio 8mg/planta.	8,5 ± 1,29 a	450,75 ± 35,45 a	10,19 ± 0,79 a	6,11 ± 1,21 a
CV%	26,25	23,75	15,38	11,44

Nota: Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. CV% = Porcentaje de coeficiente de variación (Autores, 2025).

1.4. Variables productivas en la segunda cosecha

En la variable número de frutos en la segunda cosecha, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) fue mayor con 11 frutos cosechados, seguidos del tratamiento T2 (selenio 4mg/planta) que obtuvo 8 frutos, en cuanto al tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) y T3 (selenio 6mg/planta) estos fueron inferiores con 7 7 6 frutos respectivamente. En la variable de peso de frutos en la segunda cosecha no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) siguió siendo mayor con 444,45 gramos seguido del tratamiento T2 (selenio 4mg/planta) que alcanzo valores de 259,5 gramos, T3 (selenio

6mg/planta) con 297,75 gramos y con el menor peso de frutos el T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que alcanzo valores de 283 gramos (Tabla 4).

En cuanto a la variable de longitud de frutos en la segunda cosecha, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento T2 (selenio 4mg/planta) obtuvo la mayor longitud con 10,66 cm, seguido de los tratamientos T3 (selenio 6mg/planta) y T4 (selenio 8mg/planta) los cuales alcanzaron los 10,16 cm en ambos tratamientos, por último, el tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) resulto ser la menor longitud con 9,51 cm. Por último, en la variable de diámetro de fruto en la segunda cosecha, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, en este caso el tratamiento que presento mayor diámetro fue el T4 (selenio 8mg/planta) con 6,03 cm, seguido de los tratamientos T2 (selenio 4mg/planta) y T3 (selenio 6mg/planta) los cuales alcanzaron 5,63 y 5,62 cm que resultaron ser mayor en comparación a tratamiento T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) que solo alcanzó los 5,56 cm (Tabla 4).

Tabla 4.

Variables productivas evaluadas en la segunda cosecha

Tratamientos	Segunda cosecha			
	Número total de frutos	Peso en gramos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)
T1. Testigo químico 5 g\kristalon	7,25 ± 3,89 a	283 ± 161,35 a	9,51 ± 0,75 a	5,56 ± 0,68 a
T2. selenio 4mg/planta	8 ± 1,15 a	359,5 ± 142,56 a	10,66 ± 0,49 a	5,63 ± 0,22 a
T3. selenio 6mg/planta.	6,5 ± 1 a	297,75 ± 59,72 a	10,16 ± 0,73 a	5,62 ± 0,28 a
T4. selenio 8mg/planta.	11 ± 2,31 a	444,25 ± 62,36 a	10,16 ± 1,2 a	6,03 ± 0,36 a
CV%	29,02	33,51	8,23	7,41

Nota: Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. CV% = Porcentaje de coeficiente de variación (Autores, 2025).

1.5. Rendimiento kg/parcela

En cuanto al rendimiento se encontraron diferencias significativas donde resulto ser mayor en el tratamiento T4 (selenio 8mg/planta) con 8,68 kg/parcela, seguido por el tratamiento T3 (selenio 6mg/planta) que alcanzo 5,94 kg/parcela, por último, los tratamientos T2 (selenio 4mg/planta) y T1 (Testigo químico 5 g\kristalon) fueron menor significativamente con 4,3 y 4,13 kg/parcela respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5

Rendimiento en kg/parcela en plantas de pimiento después de la aplicación de selenio

Tratamientos	Rendimiento Kg/parcela
T1. Testigo químico 5 g\kristalon	4,13 ± 1,47 b
T2. selenio 4mg/planta	4,3 ± 2,59 b
T3. selenio 6mg/planta.	5,94 ± 0,91 ab
T4. selenio 8mg/planta.	8,68 ± 2,68 a
CV%	35,61

Nota: Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. CV% = Porcentaje de coeficiente de variación (Autores, 2025).

1.6. Análisis económico

El tratamiento T1, que es el testigo químico con 0.5 gramos de Kristalon, presenta un rendimiento de 4.13 kg por parcela, generando un ingreso bruto de 4.96 dólares. Sin embargo, los costos totales asociados a este tratamiento son de 2.53 dólares, lo que resulta en un beneficio neto de 2.43 dólares. La relación beneficio/costo (B/C) para este tratamiento es de 0.9608, y la rentabilidad es del 96.08%. Por otro lado, el tratamiento T2, que implica la aplicación de 4 mg de selenio por planta, muestra un rendimiento superior, con 4.30 kg por parcela. Esto se traduce en un ingreso bruto de 5.16 dólares. Los costos totales son de 2.48 dólares, lo que resulta en un beneficio neto de 2.68 dólares. La relación B/C es de 1.0785, y la rentabilidad asciende al 107.85% (Tabla 6).

El tratamiento T3, que utiliza 6 mg de selenio por planta, logra un rendimiento aún mayor, alcanzando 5.94 kg por parcela, esto se traduce en un ingreso bruto de 7.13 dólares, con

costos totales de 2.44 dólares, el beneficio neto para este tratamiento es significativamente más alto, ascendiendo a 4.68 dólares. La relación B/C es la más alta, alcanzando 1.9162, y la rentabilidad llegando al 191.62%. Finalmente, el tratamiento T4, que implica la aplicación de 8 mg de selenio por planta, demuestra el rendimiento más alto con 8.68 kg por parcela. Esto genera un ingreso bruto de 10.42 dólares, con costos totales de 2.45 dólares. El beneficio neto para este tratamiento es notoriamente superior, ascendiendo a 7.97 dólares. La relación B/C es la más alta de todos los tratamientos, alcanzando 3.2575, y la rentabilidad llegando al 325.75% (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis económicos de la investigación en pimiento después de la aplicación de selenio

Análisis económico de los tratamientos						
Tratamientos	Rendimiento Kg parcela	Ingreso bruto	Costo total	Beneficio neto	Relación b/c	Rentabilidad
T1. Testigo químico.5 g\Kristalon	4,13	4,96	2,53	2,43	0,9608	96,08
T2. selenio 4mg/planta	4,30	5,16	2,48	2,68	1,0785	107,85
T3. selenio 6mg/planta.	5,94	7,13	2,44	4,68	1,9162	191,62
T4. Selenio 8mg/planta.	8,68	10,42	2,45	7,97	3,2575	325,75

Nota: Autores (2025).

Discusión

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto del selenio en las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de invernadero, se observó que el selenio tuvo un impacto positivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas debido a que este elemento es clave con repercusiones significativas en el crecimiento y desarrollo de las plantas, según Azpilcueta, (2021) el selenio es un micronutriente esencial que puede desempeñar un papel fundamental en el metabolismo de las plantas, así mismo Castillo, (2015) indica que su presencia en el suelo y la absorción por parte de las plantas puede influir en su crecimiento, al

participa en la síntesis de antioxidantes y enzimas que protegen a las plantas del estrés oxidativo y otras tensiones ambientales, ante estas afirmaciones existe una diversidad de resultados en estudios que analizan el efecto del selenio en diferentes cultivos subrayando la complejidad y la variabilidad de las respuestas de las plantas a este elemento. Esta variabilidad puede estar influenciada por factores tales como la forma química del selenio aplicado, la dosis utilizada, la etapa de crecimiento de la planta, así como las propias características genéticas de la especie vegetal estudiada (Laurentin, 2019).

Los estudios de Hernández *et al.*, (2018) destacan cómo las diferentes formas de selenio (selenito y selenato) pueden tener efectos diversos en el crecimiento de las plantas. Mientras el selenito afectó negativamente algunas variables de crecimiento, como la longitud y el peso seco, incrementó la concentración de clorofilas y carotenoides en las hojas. Estos resultados apuntan a la importancia de comprender no solo el efecto cuantitativo, sino también cualitativo del selenio en las plantas, en contraste, Macias (2022) señaló que la utilización de nanopartículas de selenio (SeNPs) fue beneficiosa para el crecimiento del frejol, resaltando el potencial de estas formas específicas de selenio en la mejora de la producción del cultivo.

Los hallazgos de Becvort *et al.* (2012), López *et al.* (2015), Treviño *et al.* (2021), Hermosillo *et al.* (2012) y Azpilcueta (2021) aportan una perspectiva adicional al revelar la variabilidad de respuestas del selenio en diferentes cultivos, desde el tomate hasta la lechuga, el pepino y el frijol. Estos estudios refuerzan la idea de que el selenio puede tener efectos heterogéneos, mostrando beneficios en la mejora de ciertos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, mientras que, en otros casos, se observa una disminución en la biomasa y el rendimiento del cultivo, por otro lado, Macias, (2022) asegura que la presencia de selenio en las plantas puede influir en la calidad de los cultivos. Se ha observado que, en algunas especies, el selenio puede aumentar la resistencia de las plantas a enfermedades, así como mejorar la calidad nutricional de los frutos al aumentar la concentración de antioxidantes

y otros compuestos beneficiosos (Treviño *et al.*, 2021). Así mismo Becvort *et al.*, (2012) explica que las propiedades antioxidantes del selenio pueden ayudar a las plantas a tolerar mejores condiciones adversas como sequía, salinidad o temperaturas extremas.

En el caso del tomate, varios estudios, como el de Castillo (2015) y Morales (2018), resaltan que la aplicación de selenio influyó positivamente en la calidad del fruto, aumentando la concentración de compuestos beneficiosos como ácido ascórbico, licopeno y mejorando la actividad de enzimas antioxidantes, esto es crucial no solo para la calidad del producto final, sino también para la resistencia de la planta ante condiciones de estrés, como el estrés salino, por otro lado Fuentes *et al.*, (2021) evidencian la eficacia del selenio en el aumento del contenido de selenio en frutos de fresa mediante la aplicación de soluciones nutritivas, lo que destaca el potencial de esta técnica para enriquecer los cultivos con selenio, lo que puede ser beneficioso para la salud humana. En la lechuga, Buendía *et al.* (2021) identificaron un impacto positivo en la biosíntesis de compuestos fitoquímicos sin afectar negativamente el rendimiento, lo que subraya la capacidad del selenio para mejorar la calidad nutricional de la planta.

Romero (2022) y Riaño (2019) destacan el potencial del selenio para mitigar el estrés hídrico y aumentar la eficiencia de la fotosíntesis, la acumulación de nutrientes y, en el caso del guisante forrajero, el rendimiento en biomasa, estos resultados sugieren la utilidad del selenio en ambientes desafiantes, proporcionando una ventaja adicional para las plantas sometidas a condiciones adversas, por su parte Santos (2014) mostró un aumento en el estado antioxidante y el contenido de vitamina C en plántulas de melón, lechuga y tomate, lo que resalta el potencial del selenio en mejorar la resistencia de las plantas jóvenes y su valor nutricional.

Estudiar el impacto del selenio en las plantas ofrece la posibilidad de optimizar la aplicación de este micronutriente. Entender las dosis óptimas y sus efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas permite una gestión más eficiente de los recursos, reduciendo costos

y minimizando el impacto ambiental (Collantes, 2015), los resultados indican que la adición de selenio a las plantas puede tener un impacto positivo en su crecimiento y producción de frutos, la dosis de selenio utilizada en este caso fue de 8 mg por planta siendo un factor clave para mejorar estos parámetros, a pesar de los datos positivos encontrados se requieren investigaciones adicionales para comprender completamente los mecanismos detrás de estos efectos y determinar las mejores prácticas para el uso de selenio en la agricultura.

Conclusión

La investigación realizada permitió determinar el impacto del selenio en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero. A lo largo del estudio, se observó que la aplicación de selenio generó mejoras significativas en diversas variables agronómicas y productivas, lo que sugiere que este elemento puede ser una herramienta valiosa para optimizar la producción de este cultivo.

Uno de los hallazgos más relevantes fue el efecto del selenio en la altura de las plantas. A los 30, 45 y 60 días después de la aplicación, se evidenció que el tratamiento con 8 mg de selenio por planta (T4) promovió un crecimiento superior en comparación con los otros tratamientos, incluyendo el testigo químico. Este resultado confirma que el selenio puede estimular el desarrollo vegetativo de las plantas, lo que coincide con estudios previos que resaltan su papel en la regulación del metabolismo vegetal y la mitigación del estrés ambiental.

El diámetro del tallo también presentó un comportamiento favorable con la aplicación de selenio. A los 60 días, el tratamiento T4 mostró el mayor diámetro de tallo, lo que indica que este elemento contribuye a la robustez de la planta, permitiendo un mejor soporte estructural y, potencialmente, una mayor capacidad para la absorción de nutrientes y agua.

En términos productivos, la aplicación de selenio influyó positivamente en la cantidad y calidad de los frutos. En la primera cosecha, aunque no se observaron diferencias

significativas en el número de frutos entre los tratamientos, el peso de los frutos fue mayor en el tratamiento T4, lo que sugiere que el selenio favorece el desarrollo de frutos más grandes y pesados. Este mismo comportamiento se replicó en la segunda cosecha, donde T4 obtuvo el mayor número de frutos y el mayor peso promedio. En cuanto a la longitud y el diámetro de los frutos, los tratamientos con selenio mostraron resultados variables, pero en general, tendieron a superar al testigo químico en términos de calidad del fruto.

El análisis económico realizado en el estudio proporcionó evidencia contundente de la rentabilidad de la aplicación de selenio en el cultivo de pimiento. El tratamiento con 8 mg de selenio por planta (T4) generó el mayor rendimiento en kg/parcela y presentó la mayor relación beneficio/costo, con una rentabilidad de 325.75%. Este resultado es particularmente relevante para los productores, ya que sugiere que la inversión en selenio puede traducirse en un incremento significativo en la rentabilidad del cultivo, superando ampliamente a los tratamientos convencionales.

Los resultados obtenidos en este estudio no solo aportan información valiosa sobre el papel del selenio en la producción de pimiento, sino que también generan nuevas interrogantes sobre su potencial en otros cultivos hortícolas. La evidencia sugiere que el selenio actúa como un bioestimulante capaz de mejorar diversas características agronómicas y productivas, sin efectos negativos aparentes cuando se aplica en concentraciones adecuadas. Sin embargo, es importante destacar que su efectividad puede depender de múltiples factores, como la forma química en la que se aplica, la dosis utilizada y las condiciones ambientales.

A partir de estos hallazgos, se recomienda continuar con investigaciones que profundicen en los mecanismos fisiológicos y bioquímicos a través de los cuales el selenio influye en el crecimiento y rendimiento del pimiento. Asimismo, sería útil explorar su interacción con otros micronutrientes y su impacto en diferentes variedades del cultivo.

Finalmente, se sugiere evaluar su aplicación en condiciones de campo abierto para determinar su efectividad en distintos sistemas de producción agrícola.

Referencias bibliográficas

- Azpilcueta, M. (2021). Biofortificación, bioacumulación e interacción del selenio en la planta frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad pinto Saltillo . Universidad Autónoma Chapingo.
- Becvort, A., Fuentes, O., Benavides, A., Ramírez, H., Robledo, V., & Rodríguez, N. (2012). Aplicación de selenio en tomate: crecimiento, productividad y estado antioxidante del fruto. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 291-301.
- Buendía, A., Lozano, J., Rodríguez, C., Carballo, J., Moreno, A., Sariñana, Á., & Preciado, P. (2021). La biofortificación con selenio mejora la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*.
- Castillo, R. (2015). Expresión génica diferencial y antioxidantes en la planta de tomate (*Solanum lycopersicon* L. Mill) enriquecida con selenio. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Chiriboga, J. (2019). Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en invernadero, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo ([Tesis de Ingeniería Agronómica] ed.). Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo
- Collantes, J. (2015). Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas ([Tesis de Ingeniería Agronómica] ed.). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Fuentes, L., Narváez, W., Morelos, A., González, S., Juárez, A., Cabrera, M., & Benavides, A. (2021). Biofortificación de fresa con selenio y su efecto sobre los macro y micronutrientes en el fruto. *Agraria*.
- González, A., Bugarín, R., Juárez, C., Arrieta, P., & Juárez, P. (2022). Concentración y método de aplicación de selenio en plántulas de pimiento. *Biotecnica*, XIV(2), 112-113.
- Hermosillo, M., Sánchez, E., Ávila, G., Mendoza, M., & Baladrán, R. (2012). Impacto de la fertilización con selenio en la actividad de enzimas detoxificadoras de. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
- Hernández, M., León, J., López, Y., Saldaña, D., & García, S. (2018). Efecto comparativo del selenito y selenato en el crecimiento y contenido de pigmentos fotosintéticos en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Biotecnología y Sustentabilidad*.
- Laurentin, H. (2019). Recuperado el 08 de Enero de 2022, de Selenio, silicio y sodio, ¿deben ser considerados nutrientes en las plantas?: <https://universidadagricola.com/selenio-silicio-y-sodio-deben-ser-considerados-nutrientes-en-las-plantas/>

- López, L., Benavides, A., Ortega, H., Valdez, A., Cabrera, M., & Sandoval, A. (2015). Selenio y su efecto en el estado antioxidante y la composición mineral de la lechuga. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.
- Macias, A. (2022). Efecto de las nanopartículas de selenio en las plantas, CIATEJ, Campus Zapopan, Jalisco. Universidad Jesuita de Guadalajara.
- Morales, M. (2018). Efecto de las nanopartículas de selenio en el cultivo de tomate bajo condiciones de estrés salino. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Olivet, Y., & Cobas, D. (2021). Influencia de diferentes marcos de siembra en el desarrollo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido 'Carleza' bajo cultivo protegido. Bayamo, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Riaño, P. (2019). Biofortificación agronómica con selenio y zinc sobre guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) bajo condiciones de secano mediterráneas. Universidad de Extremadura.
- Romero, M. (2022). El selenio en la producción de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo condiciones de estrés hídrico. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Santos, M. D. (2014). Aplicación de selenio en semillas y plántulas de hortalizas para modificar el potencial redox. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Treviño, A., Sandoval, A., Benavides, A., Ortega, H., Cadenas, G., & Cabrera, M. (2021). Nanopartículas de selenio absorbidas en hidrogeles de quitosán-polivinil alcohol en la producción de pepino injertado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.