



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de silicio para el manejo de virosis en pimiento *Capsicum annum*. Comparada con tratamientos químicos y biológicos”**

Burgos Zambrano, Bery Adony y Viteri Guagua, Anthony Fernando

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Ing. Vaca Pazmiño Patricio Eduardo

27 de febrero del 2023

## Reporte de verificación de contenido

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
 register

### TESIS-PIMIENTO Adonis Burgos - Anthony Viteri

7%  
**Similitudes**

< 1%  
**Texto entre comillas**  
Dn: similitudes entre comillas

< 1%  
**Idioma no reconocido**

<b>Nombre del documento:</b> TESIS-PIMIENTO Adonis Burgos - Anthony Viteri.docx <b>ID del documento:</b> cf3246dd8b2647877a0f03e7d5a45e0ed4d36fe1 <b>Tamaño del documento original:</b> 771,36 ko	<b>Depositante:</b> EDUARDO PATRICIO VACA PAZMIÑO <b>Fecha de depósito:</b> 24/2/2023 <b>Tipo de carga:</b> Interface <b>fecha de fin de análisis:</b> 24/2/2023	<b>Número de palabras:</b> 9303 <b>Número de caracteres:</b> 56.139
---	---	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



#### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.uteq.edu.ec</b> <a href="http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4471/1/UT-UTEQ-298.pdf">http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4471/1/UT-UTEQ-298.pdf</a> 1 fuente similar	<b>2%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 2%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: 2% (186 palabras)
2	<b>scielo.sld.cu</b> <a href="http://scielo.sld.cu/pdf/trv9i61ntr02c115.pdf">http://scielo.sld.cu/pdf/trv9i61ntr02c115.pdf</a> 4 fuentes similares	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (89 palabras)
3	<b>repositorio.utc.edu.ec</b>   Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: "Comp... <a href="http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8969">http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8969</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (95 palabras)
4	<b>repositorio.utm.edu.ec</b>   Optimización del método de liberación de los agentes de c... <a href="http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/8593/5/03_AGP_238_TRABAJO_DE_GRADO.pdf.doc">http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/8593/5/03_AGP_238_TRABAJO_DE_GRADO.pdf.doc</a> 9 fuentes similares	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
5	<b>cta.sasgarte.mil.ec</b> <a href="https://cta.sasgarte.mil.ec/Archivos/VARELA_TAPIA_JORDAN_FRANCISCO.pdf">https://cta.sasgarte.mil.ec/Archivos/VARELA_TAPIA_JORDAN_FRANCISCO.pdf</a> 9 fuentes similares	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (75 palabras)

#### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.utm.edu.ec</b>   Evaluación de cuatro tratamientos en el cultivo de pimiento... <a href="http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/23456789/28154/03_AGP_171_TESIS.pdf.doc">http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/23456789/28154/03_AGP_171_TESIS.pdf.doc</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
2	<b>localhost</b>   Análisis gastronómico del seco de chivo en la ciudad de Guayaquil - Provi... <a href="http://localhost:8080/xmlui/bitstream/1498/9/1/tesis-Gs_141_-_Análisis_gastronómico_del_seco_d...">http://localhost:8080/xmlui/bitstream/1498/9/1/tesis-Gs_141_-_Análisis_gastronómico_del_seco_d...</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
3	<b>repositorio.uteq.edu.ec</b> <a href="http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/595/1/UT-UTEQ-0087.pdf">http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/595/1/UT-UTEQ-0087.pdf</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	<b>guiaspdf.net</b> <a href="https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2021/02/Manual-para-Cultivar-Melon-GuaoPDF.Net_.pdf">https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2021/02/Manual-para-Cultivar-Melon-GuaoPDF.Net_.pdf</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	<b>www.dspace.espol.edu.ec</b>   "Evaluación de la aplicación de varias dosis de ácido mo... <a href="http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10892/7/OREJUELAS_MAGALLANES_JUAN_DARL...">http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10892/7/OREJUELAS_MAGALLANES_JUAN_DARL...</a>	<b>&lt; 1%</b>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"> <div style="width: 0.5%; height: 10px; background-color: #f00; position: absolute; left: 0;"></div> </div>	Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**EDUARDO PATRICIO VACA PAZMIÑO**

**ING. VACA PAZMIÑO, EDUARDO PATRICIO**

**C.C.: 1802127345**



**Departamento de Ciencias de la vida y la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

### **Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de silicio para el manejo de virosis en pimiento *Capsicum annum*. Comparada con tratamientos químicos y biológicos”** fue realizado por los señores **Burgos Zambrano Bery Adony y Viteri Guagua Anthony Fernando** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 27 de febrero del 2023

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
EDUARDO PATRICIO  
VACA PAZMIÑO

**ING. VACA PAZMIÑO, EDUARDO PATRICIO**

**C.C.: 1802127345**



**Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura**  
**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Burgos Zambrano Bery Adony y Viteri Guagua Anthony Fernando**, con cédulas de ciudadanía n° 1727321448 y 2300127384, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de silicio para el manejo de virosis en pimiento *Capsicum annum*. Comparada con tratamientos químicos y biológicos"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 27 de febrero del 2023

**Burgos Zambrano Bery Adony**

C.C.: 1727321448

**Viteri Guagua Anthony Fernando**

C.C.: 2300127384



**Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Autorización de Publicación**

Nosotros **Burgos Zambrano Bery Adony y Viteri Guagua Anthony Fernando**, con cédulas de ciudadanía n° 1727321448 y 2300127384, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "**Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de silicio para el manejo de virosis en pimiento *Capsicum annum*. Comparada con tratamientos químicos y biológicos**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 27 de febrero del 2023

**Burgos Zambrano Bery Adony**

C.C.: 1727321448

**Viteri Guagua Anthony Fernando**

C.C.: 2300127384

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres Bery Burgos y Bethcy Zambrano por haber construido un hogar confortable en donde he encontrado el apoyo incondicional y abrazo cálido que siempre me dio fuerzas para seguir adelante y no desistir en cada paso del camino donde todo se ponía difícil. Por todo el amor que me han dado, que, con su ejemplo de trabajo duro y arduo, han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mis hermanos Cindy y Elvis por su cariño, consuelo y ayuda que estuvo en cada momento en que lo necesite. A mi cuñado Gabriel y sobrinos que con consejos y palabras de aliento me animaron a seguir adelante.

Bery A. Burgos Z.

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre Nuris Guagua, que sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida protegiéndome y llevándome por el camino del bien. por eso madre te doy como ofrenda este trabajo por tu paciencia y amor.

A mi Padre Edwin y mi Abuelo Fernando por su apoyo moral incondicional, por estar siempre presente en todo momento y ser un pilar fundamental en mi vida estudiantil.

A mis hermanos Andy e Isaac los cuales siempre me alegraban mis días difíciles, y los cuales considero mis aprendices dispuestas a cambiar el mundo con conocimiento.

Anthony F. Viteri G..

## Agradecimiento

A docentes y compañeros que he conocido durante mi carrera universitaria de los cuales aprendí cosas nuevas, quienes me inspiraron a fortalecer habilidades y han impulsado las ganas de superarme.

A Dios por brindarme sabiduría y fortaleza a lo largo de todo este camino, para poder continuar y cumplir las metas planteadas.

A mis amigos y compañeros de clase Sebastián Jiménez y Lissette Yáñez por hacer de la vida universitaria una de las mejores etapas de mi vida, en donde con cada momento compartido nunca faltó sonrisa.

A nuestro tutor de tesis Patricio Vaca por su apoyo y seguimiento durante el desarrollo del trabajo realizado.

A mi compañero de tesis por el esfuerzo y dedicación puestos en cada parte del trabajo.

Bery A. Burgos Z.



## Agradecimiento

Le agradezco a la vida y a mis familiares por darme la oportunidad de estudiar, de conocer gente increíble en el transcurso académico, a los docentes que marcaron con buenas enseñanzas mi carrera profesional.

A mis amigos y compañeros Alejandro Sanango, Axel Triviño y Christian Zambrano, por mejorar la calidad de aprendizaje con el apoyo en tareas y pruebas, incluyendo siempre en el proceso las risas las cuales mejoran el ambiente de aprendizaje.

A nuestro tutor de tesis Patricio Vaca por su apoyo y seguimiento durante el desarrollo del trabajo realizado.

A mi compañero de tesis por el acompañamiento, esfuerzo y dedicación puestos en cada parte del trabajo.

Anthony F. Viteri G..

## Índice de contenidos

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenido .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	8
Índice de contenidos .....	10
Índice de Figuras .....	15
Índice de Tablas.....	16
Resumen .....	17
Abstract.....	18
Capítulo I .....	19
Introducción .....	19
Capítulo II .....	21
Revisión de Literatura .....	21
Origen y distribución.....	21
Cultivo de pimiento en Ecuador .....	21
Descripción morfológica .....	21

Requerimientos edafoclimáticos .....	22
Temperatura .....	22
Humedad .....	22
Suelos.....	22
Materiales de siembra .....	22
Pimiento híbrido Nathalie .....	23
Manejo del cultivo.....	23
Preparación del suelo .....	23
Siembra y establecimiento .....	23
Cosecha .....	24
Efectos negativos de las arvenses .....	24
Virus en el pimiento.....	24
Transmisión de virus.....	25
Por vectores aéreos. ....	25
Por contacto o a través del suelo.....	25
A través de las semillas. ....	25
Tipos de virus en el pimiento.....	25
Virus del mosaico del tabaco (Tobacco Mosaic Virus (TMV)). ....	25
Virus del mosaico del pepino (CMV).....	26
Virus “Y” de la patata (Potato Virus Y (PVY)).....	26
Virus del mosaico del tomate (Tomato Mosaic Virus (ToMV)). ....	27
Virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)). ....	27
Virus del enanismo ramificado del tomate (Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV)). ....	27
Virus del moteado suave del pimiento (PMMV). ....	28

Virus del rizado amarillo el tomate (Yellow leaf curl virus (TYLCV)).....	28
Vectores de enfermedades víricas.....	28
Cicadélidos.....	29
Ciclo de vida.....	29
Umbral económico.....	29
Dípteros.....	29
Ciclo de vida.....	30
Umbral económico.....	30
Crisopas.....	30
Ciclo de vida.....	30
Importancia del silicio en las plantas.....	30
Condiciones climáticas registradas por la estación Puerto ILA (noviembre 2022 - enero 2023) .....	31
Descripción de insumos a base de Silicio .....	31
Barrier.....	31
Keltop sil.....	32
El Silicio en la resistencia de los cultivos.....	33
Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ) con tres dosis de silicio.....	33
Efecto de la aplicación de silicio al para el control de <i>Phytophthora capsici</i> , en el cultivo de pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....	34
Capítulo III .....	35
Metodología .....	35
Ubicación de Área experimental .....	35
Ubicación Política.....	35

Ubicación Geográfica .....	35
Ubicación Ecológica .....	35
Ubicación del lugar de investigación.....	36
Materiales e insumos.....	36
Materiales .....	36
Insumos .....	37
Métodos .....	37
Área de estudio.....	37
Características de la unidad de análisis .....	37
Diseño Experimental.....	38
Tipo de diseño.....	38
Diseño de parcelas de Investigación .....	39
Análisis estadísticos .....	40
Esquema del análisis de varianza .....	40
Variables estudiadas.....	40
Población de insectos plaga.....	40
Presencia de plantas con virosis. ....	40
Altura de la planta. ....	41
Manejo del ensayo.....	41
Preparación del terreno.....	41
Elaboración del semillero.....	41
Delimitación de parcelas. ....	41
Control de malezas previo a la siembra.....	41
Elaboración de surcos.....	42
Trasplante de plantas.....	42

Fertilización.....	42
Resiembra.....	42
Aplicación de tratamientos.....	42
Instalación de trampas fotocromáticas.....	42
Control de malezas.....	43
Eliminación de yemas axilares. ....	43
Capítulo IV.....	44
Resultados y Discusión.....	44
RESULTADOS.....	44
Población de insectos dentro de las parcelas de pimiento en porcentaje en días 30, 45 y 60 .....	44
Porcentaje de Mortalidad (%) de plantas de pimiento .....	47
Interacción Producto x Día .....	47
Interacción Producto x Dosis.....	50
Altura de plantas de pimiento después de aplicar silicio.....	52
Interacción Producto x Dosis.....	52
Altura de plantas a los diferentes días.....	54
Capítulo V.....	56
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	57
Capítulo VI.....	58
Bibliografía.....	58

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del punto de investigación .....	36
<b>Figura 2</b> Distribución y medidas de las unidades experimentales dentro del área designada...39	39
<b>Figura 3</b> Medidas y distribución de plantas dentro de las unidades experimentales (parcela) ..39	39
<b>Figura 4</b> Población de insectos total contabilizados por días 30, 45 y 60 en porcentaje y clasificado por Orden .....	45
<b>Figura 5</b> Porcentaje de mortalidad comparando dos productos con silicio y un testigo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante .....	48
<b>Figura 6</b> Porcentaje de mortalidad comparando dos productos con silicio, a dosis de 3, 5 y 7 cc/lts y un testigo .....	51
<b>Figura 7</b> Altura de plantas comparando dos productos con silicio, a dosis de 3, 5 y 7 cc/lts y un testigo .....	53
<b>Figura 8</b> Crecimiento en Altura (cm) de plantas de Pimiento ( <i>Capsicum annum</i> ) a los 15, 30, 45 y 60 días .....	55

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Componentes del producto .....	32
<b>Tabla 2</b> Componentes del producto .....	32
<b>Tabla 3</b> Identificación y descripción de los tratamientos .....	38
<b>Tabla 4</b> Esquema del análisis de varianza (ADEVA) .....	40
<b>Tabla 5</b> Población de insectos totales por porcentaje en los días 30, 45 y 60 días, clasificados en Órdenes .....	44
<b>Tabla 6</b> Porcentaje de mortalidad al usar dos productos de Silicio (Barrier y Keltop sil) y un testigo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante .....	47
<b>Tabla 7</b> Porcentaje de mortalidad al usar dos productos de Silicio con las dosis de 3, 5 y 7 cc/lit y un Testigo .....	50
<b>Tabla 8</b> Altura de plantas al usar dos productos de Silicio con las dosis de 3, 5 y 7 cc/lit y un Testigo .....	52
<b>Tabla 9</b> Altura de plantas de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> ) a los 15, 30, 45 y 60 días .....	54



## Resumen

La presente investigación se realizó en la Hacienda Zoila Luz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ubicada en la vía Santo Domingo-Quevedo Km 24, el objetivo fue evaluar diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de silicio para el manejo de virosis en pimiento *Capsicum annum*, se utilizó un DBCA con medida repetida en el tiempo; con 6 Tratamientos, un testigo 4 repeticiones, donde T1 corresponde a Barrier, 3 cc/lit, T2 Barrier, 5 cc/lit, T3 Barrier, 7 cc/lit, T4 Keltop Sil, 3 cc/lit, T5 Keltop Sil, 5 cc/lit, el T6 Keltop Sil, 7 cc/lit; T1-T4 tienen una frecuencia de 4 días y T2-T3-T5-T6 cada 7 días. Se evaluó Altura (cm), Mortalidad (%), e incidencia de insectos plaga (%). Los resultados muestran diferencia en todas las variables evaluadas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, el tratamiento que mostró la mayor altura fue T5 con 28,48 cm, respecto a la mortalidad Barrier tiene la menor incidencia así apreciado en las dosis 3 cc/lit, 5 cc/lit y 7 cc/lit que mostraron porcentajes de 37%, 28% y 32% respectivamente mostrándose estadísticamente iguales, frente al testigo con un 55% de mortalidad. Con respecto a la incidencia de insectos plaga en el cultivo al día 30 el orden más relevante fue dípteros con el 30%, al día 45 y 60 fueron los Cicadélidos 26%.

*Palabras claves:* Pimiento, virosis pimiento, Silicio, Silicio virosis.

### Abstract

The present investigation was carried out at the Zoila Luz Farm of the ESPE Armed Forces University located on the Santo Domingo-Quevedo Km 24 road, the objective was to evaluate different doses and frequencies of foliar applications of silicon for the management of viruses in *Capsicum annum* pepper, a DBCA with repeated measurement in time was used; with 6 Treatments, a control 4 repetitions, where T1 corresponds to Barrier, 3 cc / Lt, T2 Barrier, 5 cc / Lt, T3 Barrier, 7 cc / Lt, T4 Keltop Sil, 3 cc / Lt, T5 Keltop Sil, 5 cc / Lt, the T6 Keltop Sil, 7 cc / Lt; T1-T4 have a frequency of 4 days and T2-T3-T5-T6 every 7 days. Height (cm), Mortality (%), and incidence of pest insects (%) were evaluated. The results show a difference in all the variables evaluated ( $p < 0.05$ ) between the treatments, the treatment that showed the highest height was T5 with 28.48 cm, regarding mortality Barrier has the lowest incidence thus appreciated in doses 3 cc / Lt, 5 cc / Lt and 7 cc / Lt that showed percentages of 37%, 28% and 32% respectively, being statistically equal, compared to the control with 55% mortality. With respect to the incidence of pest insects in the crop on day 30, the most relevant order was Diptera with 30%, on day 45 and 60 the Leafhoppers were 26%.

*Key words:* Pepper, pepper virus, Silicon, Silicon virus.

## Capítulo I

### Introducción

El cultivo del pimiento *Capsicum annum* L. se ha convertido en una de las hortalizas de mayor expansión en el mundo al igual que el tomate. López (2018) indica que el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú donde se cultivaban hasta cuatro especies diferentes. Fue traído al Viejo Mundo (Europa, Asia, África) por Colón en su primer viaje en el año de 1493, en el siglo XV el cultivo se había expandido en toda España, distribuyendo al resto de Europa y del mundo.

En Ecuador se cultivan más de 500 hectáreas de pimiento, según la Asociación de Productores Hortofrutícolas de la Costa (Ashofruco), se registra que Santa Elena es el mayor productor con 150 hectáreas, después se encuentran la Sierra norte, Manabí y Loja.

El país se ha visto favorecido ya que tiene características geográficas, climáticas y de suelos, adecuadas para el crecimiento del cultivo, cultivado en la Costa y parte de la Sierra, en especial en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí. También en El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja donde las condiciones de clima, la altitud y el suelo lo permiten, dependiendo de la variedad tiene un ciclo vegetativo en el país desde la siembra hasta la cosecha es de 4 a 6 meses. El pimiento puede ser consumido ya sea crudo, hervido o asado, proporciona una serie de beneficios en la nutrición y salud de las personas, es rico en fibra, vitamina C y B que es beneficioso para el sistema nervioso y cerebral, siendo muy rico en antioxidantes y en vitamina A, también cabe mencionar que favorece la secreción gástrica, vesicular y mejorando el estreñimiento (Pinto Mena, 2013).

En el país el cultivo presenta varios problemas de enfermedades causadas por virus la cual es conocida como virosis, con el pasar del tiempo esto ha crecido considerablemente en gran parte de los invernaderos provocando grandes pérdidas debido a que las enfermedades

víricas no tienen un control curativo, a lo cual se le suma su difícil diagnóstico ya que puede ser confundido con otras enfermedades (Reche Mármol, 2010).

El Silicio (Si) tiene varios efectos benéficos en varias especies de plantas, en el caso de problemas fitosanitarios, es capaz de aumentar la resistencia de las plantas al ataque de insectos y patógenos, también puede conferir resistencia a las plantas por su deposición, formando una barrera mecánica, y por su acción como inductor del proceso de resistencia. El Si cumple una importante función en la integridad estructural de las células vegetales, contribuyendo a las propiedades mecánicas, incluyendo rigidez y elasticidad, se encuentra en las plantas como gel de sílice, en las paredes celulares y como ácido monosilícico en la savia del xilema (González et al., 2015, 18-26).

## Capítulo II

### Revisión de Literatura

#### Origen y distribución

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es de gran importancia a nivel nacional y mundial debido a su gran importancia económica, es originario de América, es el quinto cultivo hortícola en superficie cultivada y octavo en cuanto a producción a nivel del mundo. El pimiento es una hortaliza que tiene un gran consumo en el mundo, lo que ha llevado a que se incremente de gran manera la producción y exportación (Varas Carvajal, 2021).

#### Cultivo de pimiento en Ecuador

Se estima que en el Ecuador se siembra alrededor de 1420 ha, teniendo una producción de alrededor de las 6955 toneladas y un rendimiento promedio de 4,58 t/ha (Jovicich et al., 2004).

En el país es uno de los productos agrícolas más cultivados y comercializados y se lo puede encontrar en invernaderos y a campo abierto, se estima que se cultiva alrededor de 8101 t en 2232 ha sembradas, lo que lo convierte en una especie que se desarrolla en la costa, especialmente en las provincias del Guayas, Santa Elena, Manabí; y en parte de la sierra el Chimborazo, Loja e Imbabura (Chuquitarco Esmeraldas et al., 2021).

#### Descripción morfológica

Es una planta herbácea perenne, tiene un ciclo anual con un porte que varía de entre 0.5 m y más de 2 m. Cuenta con una raíz pivotante y varias raíces adventicias que pueden llegar a medir hasta 1 m de longitud, su tallo es recto con pocas ramificaciones. Tiene hojas enteras, lanceoladas, ápice acuminado y un peciolo largo, sus hojas son alternas y su tamaño cambia dependiendo de la variedad. Sus flores son pequeñas y poseen una corola blanca, el fruto es una baya hueca y deprimida, su color puede ser verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco. En cuanto a las semillas, estas se encuentran sujetas a una placenta que se encuentra

en el centro del fruto, son redondas, reniformes, de color amarillo pálido y su longitud varía entre 3-5 mm (INFOAGRO, s.f.).

## **Requerimientos edafoclimáticos**

### ***Temperatura***

(BORBOR NEIRA & SUÁREZ SUÁREZ, 2007) menciona que las temperaturas mayores a 30 ° C podrían llegar a causar la caída de las flores de la planta, por otro lado, temperaturas menores de 15 ° C hacen que el crecimiento se retarda y por debajo de 10 ° C que el mismo se detenga por completo.

### ***Humedad***

(DEL CASTILLO et al., 2004) menciona que cuando el cultivo se encuentra en la etapa de crecimiento admite humedad relativa (HR) superiores a 70 %, en etapa de floración y cuajado la HR ideal ronda de 50-70 %, humedades mayores pueden ser predisponentes para la aparición de enfermedades y menores causa el mal conocido como frutos asoleados (asurados).

### ***Suelos***

(BUÑAY VALLEJO, 2017) y (CHIRIBOGA CARRERA, 2019) mencionan que los suelos adecuados para pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos en contenido de MO del 3-4%. (Del Pino, 2018) argumenta que el pimiento requiere de suelos profundos, bien drenados, puede resistir condiciones de acidez (pH 5,5) con niveles de Ca de 0,3% caso. para lograr rendimiento de 21 t/ha, el cultivo extrae del suelo un total de 410 kg de N, 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 675 kg de K<sub>2</sub> y 54 kg de MgO.

## **Materiales de siembra**

De acuerdo con (INFOAGRO, s.f.), hay tres grupos de varietales: variedades dulces, variedades de sabor picante y variedades para la obtención de pimiento; en la última se logran encontrar tres tipos de pimiento: tipo california, lamuyo, italiano.

***Pimiento híbrido Nathalie***

(ALASKA, 2019) en su catálogo de semillas en línea, señala que el pimiento variedad Nathalie presenta las siguientes características:

- Ciclo de 90 días después del trasplante.
- Fruto alargado, terminado en punta, sin hombros
- Color de verde a rojo cuando madura con frutos de 170 a 220 g. de peso
- Alta rusticidad
- Presenta tolerancia a: Phytophthora, TMV, PVY y TEV.

**Manejo del cultivo*****Preparación del suelo***

Se debe de considerar que antes de sembrar cualquier cultivo se debe preparar el terreno, se considera como una de las actividades más importantes, ya que esto permite que las plantas tengan crecimiento y desarrollo adecuado principalmente el de sus raíces, favoreciendo así a una mejor absorción del agua y los nutrientes del suelo. Dicha actividad también permite que parte del material vegetal del cultivo anterior se incorpore al suelo, mejorando la estructura y textura del suelo, teniendo mayor aireación y drenaje. En esta etapa también es importante considerar que se puede hacer control de plagas y enfermedades que se encuentran en el suelo (Navarrete Jaramillo, 2019).

***Siembra y establecimiento***

Es recomendable usar semillas certificadas si se desea mejorar el rendimiento. Las semillas son germinadas en bandejas para su optimización Las plántulas deben ser trasplantadas a los 30 a 35 días después de haber germinado. En el caso del trasplante se realiza de forma manual a una distancia de siembra de 0,30 a 0,40 m entre plantas y 0,9 a 1,2 m entre hileras. Con una densidad de siembra desde 25. 000 plantas por hectárea hasta 35.000 plantas por hectárea (Navarrete Jaramillo, 2019).

### **Cosecha**

Esta actividad se la lleva a cabo manualmente de forma escalonada, se debe tener en cuenta que hay que cuidar que el cáliz y el pedúnculo queden adheridos al fruto, ya que de esa forma el fruto es menos susceptible a deteriorarse y al ataque de podredumbres. Es recomendable que el corte sea con tijera para evitar cualquier tipo de daño mecánico en el arrancado (Del Pino, 2018).

### **Efectos negativos de las arvenses**

Las malezas son organismos muy competitivos, y si no hay un control de las mismas puede llegar a dañar parcial o totalmente los cultivos, lo que se busca no es eliminarlas sino más bien controlarlas, manteniendo las poblaciones bajas de malezas, los principales problemas que presenta son: compiten con las plantas del cultivo, dificultan las labores culturales, hábitat propicio para el desarrollo de plagas como mosca blanca, Cicadélidos, pulgones, etc., y enfermedades como virus huasteco del chile (PHV), Virosis, virus jaspeado del tabaco (TEV), etc., favorece a la producción de hongos patógenos como *Fusarium*, *Botrytis*, etc. Algunos son tóxicos para cultivos y animales cercanos (Pérez, 2016).

### **Virus en el pimiento**

Se conoce que los virus causan en las plantas enfermedades conocidas por virosis, las cuales han aumentado en gran parte de los invernaderos con pérdidas considerables debido a que no existe un control curativo y también debido a que su diagnóstico es difícil ya que se puede confundir con otras afecciones. Para evitar este tipo de problemas es fundamental un diagnóstico temprano para de esa forma tomar las medidas necesarias para reducir el impacto de la enfermedad o a su vez la propagación; una de las soluciones que se recomienda es usar variedades resistentes o tolerantes que hay en el mercado (Reche Mármol, 2010).



### ***Transmisión de virus***

**Por vectores aéreos.** Los pulgones, mosca blanca y trips luego de alimentarse de la savia de la planta enferma inoculan el virus a una planta sana. Los pulgones transmiten al pimiento el Virus del Mosaico del Pepino (CMV), el Virus Y de la Patata (PVY) y, muy raramente, el Virus del Mosaico de la Alfalfa, por otro lado, mosca blanca puede transmitir el Virus del rizado Amarillo del Tomate (TYLCV) que hasta el momento no provoca síntomas de sin daño al pimiento; por último los trips transmiten el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) (Reche Mármol, 2010).

**Por contacto o a través del suelo.** Esto se produce por los roces de plantas enfermas con plantas sanas, cuándo se hacen prácticas culturales como la poda, recolección, deshojado; en donde pueden transmitir virus como el Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), y el Virus del Enanismo Ramificado del Tomate (TBSV) (Reche Mármol, 2010).

**A través de las semillas.** Aquí el virus puede ingresar en el tegumento de la semilla o quedar adherido a ella, como, por ejemplo, el Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) el cual en la campaña 91/92 provocó importantes daños en pimiento debido a que las semillas de variedades comerciales estaban infectadas con el virus, el Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) también puede ser transmitido de la misma forma (Reche Mármol, 2010).

### ***Tipos de virus en el pimiento***

**Virus del mosaico del tabaco (Tobacco Mosaic Virus (TMV)).** Se transmite a través de semillas por mantenerse adheridas a los tegumentos y por prácticas culturales como herramientas de trabajo, ropa y calzado, sin embargo, la transmisión por insectos es baja. Hoy en día existen variedades comerciales resistentes y de resistencia intermedia (Reche Mármol, 2010).

- En las hojas se presentan mosaicos amarillentos, hojas pequeñas con abollonaduras y abarquillamiento (Reche Mármol, 2010).
- Los frutos presentan manchas amarillentas, reducción del tamaño y del grosor de la carne y deformaciones (Reche Mármol, 2010).

**Virus del mosaico del pepino (CMV).** Este virus es uno de los más difundidos en el mundo, sobre todo en países de clima templado. Se transmite mediante pulgones (cualquiera sea su especie) que están en los invernaderos en el cual se alimentan de plantas enfermas y afectan a las plantas sanas (Reche Mármol, 2010).

- En las hojas se presentan mosaicos de intensidad variables en hojas apicales que acaban necrosados, rizamientos de nervios, retraso del crecimiento, ausencia de brillo y aspecto filiforme (Reche Mármol, 2010).
- Los frutos presentan deformaciones, pérdida de brillo, anillos amarillos concéntricos, maduración irregular y tamaño reducido (Reche Mármol, 2010).

**Virus “Y” de la patata (Potato Virus Y (PVY)).** De acuerdo con (Del Pino, 2018) este virus es transmitido por pulgones, y es uno de los más importantes en La Plata.

Afecta a gran parte de las solanáceas, siendo el pimiento el que se ve más afectado. La especie del pulgón por el que más se ve afectada la planta es *Myzus persicae*, sin embargo, las hierbas y los cultivos de otras solanáceas son consideradas como fuentes de inóculos. Es importante tomar en cuenta que se puede diagnosticar mediante laboratorio, ya que los síntomas varían dependiendo de la raza del virus y la variedad del pimiento (Reche Mármol, 2010).

- Las hojas se observan amarillentas con oscurecimiento y necrosis de las nerviaciones por el envés, deformación del limbo y defoliaciones (Reche Mármol, 2010).
- En los frutos se pueden observar manchas necróticas, tamaño reducido, abollonaduras, alteraciones del color y deformaciones (Reche Mármol, 2010).

- Los tallos presentan estrías necróticas, con graves daños de necrosis total del tallo (Reche Mármol, 2010).

**Virus del mosaico del tomate (Tomato Mosaic Virus (ToMV)).** Se transmite por semillas y por el contacto de herramientas infectadas, poda, ropa y calzado, roce entre plantas. Los daños que presenta este tipo de virosis en la actualidad son bajo ya que existen variedades con resistencia intermedia. Los síntomas varían dependiendo de la especie del virus y de las condiciones climáticas (Reche Mármol, 2010).

- En las hojas se logra observar mosaicos, verde claro-verde oscuro en los nervios y, en algunas ocasiones filimorfismo, rizado y hojas pequeñas (Reche Mármol, 2010).
- En los frutos se manifiestan manchas externas de coloración oscura con necrosis interna, deformaciones y reducción del tamaño (Reche Mármol, 2010).
- Las plantas pueden presentar enanismo, además se pueden observar en los tallos manchas necróticas (Reche Mármol, 2010).

**Virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)).** Este virus se transmite mediante trips (Del Pino, 2018). Las plantas enfermas pueden presentar enanismo, hojas con márgenes curvados hacia abajo, manchas anulares en hojas y frutos, hojas bronceadas y necróticas en plantas jóvenes, por otro lado en los frutos verdes aparecen manchas anulares grandes alternando entre el color amarillo y verde; en los maduros que son de color rojo las manchas son similares circulares amarillo verdosas con bordes definidos de color pardo rojizo, además presentan deformación y en ciertos lugares deprimidos y elevados como ampollas (Obregón, 2016).

**Virus del enanismo ramificado del tomate (Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV)).** Se encuentra distribuido en gran medida por todas las explotaciones de pimiento, tomate y berenjena, su transmisión se da mediante el agua de riego, semillas y por el suelo, aún más si

se han dejado restos vegetales infectados, sin embargo, no se ha registrado transmisión por insectos (Reche Mármol, 2010).

- Las hojas jóvenes y apicales presentan clorosis y amarilleamiento, además se encuentra una necrosis en hojas, pecíolo y tallo (Reche Mármol, 2010).
- En los frutos maduros se pueden observar manchas cloróticas y necróticas (Reche Mármol, 2010).

**Virus del moteado suave del pimiento (PMMV).** Este virus es conocido ya que afecta en su mayoría al cultivo del pimiento. Actualmente se logran encontrar variedades resistentes o con resistencia intermedia al desarrollo y multiplicación del virus. Su forma de transmisión es mediante el suelo el cual es la principal fuente de infección o por semillas contaminadas, además también se logra observar cierta incidencia por las prácticas culturales como roce entre plantas, herramientas de trabajo (Reche Mármol, 2010).

- Se puede observar que en hojas viejas se forman mosaicos, verde claro - verde oscuro y más suave en las hojas apicales, además se produce una necrosis en hojas, tallo y pecíolo (Reche Mármol, 2010).
- Los frutos presentan deformaciones, abolladuras y en ciertas ocasiones necrosis, también se observa que la carne aparece endurecida (Reche Mármol, 2010).

**Virus del rizado amarillo el tomate (Yellow leaf curl virus (TYLCV)).** Se conoce que en el cultivo del tomate *Bemisia tabaci* (mosca blanca) es el transmisor de este virus, y sucede así mismo en el cultivo del pimiento, en algunas publicaciones se menciona que este virus es responsable de daños al pimiento, sin embargo, hasta la campaña 09/10 no se han encontrado sintomatología síntomas en hojas ni frutos (Reche Mármol, 2010).

### **Vectores de enfermedades víricas**

Como se conoce los virus no pueden ingresar a las células solos, sino que necesitan de vectores los cuales pueden provocar heridas por las picaduras, roces, injertos, entre otros,

cuando logran ingresar en las células se multiplican y se difunden por los vasos conductores de savia. Se pueden multiplicar gracias a que el ácido nucleico contiene toda la información para dicho proceso (Reche Mármol, 2010).

**Cicadélidos.** Estos insectos se alimentan exclusivamente de fluidos vegetales, reúnen a especies las cuales poseen gran flexibilidad adaptativa en su aparato bucal lo cual le permite alimentarse, son conocidos por su gran habilidad para adquirir, transportar y transmitir patógenos como virus y bacterias (fitoplasmas, espiroplasmas, micoplasmas) a las plantas ya sean estas cultivadas y silvestres, causando de esta forma enfermedades a las mismas y siendo así una de las plagas más conocidas del mundo (Paradell & Cavichioli, 2014).

**Ciclo de vida.** El ciclo de vida de los cicadélidos tiene tres etapas huevo, ninfa, adulto; en donde los huevos tienen apariencia de riñón alargado (1 x 0.3 mm), los cuales los colocan en el envés de la hoja, las hembras son capaces de poner de 300-900 huevos, las ninfas no tienen alas (Verde, 2016).

**Umbral económico.** (Arciniegas et al., 1999) menciona que umbrales de acción de 200 loritos verdes por 20 pases de red para plantas de 1-2 hojas, por otro lado 400 insectos por 20 pases de red en plantas de más de 3 hojas.

**Dípteros.** Los Dípteros en estado adulto causan daños a los cultivos mediante picaduras en las hojas ya sea para alimentarse y ovipositar, al no poseer aparato bucal masticador necesitan alimentarse de fluidos de la planta. En el caso de las larvas de moscas provocan graves daños en los cultivos, es por ello que varias especies son de importancia económica para la agricultura tales como especies de las familias *Tephritidae*, *Ulidiidae*, *Agromyzidae*, *Anthomyiidae* y *Drosophilidae*. Cabe mencionar que no todas las especies de dípteros son dañinas para la agricultura, ya que varias especies cumplen el rol de ser enemigas de varias especies de plagas (Futurcrop, s.f.).

**Ciclo de vida.** Son insectos holometábolos con metamorfosis completa la misma que está conformada por cuatro fases: huevo, larva, pupa y estado adulto (Carles et al., 2015).

**Umbral económico.** De acuerdo con (Carles et al., 2015) es difícil relacionar los niveles de daño con la disminución del rendimiento y tener el umbral económico, debido a que tienen que ver factores como la susceptibilidad y el desarrollo de la planta huésped, especie del minador, y el nivel de parasitismo, entre otras, por lo que el umbral económico va a variar dependiendo del tipo de cultivo (tradicional o cultivo con MIP) (Barranco Vega, 2003).

**Crisopas.** Por lo general las especies del género *Chrysoperla* se consideran como uno de los fieles aliados de los agricultores ya que luchan contra las plagas del cultivo, se usan como depredadores de los áfidos y ciertos artrópodos en programas hechos en las MIP como control biológico. En el mercado se encuentran varias especies comercializadas para efectuar dichos controles, sin embargo, suelen aparecer de forma natural en las plantaciones en donde hay focos de plagas actuando como control natural (Rodríguez et al., 2019).

**Ciclo de vida.** Son insectos holometábolos es decir que tienen una metamorfosis completa, en el caso de los huevos los depositan de distinta forma ya sean estos aislados o en racimo, característico de cada especie, posee 3 estadíos larvarios, los adultos cuentan con una alta capacidad de recorrer distancias (kilómetros) largas durante la noche.

### ***Importancia del silicio en las plantas***

Varios fisiólogos vegetales no consideran al silicio (Si) como un elemento esencial para las plantas, pero se ha encontrado que este elemento presenta beneficios para los cultivos, tales como la inducción de resistencia y protección contra diferentes factores ambientales bióticos y abióticos (Epstein, 1999).

Cuando se habla que el Si logra inducir o incrementar la resistencia de las plantas al ataque de patógenos e insectos, se debe a la acumulación y polimerización en las paredes celulares, formándose de tal forma una barrera mecánica contra el ataque; pero, por otro lado, se han encontrado aspectos negativos como la acumulación de compuestos fenólicos, lignina y fitoalexinas. Se ha observado que el Si en plantas como calabacita (*Cucurbita* sp.), avena (*Avena sativa*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) genera un aumento en la síntesis de peroxidasa, polifenoloxidasa, glucanasas y quitinasas; dichas enzimas se las relaciona con el incremento en la producción de quinonas y especies reactivas de O<sub>2</sub> que tienen propiedades antibióticas, es decir que favorecen la mayor lignificación de los tejidos, una reducción en la calidad nutricional y su digestibilidad, provocando de tal forma, una disminución de la incidencia del ataque de los insectos a las plantas (Castellanos et al., 2015).

#### ***Condiciones climáticas registradas por la estación Puerto ILA (noviembre 2022 - enero 2023)***

De acuerdo con (INAMHI, 2023) durante el mes de Noviembre se presentó una precipitación de 12,4 mm (época de verano) (Anexo #), en las que es necesario regar los cultivos ya sea de forma automática (sistema de riego) o manual para asegurar un buen desarrollo vegetativo; por lo contrario en los meses de Diciembre y Enero se presentó una mayor precipitación, de 123,0-548,7 mm respectivamente (inicio de temporada invernal) (Anexo #), lo cual presenta aspectos positivos y negativos ya que las altas precipitaciones pueden ser predisponentes a enfermedades ya sean bacterianas y fúngicas en los cultivos.

#### ***Descripción de insumos a base de Silicio***

**Barrier.** Este producto es de origen natural y se considera un fortificante de los tejidos de las plantas ya que permite reforzar la pared celular mediante la estimulación de la producción de quitinasas, la cual causa que la planta se vuelva resistente a condiciones adversas. Se ha demostrado que las plantas tienen una más capacidad de tolerancia a

cambios bruscos de humedad y temperatura, además mejora la vida postcosecha y reduce los daños mecánicos en el fruto (IBÉRICA, 2015).

**Tabla 1**

*Componentes del producto*

Elemento	Sufijo	Porcentaje
Calcio	(Ca)	10%
Silicio	(SiO <sub>2</sub> )	24%
Acondicionadores y diluyentes	-	66%

Recuperado de (IBÉRICA, 2015).

**Keltop sil.** Es un producto usado para la prevención y corrección de estados carenciales provocados por la falta de asimilación de los elementos que contiene, se conoce también que aporta al vegetal silicio de rápida asimilación, listo para ser metabolizado, cada uno de los componentes de este producto se adhiere en las células del vegetal y les otorga estabilidad estructural, provocando endurecimiento de los tejidos y resistencia mecánica al ataque de patógenos (Trichodex, 2015).

El potasio (K) dentro de la planta tiene funciones como la de regular la apertura estomática, por la concentración de iones K dentro de las células oclusivas, en la fotosíntesis actúa como activador de enzimas que participan en la producción de ATP (Intagri, 2017).

**Tabla 2**

*Componentes del producto*

Elemento	Sufijo	Porcentaje (m/m)
Fósforo soluble en agua	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6%
Potasio soluble en agua	(K <sub>2</sub> O)	13%
Silicio soluble en agua	(SiO <sub>2</sub> )	12%

Recuperado de (Trichodex, 2015).



### ***El Silicio en la resistencia de los cultivos***

De acuerdo con (Castellanos González et al., 2015), el Si es el segundo elemento más abundante después del Oxígeno de la tierra, el cual no es considerado como no esencial, sin embargo, presenta varios beneficios para ciertos cultivos como la resistencia a plagas. Dentro de la investigación realizada su objetivo fue desarrollar una investigación actualizada de los resultados relacionados con la resistencia que da el Si a ciertos cultivos contra las plagas, dichas investigaciones se llevan realizando desde hace más de 40 años recopilando información de cultivos como arroz, caña de azúcar, maíz, ciertas gramíneas, solanáceas, cucurbitáceas, crucíferas, forestales y el cafeto; logrando tener éxito en especies de insectos de los órdenes Lepidóptera, Hemíptera, Thysanoptera. Una de las fuentes más utilizadas para el manejo de insectos plagas es el silicato de calcio y el silicato de potasio.

### ***Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) con tres dosis de silicio***

De acuerdo con (Collaguazo & Mancheno, 2022), el proyecto de investigación se desarrolló en el cantón la Maná, el cual tuvo una duración de 90 días, el cual tuvo como objetivo identificar los efectos de las dosis aplicadas por tratamiento y analizar los efectos en el desarrollo vegetativo de la planta. Se implementó un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos donde T0 testigo absoluto, T1 silicio 30 ml + método edáfico, T2 silicio 60 ml + método edáfico, T3 silicio 30 ml + método foliar, T4 silicio 60 ml + método foliar, T5 silicio 90 ml + método edáfico y foliar. Se evaluó altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, número de frutos cosechados y rendimiento; se evidenció que el Si no influye en el desarrollo vegetativo ni en la producción, ya que no presentaron diferencias significativas en sus tratamientos, en el caso del rendimiento el mejor tratamiento fue la dosis más alta con un peso de 54,44 gramos a diferencia del testigo con 39,45 gramos, lo cual indica que como ya es mencionado por varios autores el Si interviene como estimulador de la resistencia contra

factores bióticos y abióticos. Cuando se compararon los resultados de las variables se observó que todas las dosis presentaron el mismo efecto en el desarrollo del cultivo, al compararse con el testigo (T0).

***Efecto de la aplicación de silicio al para el control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*)***

De acuerdo con (Varas, 2021), menciona que en su trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Quevedo se evaluó dosis de silicio para determinar aquella que tenga mayor control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), como primer paso de determinó la eficiencia del programa que se comparó con la escala visual usando una correlación lineal, también se evaluó la severidad de la enfermedad usando los dos métodos de evaluación. Se evaluaron variables agronómicas como altura de la planta, número de flores, número de frutos cosechados, frutos sanos y enfermos con ayuda del análisis de varianza Tukey  $p < 0,05$ . Dentro de los resultados se encontró que el  $R^2$  fue de 0,90 y 0,97 en la correlación entre Leaf Doctor y escala visual de evaluación de daños en las hojas y frutos; así mismo se encontró que la dosis de 500 kg/ha de silicio reduce la presencia de *P. capsici* a nivel de hojas y de frutos, sin embargo, cabe mencionar que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Por otro lado, en el análisis económico se determinó que no es rentable la aplicación de silicio ya que se obtuvieron rendimientos inferiores, el testigo tuvo un rendimiento de 13346,67 kg/ha y la relación costo-beneficio fue de 2,79 el cual fue superior a los tratamientos.

## Capítulo III

### Metodología

#### *Ubicación de Área experimental*

##### **Ubicación Política**

País : Ecuador

Provincia : Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón : Santo Domingo de los Colorados

Parroquia: Luz de América

Sector : Hacienda Zoila Luz (Km 24 vía Quevedo)

##### **Ubicación Geográfica**

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda Zoila Luz instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, ubicada en el km 24 de la vía Quevedo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Latitud : 00°24”57”

Longitud: 79°18”38”

##### **Ubicación Ecológica**

Zona de Vida : Bosque húmedo subtropical (bh-T)

Altitud : 270 m.s.n.m.

Temperatura : 24,6°C

Precipitación : 2870 mm/año

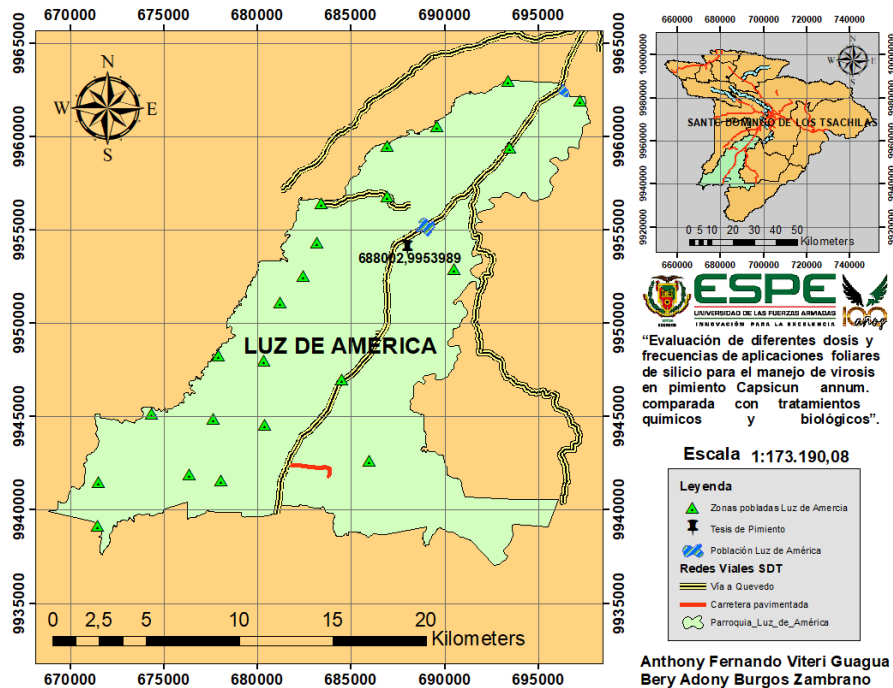
Humedad relativa: 87 %

Heliofanía : 10-12 horas/día-680 horas luz/año

## Ubicación del lugar de investigación

**Figura 1**

Ubicación geográfica del punto de investigación



## Materiales e insumos

### Materiales

- 784 plantas de pimiento variedad Nathalie.
- Naranja
- Afrecho de trigo
- Bomba de mochila (20 lts)
- Herramientas menores
- Piola tomatera
- Balanza digital
- Trampas fotocromáticas
- Cinta métrica

**Insumos**

- Barrier
- Keltop sil
- Glifosato
- Diuron
- Comet
- Fertilizante 8-20-20 NPK
- Neguvon
- Humus
- Libreta de campo
- Computadora
- Cámara fotográfica

**Métodos****Área de estudio**

El proyecto investigativo se realizó en la Hacienda Zoila Luz, ubicada en la Vía Santo Domingo-Quevedo km 24, provincia de Santo Domingo los Tsáchilas, cantón Santo Domingo; para su desarrollo se realizó labranza en el suelo previo a la siembra, en el que se daría el progreso del sistema de producción agrícola tradicional.

**Características de la unidad de análisis**

Se utilizaron plantas de pimiento variedad *Nathalie* con altura y características homogéneas de 12-15 cm, divididas en 7 grupos de 112 plantas cada una; T0 testigo, T1 Barrier, dosis 3 cc/lit, T2 Barrier, dosis 5 cc/lit, T3 Barrier, dosis 7 cc/lit, T4 Keltop sil, dosis 3 cc/lit, T5 Keltop sil, dosis 5 cc/lit, T6 Keltop sil, dosis 7 cc/lit.

T1 y T4 tienen una frecuencia de 4 días y T2-T3-T5-T6 de 7 días. La recolección de datos se hizo cada 15 días a partir del primer día de siembra, con una duración de 122 días del ensayo, considerando desde la preparación del suelo hasta la cuarta recolección de datos.

**Tabla 3**

*Identificación y descripción de los tratamientos*

N°	Símbolo	Descripción	N° de Plantas
1	T0	Sin aplicación de productos	112
2	T1	Barrier dosis 3 cc/lit	112
3	T2	Barrier dosis 5 cc/lit	112
4	T3	Barrier dosis 7 cc/lit	112
5	T4	Keltop sil dosis 3 cc/lit	112
6	T5	Keltop sil dosis 5 cc/lit	112
7	T6	Keltop sil dosis 7 cc/lit	112

### ***Diseño Experimental***

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con medida repetida en el tiempo; teniendo 6 Tratamientos y un testigo, con 4 repeticiones cada uno.

#### **Tipo de diseño**

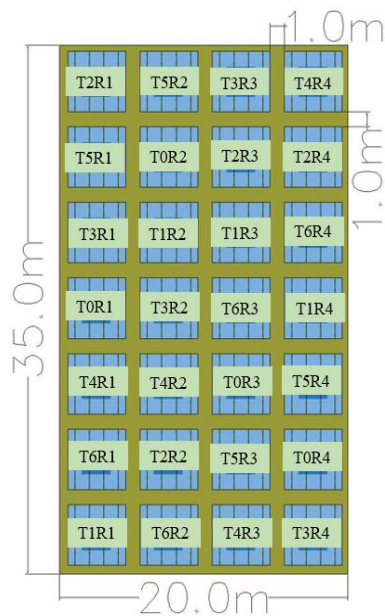
En el presente trabajo de investigación, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) Bifactorial (dosis y producto), siendo este A x B +1 con medida repetida en el tiempo, con seis tratamientos y un testigo con 4 repeticiones cada uno, el número de unidades

experimentales por tratamiento fueron 112 plantas, dejando un total de 784 plantas de pimiento.

### Diseño de parcelas de Investigación

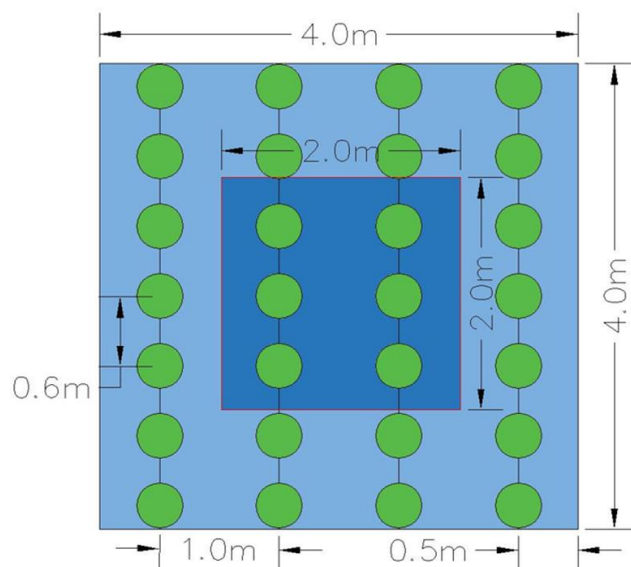
#### Figura 2

Distribución y medidas de las unidades experimentales dentro del área designada



#### Figura 3

Medidas y distribución de plantas dentro de las unidades experimentales (parcela)



### Análisis estadísticos

- Se utilizó análisis de datos utilizando el ADEVA y como prueba estadística significativa Tukey y Kruskal Wallis con el paquete estadístico InfoStat

### Esquema del análisis de varianza

**Tabla 4**

*Esquema del análisis de varianza (ADEVA)*

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1$	
Repeticiones	$r - 1$	
Error experimental	$(r - 1) (t - 1)$	
Total	$tr - 1$	

Nota: en la tabla 8 se detalla el ADEVA usado en la presente investigación acorde a los tratamientos (dosis x producto) y repeticiones de cada tratamiento.

### **VARIABLES ESTUDIADAS**

**Población de insectos plaga.** Se determinó la presencia de los insectos plaga en la parcela, mediante 4 trampas fotocromáticas de color amarillo ubicadas en los extremos cardinales del ensayo, recubiertas con Biotac, se tomaron datos cada 15 días realizando un conteo de los insectos que quedaron adheridos en toda el área de la trampa, los mismos que se clasificaron por orden y se identificaron con ayuda de claves entomológicas.

**Presencia de plantas con virosis.** Se realizaron monitoreos cada 7 días en cada parcela neta de cada tratamiento se tomaron 6 plantas y se realizó un análisis de hojas tomando 4 hojas, 2 nuevas y 2 viejas, donde se determinó:



- plantas sanas: aquellas que presentaron todas sus hojas sin manchas ni mosaicos
- plantas enfermas: aquellas en las que se observó al menos una hoja con mosaicos o manchas, una vez identificadas aquellas plantas enfermas se calculó el promedio por parcela para después obtener el porcentaje de plantas enfermas por tratamiento.
- Plantas muertas: las que tenían todas sus hojas caídas y un tallo amarillo oscuro, se las consideraban como muertas, contando todas estas por tratamiento y determinando el porcentaje de mortalidad, dividiendo plantas muertas sobre plantas sembradas.

**Altura de la planta.** Se tomó una altura inicial en centímetros de todas las plantas de cada parcela neta, desde la base del tallo hasta el último brote vegetativo de la planta de pimiento con ayuda de un metro, las mediciones se realizaron cada 15 días.

### ***Manejo del ensayo***

**Preparación del terreno.** Se realizó un doble arado de disco con una profundidad de 12 cm, mediante el uso de un tractor, esto permitió la incorporación de los residuos vegetales del cultivo anterior y a su vez una desinfección de suelo mediante solarización.

**Elaboración del semillero.** Se realizó un semillero con ayuda de 4 bandejas de germinación de 200 alvéolos cada una, se utilizó:

- Un sustrato con una mezcla de humus, tierra común, y arena en relación 3-2-1.
- Captan 7 cc/lit para desinfección del sustrato.
- Semillas de la variedad Nathalie.

**Delimitación de parcelas.** Se delimitaron las parcelas, con ayuda de un flexómetro, estacas de caña guadua, y piola tomatera; usando el método de triangulación el cual consiste en una red articulada de líneas que forman triángulos, para obtener precisión al levantar el área de estudio para el trabajo de investigación.

**Control de malezas previo a la siembra.** Se realizó un control de malezas químico a los 7 días después del arado de disco, con Glifosato (150 cc) y Diuron (100 gr), los cuales

fueron incorporados a una mochila de pulverización (20 lt) con la cual se realizó la aplicación correspondiente, adicionalmente se agregó extracto de limón (6 ml) el cual permite bajar el pH del agua para aumentar la eficacia de los herbicidas.

**Elaboración de surcos.** Para la realización de los surcos se utilizó azadones, adicionalmente se implementó una piola de extremo a extremo del sitio del ensayo para mantener uniformidad de estos, teniendo como resultado 4 surcos por parcela neta y de 4 metros de longitud cada uno.

**Trasplante de plantas.** En cada uno de los sitios de siembra distribuidos en los surcos se colocaron 5 gr de 8-20-20 NPK y 25 gr de humus de lombriz, una vez las plántulas del semillero tuvieron cuatro hojas verdaderas a los 42 días fueron trasplantadas. Después de la siembra se colocó un cebo envenenado que consistió en una mezcla de afrecho + zumo de naranja + Neguvon, colocando 5 gr alrededor de cada planta, con esto protegemos a la planta de trozadores, *Agrotis sp.*

**Fertilización.** Se realizó la aplicación de 200 cc de fertilizante 8-20-20 NPK en drench con un vaso dosificador a todas las plantas del ensayo, para asegurar un buen desarrollo vegetativo.

**Resiembra.** A los 7 días de la siembra, se realizó el trasplante, se tuvo un porcentaje del 11% de mortalidad, luego de esta práctica se realizó la protección de las plantas como se citó anteriormente.

**Aplicación de tratamientos.** Se utilizó una bomba de pulverización (20 lt) para la aplicación de los tratamientos, con la ayuda de un vaso graduado, se dosificó cada uno, adicionalmente se agregó un fungicida sistémico Azoxistrobina a razón de 1,5 gr/lt para controlar hongos de follaje.

**Instalación de trampas fotocromáticas.** Se colocaron 4 plásticos de color amarillo en los límites de la parcela experimental, al norte, sur, este y oeste; con dimensiones de 20cm x

50cm utilizando estacas de caña guadua como soporte en cada extremo, a una altura de 20 cm del suelo, a los cuales se les aplicó Biotac, previamente diluido con diésel, con la finalidad de que los insectos como mosca blanca, trips, cicadélidos, etc.; queden adheridos a la misma.

**Control de malezas.** Se realizó un control manual con machete dentro de las parcelas y caminos de cada tratamiento, por otro lado, en los alrededores del ensayo se utilizó un control químico a base de Glifosato (150 cc) y Diuron (100 gr) integrados en una bomba de pulverización (20 lt) para una aplicación de forma localizada.

**Eliminación de yemas axilares.** Se realizó en forma manual cada 7 días a todas las plantas, con la finalidad de evitar el crecimiento excesivo de ramas que provocaría su acame, con esta actividad se logró un buen desarrollo vegetativo.

**Capítulo IV**  
**Resultados y Discusión**

**RESULTADOS**

***Población de insectos dentro de las parcelas de pimiento en porcentaje en días 30, 45 y***

**60**

**Tabla 5**

*Población de insectos totales por porcentaje en los días 30, 45 y 60 días, clasificados en Órdenes.*

<b>Orden</b>	<b>Día</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	
Crisopas	30	5,25	4	A
Crisopas	45	9,125	4	AB
Crisopas	60	10,25	4	AB
Dípteros	30	30,25	4	C
Dípteros	45	21,25	4	BC
Dípteros	60	17,25	4	ABC
Cicadélidos	30	21,125	4	BC
Cicadélidos	45	26	4	C
Cicadélidos	60	26	4	C

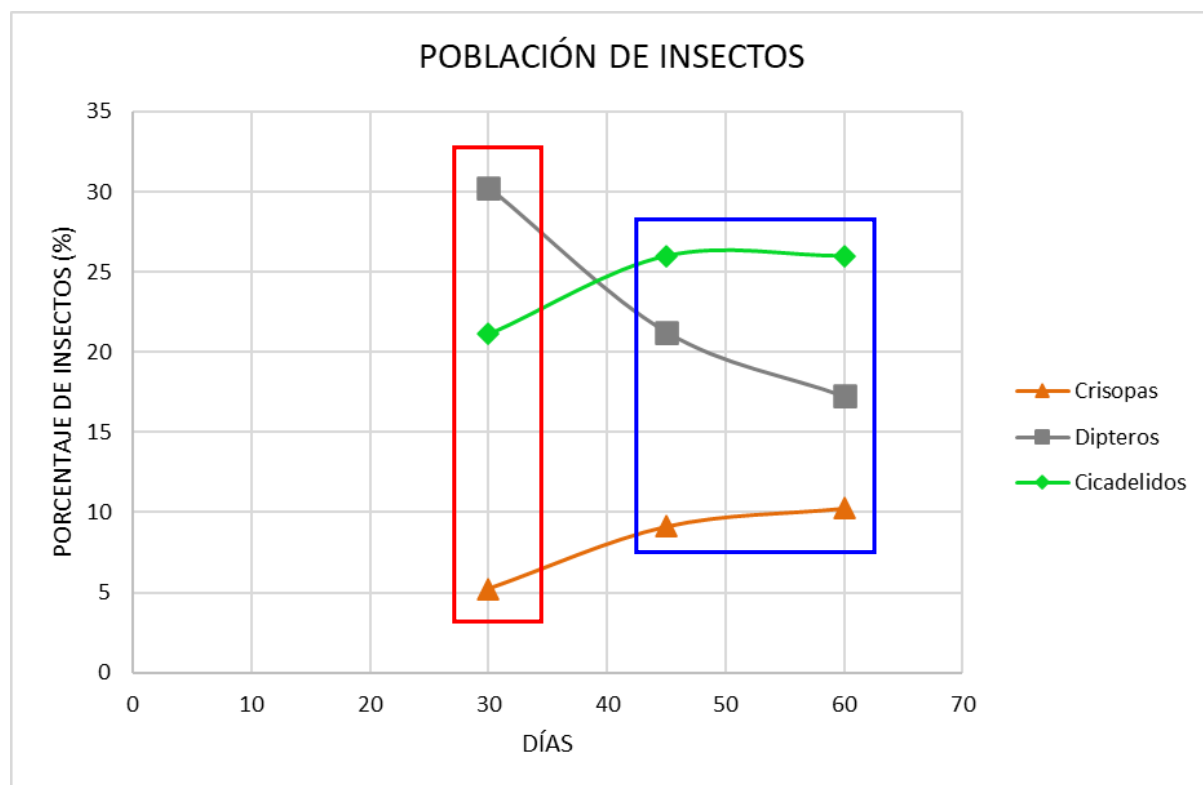
**Notas:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 5 se exhiben las medias de la población de insectos clasificados por orden y por día (30, 45 y 60) en forma de porcentaje total por día, teniendo así un p-valor de 0,0054 teniendo así una diferencia significativa, aplicando así la prueba de Kruskal Wallis, en el Día 30

el orden más presente fue Dípteros con un 30% más que el resto de órdenes, al día 45 el orden más presente fue Cicadélidos con un 26% más que el resto de órdenes, y al día 60 el orden más presente fue Cicadélidos con un 26% más que el resto de órdenes, representando la diferencia estadística con la letra C.

#### Figura 4

Población de insectos total contabilizados por días 30, 45 y 60 en porcentaje y clasificado por Orden.



**Nota:** Análisis mediante Kruskal Wallis, de Población de insectos totales por día (30, 45 y 60) en porcentaje (p-valor = 0,0054).

En la figura 4 se nos muestra la población de insectos por día (30, 45 y 60) en porcentaje, denotando así en el día 30, en el caso de los dípteros con mayor incidencia, mientras que en los días 45 y 60 dicha población de dípteros va disminuyendo

progresivamente, e incrementa la de cicadélidos, en el caso de las crisopas estas se mantiene con una población baja en los días 30, 45 y 60.

Al día 30 después del trasplante se observa mayor cantidad de dípteros, por el incremento de maleza el cual es hogar de insectos (Perez, 2016), y esto por la llegada de las lluvias en finales de Diciembre e inicios de Enero como se aprecia en los datos meteorológicos en las tablas 5 y tabla 6 (INAMHI, 2023) al registrarse mayor precipitación en Enero y eliminando las arvenses de forma manual se registra un deceso en población de Dípteros en los días 45 y 60, esto debido también al uso de Si en las plantas de pimiento ya que así se ha tenido éxito controlando algunos órdenes de insectos como son Dípteros y Hemiptera expuesto por (Castellanos González et al., 2015), en el caso de los Cicadélidos en los días 45 y 60 no se observa un control en la población ya que este posee una alta adaptabilidad en su aparato bucal pudiéndose alimentar de plantas de alrededor como nos presenta (Paradell & Cavichioli, 2014).

### Porcentaje de Mortalidad (%) de plantas de pimiento

#### Interacción Producto x Día

**Tabla 6**

Porcentaje de mortalidad al usar dos productos de Silicio (Barrier y Keltop sil) y un testigo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante.

Producto	Día	Medias	N	E.E.	
Barrier	15	13,69	12	3,85	C
Barrier	30	30,36	12	3,85	BC
Barrier	45	40,48	12	3,85	B
Barrier	60	44,64	12	3,85	B
Keltop Sil	15	15,77	12	3,85	C
Keltop Sil	30	36,01	12	3,85	B
Keltop Sil	45	42,22	12	3,85	B
Keltop Sil	60	45,33	12	3,85	B
Testigo	15	15,63	4	6,66	C
Testigo	30	65,59	4	6,66	A
Testigo	45	67,71	4	6,66	A
Testigo	60	69,57	4	6,66	A

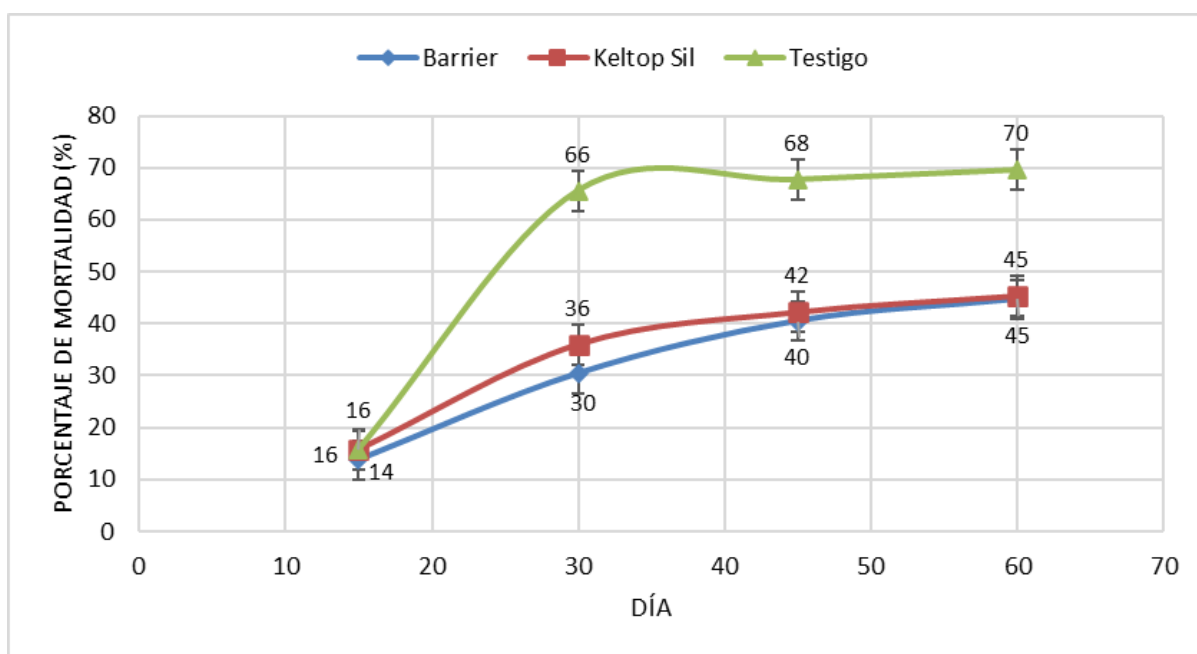
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) E.E. = Error Experimental

En la tabla 5 se muestra los promedios de mortalidad por porcentaje, evaluando los dos productos y el testigo en las cuatro toma de datos a los 15, 30, 45 y 60 días después del

trasplante, de acuerdo con el análisis de la varianza muestra un CV de 29,41 % y un p-valor de 0,0126 de la interacción producto x día siendo así estadísticamente significativo, aplicando la prueba de Tukey, teniendo así el promedio más bajo el Barrier, keltop sil y testigo a los 15 días correspondiendo a la letra C con una mortalidad de 14%, 16% y 16% respectivamente, mientras que la mortalidad más alta corresponde al testigo en los días 30, 45 y 60, correspondiendo a la letra A, con valores de 66%, 68% y 70% respectivamente.

### Figura 5

Porcentaje de mortalidad comparando dos productos con silicio y un testigo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante.



**Nota:** Análisis mediante Tukey, de porcentaje de mortalidad de plantas de pimiento, con dos productos con Silicio (Barrier y Keltop Sil) y un testigo, a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (p-valor = 0,0126).

La figura 4 indica el porcentaje de mortalidad en los días 15, 30, 45 y 60, teniendo valores estadísticamente iguales al día 15 independientemente del producto aplicado, mientras que el efecto de los productos ya se aprecia a partir de los días 30, 45 y 60, teniendo así el testigo con mayor porcentaje de mortalidad en los días 30, 45 y 60, mientras que en los dos productos Barrier y Keltop Sil, se observa valores similares de mortalidad en los días 45 y 60,



en el día 30 se distingue una diferencia de mortalidad entre Barrier y Keltop Sil, conservando más plantas vivas con el primer producto.

En la primera toma de datos a los 15 días no se observa una mortalidad considerable, ya que las plántulas se estaban adaptando a las nuevas condiciones edafoclimáticas como nos menciona (Figueredo & Añez, 1990) que pueden ir de una mortalidad del 4% al 26%, y los productos aplicados todavía no surtían efecto, esto comparado con el testigo, teniendo mortalidades estadísticamente iguales. Cuando los productos empiezan a hacer efecto frente a los problemas fitosanitarios, se denota que el Barrier tiene una menor mortalidad a los 30 días, debido a que Barrier posee una concentración mayor de Si comparado al Keltop Sil así como nos indica (Castellanos et al., 2015), que el Si al poseer la capacidad de reforzar la pared celular del tejido vegetativo, volviéndolo más resistente a ataques de insectos y enfermedades, a los días 45 y 60 la mortalidad es estadísticamente igual entre el Barrier y el Keptol Sil, ya que el segundo posee P y K dos elementos que favorecen a la estabilidad estructural de la planta teniendo una asimilación más lenta, dicho así por (Trichodex, 2015), viéndose resultados más rápidos al usar Barrier, El testigo al no ser sometido a ningún producto con Si, se exhibe con una mortalidad alta en los días 30, 45 y 60.

### Interacción Producto x Dosis

**Tabla 7**

*Porcentaje de mortalidad al usar dos productos de Silicio con las dosis de 3, 5 y 7 cc/lit y un Testigo*

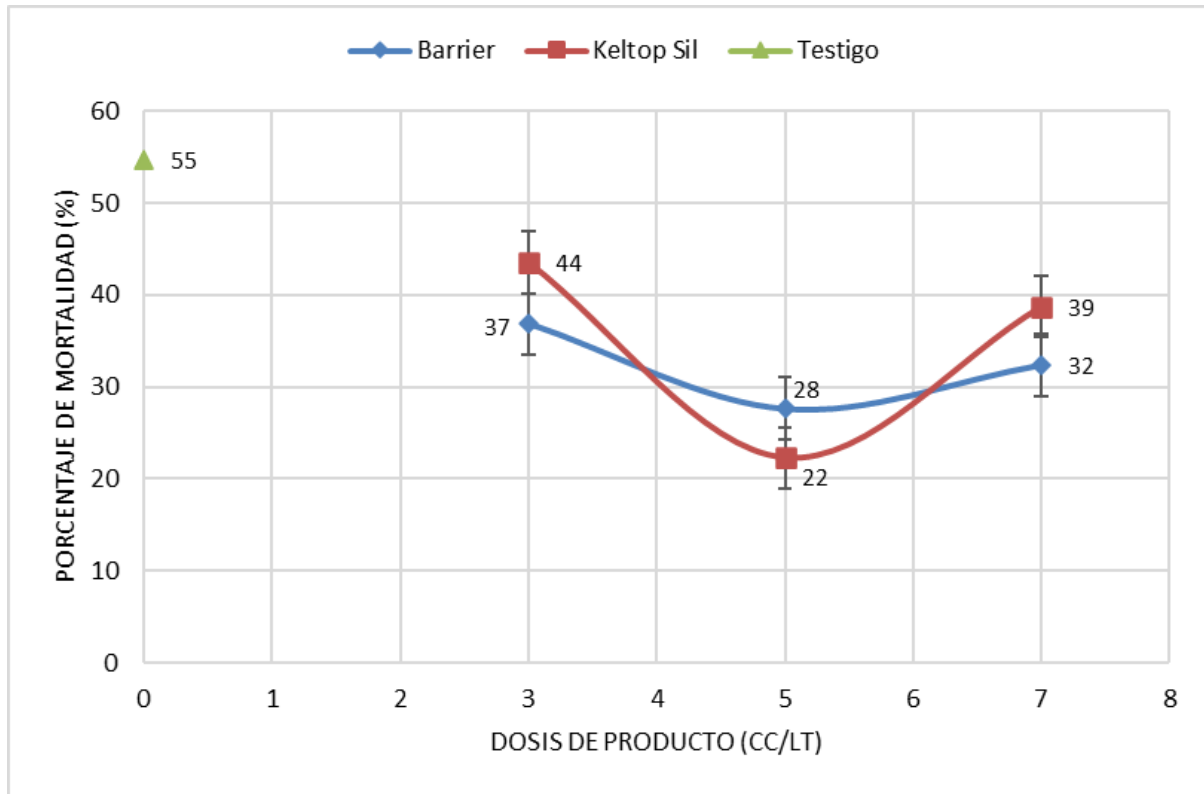
Símbolo	Producto	Dosis	Medias	N	E.E.	
T1	Barrier	3	36,83	16	3,33	BC
T2	Barrier	5	27,68	16	3,33	CD
T3	Barrier	7	32,37	16	3,33	BCD
T4	Keltop Sil	3	43,53	16	3,33	B
T5	Keltop Sil	5	22,28	16	3,33	D
T6	Keltop Sil	7	38,70	16	3,33	BC
T0	Testigo	0	54,62	16	3,33	A

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) E.E. = Error Experimental

La tabla 6 presenta los promedios de mortalidad por porcentaje evaluando los distintos tratamientos, los cuales corresponde a dos productos de silicio (Barrier y Keltop Sil) usados en combinación con tres dosis (3 cc/lit, 5 cc/lit y 7 cc/lit) y un testigo, de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo un CV de 29,41% y un p-valor de 0,0440 de la interacción producto x dosis siendo así estadísticamente significativo, aplicando la prueba de tukey, así la media más baja el T5 (Keltop Sil + 5 cc/lit cada 7 días) con 22% de mortalidad y la más alta el T0 (Testigo) con 55% de mortalidad.

**Figura 6**

Porcentaje de mortalidad comparando dos productos con silicio, a dosis de 3, 5 y 7 cc/lts y un testigo.



**Nota:** Análisis mediante Tukey, de porcentaje de mortalidad de plantas de pimienta, con dos productos con Silicio (Barrier y Keltop Sil) y tres dosis (3 cc/lt, 5 cc/t y 7 cc/lt) y un testigo (p-valor = 0,0440).

En la figura 5 se aprecia la interacción entre las dosis 3, 5 y 7 y los productos Barrier y Keltop Sil y un testigo analizando la mortalidad de plantas, denotando al testigo como el que mayor mortalidad presentó con un triángulo verde, mientras que el keltop sil con dosis 5 cc/lt cada 7 días mostró menor mortalidad, a diferencia de las otras dosis del keltop sil mostraron alta mortalidad, mientras que las dosis del Barrier presentaron mayor homogeneidad en mortalidad entre sus dosis y frecuencia.

El testigo al no ser sometido a ningún tratamiento con Si se denota con mayor incidencia de plagas e insectos, ya que (Collaguazo & Mancheno, 2022) nos dice, que el Si

estimula la resistencia a factores bióticos y abióticos, por consiguiente, se posee alta mortalidad. En el producto Keltop Sil existe bastante heterogeneidad entre dosis, debido a la presencia de malezas (herbáceas), que de acuerdo con (Perez, 2016) es un hábitat propicio para las plagas transmisoras de enfermedades, lo cual contribuyó la mortalidad de plantas en general, en el caso del producto Barrier existe más homogeneidad entre dosis por la interacción Ca – Si que favorece la resistencia y engrosamiento de la pared celular dicho así por (IBÉRICA, 2015) en el caso de la dosis 5 cc/lt es mejor asimilada por la planta, teniendo esta más resistencia a las enfermedades, demostrada así por (Varas, 2021), realizando una evaluación visual en hojas, esto indica una menor mortalidad en los dos tratamientos.

### ***Altura de plantas de pimiento después de aplicar silicio***

#### **Interacción Producto x Dosis**

**Tabla 8**

*Altura de plantas al usar dos productos de Silicio con las dosis de 3, 5 y 7 cc/lt y un Testigo*

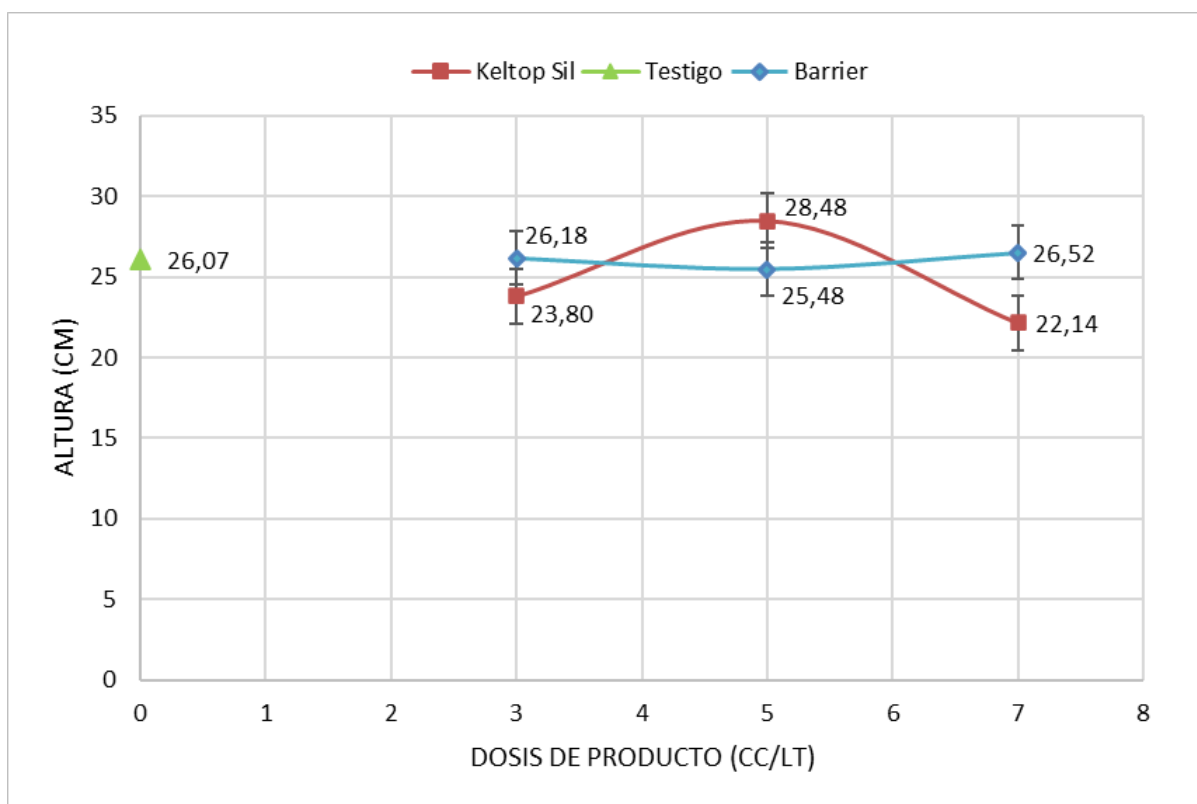
<b>Símbolo</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	
T1	Barrier	3	26,18	16	1,67	AB
T2	Barrier	5	25,48	16	1,67	AB
T3	Barrier	7	26,52	16	1,67	AB
T4	Keltop Sil	3	23,80	16	1,67	AB
T5	Keltop Sil	5	28,48	16	1,67	A
T6	Keltop Sil	7	22,14	16	1,67	B
T0	Testigo	0	26,07	16	1,67	AB

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) E.E. = Error Experimental

La tabla 7 refleja los promedio de altura de las plantas de pimiento en centímetros evaluando los distintos tratamientos, los cuales corresponde a dos productos de silicio (Barrier y Keltop Sil) usados en combinación con tres dosis (3 cc/lit, 5 cc/lit y 7 cc/lit) y un testigo, de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo un CV de 22,45% y teniendo un p-valor de 0,0338 de la interacción de producto x dosis, siendo este estadísticamente significativo, aplicando la prueba de tukey, el tratamiento que mostró una media de mayor altura fue el T5 (Keltop Sil + 5 cc/lit cada 7 días) con 28,48 cm y con la letra A, y el que se observó con una media de menor altura fue el T6 (Keltop Sil + 7 cc/lit) con 22,14 cm y con la letra B.

### Figura 7

Altura de plantas comparando dos productos con silicio, a dosis de 3, 5 y 7 cc/lts y un testigo.



**Nota:** Análisis mediante Tukey, de altura en centímetros de plantas de pimiento, con dos productos con Silicio (Barrier y Keltop Sil) y tres dosis (3 cc/lit, 5 cc/t y 7 cc/lit) y un testigo (p-valor = 0,0338).

En la figura 6 se exhibe la interacción entre las dosis 3, 5 y 7 y los productos Barrier y Keltop Sil y un testigo analizando la altura de plantas, Todas las dosis del producto Barrier son estadísticamente iguales junto con el testigo, incluso la prueba de tukey nos refleja que el producto Keltop sil con la dosis 3 cc/lit cada 4 días, es igual estadísticamente hablando a las otras, mientras que las que son claramente diferente son las de Keltop sil con dosis de 5 cc/lit y 7 cc/lit cada 7 días, teniendo así la media con mayor altura y menor altura respectivamente.

El testigo T0 y los tratamientos T1, T2, T3, T4 con respecto a la altura son estadísticamente iguales evidenciando lo que dice (Collaguazo & Mancheno, 2022) que el Si no influye en el desarrollo vegetativo, esto en el caso de Barrier y dosis bajas de Keltop Sil, los tratamientos con Keltop Sil, T5 y T6 al ser dosis mayores y tener en su composición K el mismo que interviene directamente en la fotosíntesis para producción de ATP, tienen mayor efecto como el T5 donde el K ingresa por los estomas favoreciendo la absorción del Si, por otro lado el T6 al ser una dosis alta tiene mayor contenido de K provocando el cierre de los estomas, impidiendo una buena absorción del Si, lo cual se corrobora con lo que menciona (Intagri, 2017).

### Altura de plantas a los diferentes días

#### Tabla 9

Altura de plantas de pimiento (*Capsicum annum*) a los 15, 30, 45 y 60 días

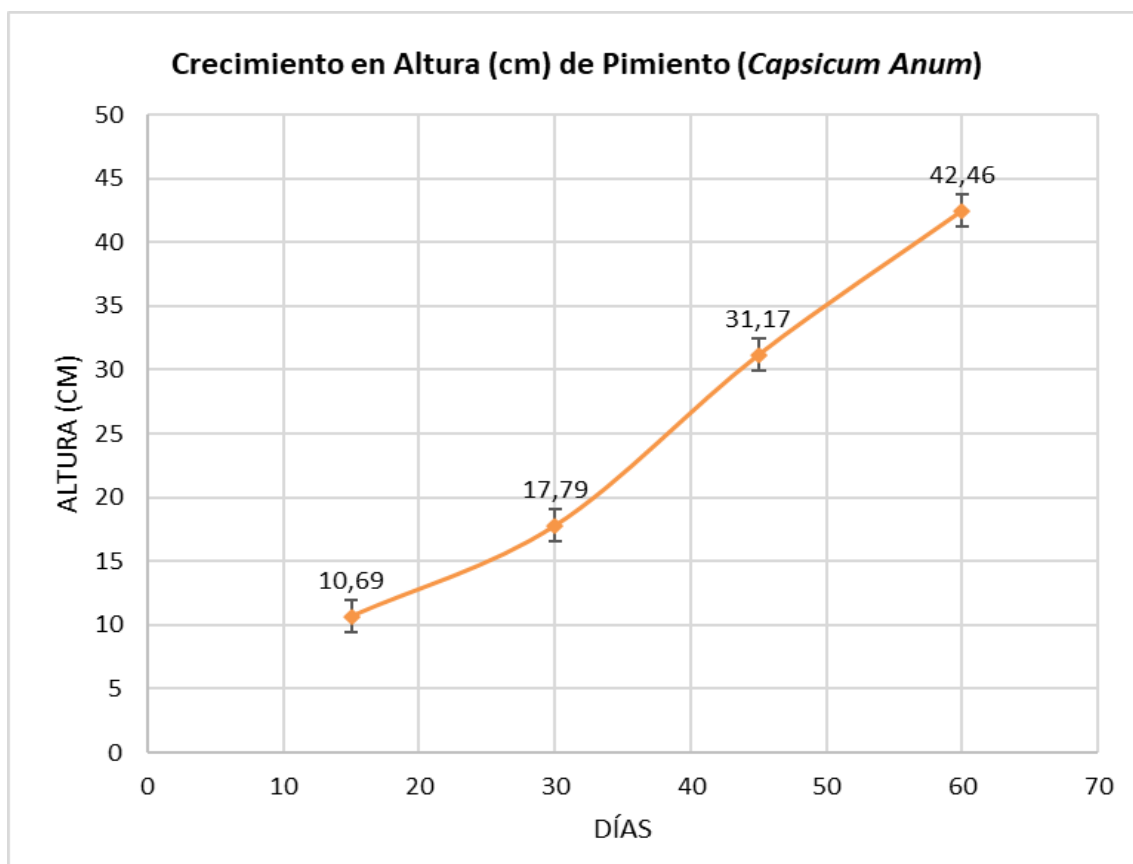
Día	Medias	N	E.E.	
15	10,69	28	1,26	D
30	17,79	28	1,26	C
45	31,17	28	1,26	B
60	42,46	28	1,26	A

**Notas:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) E.E. = Error Experimental

La tabla 8 muestra las medias de altura en los diferentes días que se tomaron datos (15, 30, 45 y 60), teniendo un p-valor  $< 0,0001$ , en los días que se tomaron datos, mostrando así una diferencia significativa, aplicando así la prueba de tukey, en los diferentes días teniendo el menor tamaño de la planta a los 15 días y el mayor tamaño a los 60 días.

### Figura 8

Crecimiento en Altura (cm) de plantas de Pimiento (*Capsicum anum*) a los 15, 30, 45 y 60 días



**Nota:** Análisis mediante Tukey, de altura en centímetros de plantas de pimiento, en los días 15, 30, 45 y 60 (p-valor  $< 0,0001$ ).

En la figura 8 se observa el crecimiento en altura por las medias en los días 15, 30, 45 y 60 días, donde claramente se denota un crecimiento algo lineal en la gráfica, teniendo así la menor altura al día 15 y la mayor altura al día 60. haciendo una relación en crecimiento por día, nos muestra que las plantas tienen un crecimiento de 0,71 cm/día.

## Capítulo V

### Conclusiones

- Las aplicaciones foliares de Silicio disminuyeron los efectos negativos que causan los insectos como vectores de virus.
- Las fuentes de Silicio aplicadas generaron resultados positivos frente al testigo
- Las fuentes de Silicio aplicadas a más de proteger del ataque de insectos generaron respuestas agronómicas favorables en la planta.
- El tratamiento recomendado T5 resulta ser el más económico, con un valor de \$126,8 por hectárea frente a los demás tratamientos.
- Al monitorear poblaciones de insectos, se identificaron loritos verdes (*Cicadélidos*), mosca blanca (*Bemisia tabacc*), que son vectores de virosis.
- Las aplicaciones de Silicio disminuyeron los signos de enfermedades de follaje, lo que se vio reflejado en una menor mortalidad.



### Recomendaciones

- Se debe aplicar el producto Barrier a Dosis de 5cc/lit cada 7 días, para tener plantas libres de virosis.
- Se recomienda incorporar productos a base de Silicio en los planes de manejo fitosanitario de las hortalizas.
- Es importante la calibración de los equipos, la calidad de agua y realizar las pulverizaciones en horas de la mañana para una mejor respuesta de la planta.
- Realizar un adecuado control de malezas para evitar la propagación de insectos plaga, en especial cicadélidos, que son vectores de virosis.
- Probar nuevas dosis en la época seca del año para determinar la mejor respuesta de la planta.

## Capítulo VI

### Bibliografía

- ALASKA, I. (2019). *Documentos electrónicos Pimientos*. Obtenido de Importadora Alaska S.A.:  
<https://www.imporalaska.com/pimientos>
- Arciniegas, I., Pantoja, A., García, C., & Duque, M. (1999). Umbral de acción de *Hortensia similis* Walker y *Draeculacephala soluta* Gibbons (Homoptera: Cicadellidae) en el cultivo del arroz en el Valle del Cauca, Colombia. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 83(1-2), 65-74. Obtenido de  
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/manager,+a7.pdf>
- Barranco Vega, P. (2003). Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. Obtenido de SEA Entomología: [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_33/B33-054-293.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_33/B33-054-293.pdf)
- BORBOR NEIRA, A. F., & SUÁREZ SUÁREZ, G. D. (2007). PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum*) A PARTIR DE SEMILLAS SOMETIDAS A IMBIBICIÓN E IMBIBICIÓN MÁS CAMPO MAGNÉTICO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL RÍO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA. Obtenido de Repositorio UPSE:  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SU%C3%81REZ%20SU%C3%81REZ%20GARDENIA.pdf>
- BUÑAY VALLEJO, C. J. (2017). ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*. L) VAR. VERDE, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN GENERAL ANTONIO ELIZALDE (BUCAJ) PROVINCIA DEL GUAYAS. Obtenido de Repositorio UTA:  
[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%20)

C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Bu%C3%B1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf

Carles, M., Hjorth, T., & Andersen. (2015). Orden Diptera. Obtenido de Revista SEA: [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_63.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_63.pdf)

Castellanos González, L., de Mello Prado, R., & Silva Campos, C. N. (2015). El Silicio en la resistencia de los cultivos. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 16-24. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000500002&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000500002&script=sci_arttext&lng=pt)

Castellanos, L., Prado, R., & Silva Campos, C. N. (2015). El Silicio en la resistencia de los cultivos. *Cultivos Tropicales*, 36, 18-26. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/317516151\\_El\\_Silicio\\_en\\_la\\_resistencia\\_de\\_los\\_cultivos](https://www.researchgate.net/publication/317516151_El_Silicio_en_la_resistencia_de_los_cultivos)

CHIRIBOGA CARRERA, J. I. (2019). ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE OCHO VARIEDADES DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN INVERNADERO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA CHIMBORAZO. Obtenido de Repositorio ESPOCH: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10735/1/13T0878.pdf>

Chuquitarco Esmeraldas, V. A., Raura Rodriguez, J. L., Gavilánez Buñay, T. C., & Luna Murillo, R. A. (2021). Experiencias productivas con pimiento (*capsicum anuumm* l.) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 4311. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/622/813>

Collaguazo, D., & Mancheno, F. (2022). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) CON TRES DOSIS DE SILICIO. Obtenido de Repositorio UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8969/1/UTC-PIM-000516.pdf>

- DEL CASTILLO, A., URÍBARRI, A., SÁDABA, S., AGUADO, G., & SANZ, J. (2004). Guía de cultivo del Pimiento en invernadero. Obtenido de NAVARRA AGRARIA:  
<https://www.navarraagraria.com/categories/item/315-guia-de-cultivo-del-pimiento-de-invernadero>
- Del Pino, M. (2018). CURSO DE HORTICULTURA Y FLORICULTURA. Obtenido de Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales:  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod\\_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf)
- Epstein, E. (1999). SILICON. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 641-664. Obtenido de  
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>
- Figueredo, C., & Añez, B. (1990). EFECTOS DE LA EDAD DE LAS PLANTULAS AL TRANSPLANTE SOBRE LOS RENDDOENTOSDETOMATE. *Agricultura Andina*, 5, 5-15. Obtenido de <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/agri/v5/articulo01.pdf>
- Futurcrop. (s.f.). *Control de plagas agrícolas: Dípteros*. Obtenido de Futurcrop:  
<https://futurcrop.com/es/blog/post/tipos-de-plagas-agricolas-y-control-de-dipteros/#danos-causados-por-los-dipteros>
- González, L., Prado, R., & Silva Campos, C. N. (11 de Febrero de 2015). El Silicio en la resistencia de los cultivos. *Cultivos Tropicales*, 36. Obtenido de  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000500002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500002)
- IBÉRICA, C. (2015). Ficha técnica Barrier. Obtenido de Agrozar:  
<https://www.agrozar.com/files/personalizacion/agrozar/218/218-ficha-tecnica-barrier.pdf>
- INAMHI. (2023). Registros de datos climatológicos.
- INFOAGRO. (s.f.). *EL CULTIVO DEL PIMIENTO (1ª parte)*. Obtenido de Infoagro:  
<https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

- Intagri. (2017). *Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal*. Recuperado el 14 de February de 2023, de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>
- Jovicich, E., Cantliffe, D., & Stoffella, P. (2004). Fruit Yield and Quality of Greenhouse-grown Bell Pepper as Influenced by Density, Container, and Trellis System. *HortTechnology*, 14(4), 507-513. Obtenido de <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/14/4/article-p507.xml>
- López, E. (4 de April de 2018). *El pimiento: origen, propiedades y variedades* | *Hosteleriasalamanca.es*. Obtenido de Hosteleria Salamanca: <https://www.hosteleriasalamanca.es/reportajes/tematicos/pimiento-origen-propiedades-variedades.php>
- Navarrete Jaramillo, C. A. (29 de Julio de 2019). Estudio de 3 niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento agronómico de 2 híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Ibarra. Obtenido de Repositorio PUCE: <https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/421/1/1.%20Tesis%20Pimiento..pdf>
- Obregón, V. G. (2016). Guía para la identificación de las enfermedades de pimiento en invernadero. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/1299>
- Paradell, S., & Cavichioli, R. R. (2014). CICADELLIDAE. Obtenido de Naturalis: [http://naturalis.fcny.unlp.edu.ar/repositorio/\\_documentos/sipcyt/bfa005838.pdf](http://naturalis.fcny.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa005838.pdf)
- Pérez, T. (8 de June de 2016). *Efectos negativos de las malas hierbas*. Recuperado el 14 de February de 2023, de Grupo Borau: <https://borauhermanos.com/efectos-negativos-de-las-malas-hierbas/>

- Pinto Mena, M. B. (13 de Noviembre de 2013). EL CULTIVO DEL PIMIENTO Y EL CLIMA EN EL ECUADOR. Obtenido de INAMHI:  
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/EI%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Reche Mármol, J. (2010). Cultivo del Pimiento Dulce en Invernadero. Obtenido de Junta de Andalucía/Consejería de Agricultura y Pesca:  
[https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo\\_Pimiento\\_Invernadero.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf)
- Rodríguez, E., Téllez, M., Ruano, F., González, M., Foronda, J., & Oi, F. (2019). Estudio de Diversidad en la Horticultura Protegida: Crisopas (Biodiversidad III). Obtenido de Investigación y Formación Agraria y Pesquera IFAPA:  
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/SERVIFAPA%20cris%C3%B3pidos.pdf>
- Trichodex. (27 de Enero de 2015). Ficha técnica Keltop Sil. Obtenido de E-Agrizon:  
<https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2020/02/Keltop-Sil-FT.pdf>
- Varas Carvajal, I. A. (2021). Efecto de la aplicación edáfica del silicio en el control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*). Obtenido de Repositorio UTQ: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6471/1/T-UTEQ-298.pdf>
- Verde, G. (20 de January de 2016). *Saltahojas – Generación Verde*. Obtenido de Generación Verde: <https://generacionverde.com/blog/plagas/saltahojas/>