



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EVALUACIÓN DE SILICIO PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN FRESA (*Fragaria vesca*), CANTÓN PEDRO MONCAYO”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Doris Nathaly Cacuango Robalino

DIRECTORA:

Magali Anabel Cañarejo Antamba PhD.

Ibarra, febrero del 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE SILICIO PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN FRESA (*Fragaria vesca*), CANTÓN PEDRO MONCAYO”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Magali Anabel Cañarejo Antamba PhD.



DIRECTORA

FIRMA

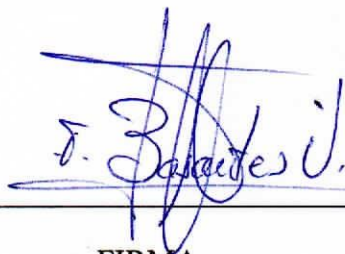
Julia Karina Prado Beltrán PhD.



MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Telmo Fernando Basantes Msc.



MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100402892-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Cacuango Robalino Doris Nathaly	
DIRECCIÓN:		Tupigachi- Comunidad Cajas Jurídica	
EMAIL:		dncacuangor@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0962025936

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE SILICIO PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) EN FRESA (<i>Fragaria vesca</i>), CANTÓN PEDRO MONCAYO”
AUTORA:	Cacuango Robalino Doris Nathaly
FECHA: DD/MM/AAAA	1 de febrero de 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTORA:	Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 1 día del mes de febrero de 2023

EL AUTOR:

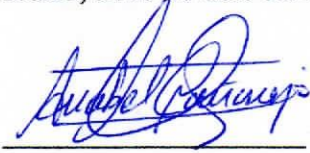


.....
Doris Nathaly Cacuango Robalino
C.I: 100402892-2

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Doris Nathaly Cacuango Robalino, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 30 días del mes de enero del 2023



Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 30 días del mes de enero del 2023

Doris Nathaly Cacuango Robalino: “EVALUACIÓN DE SILICIO PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN FRESA (*Fragaria vesca*), CANTÓN PEDRO MONCAYO”

Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 30 días del mes de enero del 2023, de 68 páginas.

DIRECTORA: Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el silicio para el control de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en fresa (*Fragaria vesca*), cantón Pedro Moncayo.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la dinámica poblacional del ácaro con la aplicación de silicio.
- Comparar la incidencia y severidad de araña roja, respecto a las aplicaciones de silicio.
- Analizar la productividad de la fresa bajo la aplicación de diatomitas como fuente de silicio.

.....
Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.
Directora de Trabajo de Grado

.....
Doris Nathaly Cacuango Robalino
Autora

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud a Papito Dios y a la Virgencita Mama Naty por darme la vida, salud, fortaleza y voluntad para culminar esta investigación.

A mis padres Manuel y Clemencia quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento y por haber depositado su confianza en mí. A mi esposo Edwin, a mis hijas Edith, Clemencia y a mi hijita que está en camino por su amor incondicional y por ser mi fuerza que me impulsan todos los días. A mis hermanos y toda mi familia quienes me han sido mi apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica del Norte en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por haberme permitido formar parte de esta prestigiosa institución, dándome la oportunidad de aprender y adquirir todos los conocimientos de esta linda carrera y formarme como profesional.

Un agradecimiento especial a mi directora de tesis Ing. Magali Cañarejo PhD, a mis queridos maestros Ing. Julia Prado PhD. e Ing. Fernando Basantes MSc. por brindarme su apoyo y haber dedicado su tiempo valioso en aportar sus conocimientos y sugerencias, de manera desinteresada.

A la empresa La Colina Agrotecnología por haber confiado en mí, para llevar a cabo esta investigación.

Doris Nathaly Cacuango Robalino

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi madre Clemencia Robalino quien me ha impulsado a salir adelante y ha sido mi fortaleza y de quien recibo las bendiciones desde el cielo. A mi querido esposo Edwin, a mis hijas Edith, Clemencita y a mi hijita que viene en camino, gracias por su amor, paciencia, comprensión y su apoyo incondicional.

Doris Nathaly Cacuango Robalino

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA FRESA	5
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	5
2.2.1 Sistema fascicular.....	5
2.2.2 Tallo	5
2.2.3 Hojas.....	5
2.2.4 Flores.....	5
2.2.5 Fruto	6
2.3 FASES FENOLÓGICAS	6
2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES	7
2.4.1 Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i> Koch).....	7
2.4.2 Trips (<i>Frankliniella</i> sp.)	9
2.4.3 Pudrición gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	10
2.4.4 Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de fresa	11

2.5	SILICIO.....	12
2.5.1	Silicio en la planta	12
2.5.2	Efecto del silicio contra plagas y enfermedades.....	12
2.5.3	Mecanismos de resistencia a las enfermedades	13
2.5.4	Efectos benéficos del silicio en las plantas al estrés biótico y abiótico.....	13
2.5.5	Deficiencia del silicio en el suelo y plantas.....	14
2.6	DIATOMEAS	14
2.6.2	Mecanismo de acción de las diatomeas en las plantas	14
2.6.3	Efectos directos e indirectos	15
2.7	MARCO LEGAL.....	15
CAPÍTULO III		16
MARCO METODOLÓGICO		16
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
3.1.1	Características edafoclimáticas	17
3.2	MATERIALES.....	17
3.3	MÉTODOS.....	17
3.3.1	Factor en estudio	17
3.3.2	Diseño experimental.....	18
3.3.3	Características del experimento	19
3.3.4	Características de la unidad experimental	19
3.3.5	Análisis estadístico	19
3.3.6	Variables a evaluar	20
3.4	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	21
3.4.1	Establecimiento del experimento	21
3.4.2	Delimitación de parcelas.	22
3.4.3	Aplicación de silicio.....	22
3.4.4	Monitoreo	22
3.4.5	Cosecha	22
3.4.6	Toma de datos productivos	23

CAPÍTULO IV	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE ÁCAROS.....	24
4.2 PORCENTAJE DE INCIDENCIA	27
4.3 PORCENTAJE DE SEVERIDAD.....	28
4.4 POBLACIÓN DE TRIPS.....	30
4.5 FRUTOS AFECTADOS POR BOTRYTIS.....	31
4.6 NÚMERO DE FLORES POR PLANTA.....	32
4.7 NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA	33
4.8 GROSOR DEL FRUTO.....	34
4.9 RENDIMIENTO	35
5.1 CONCLUSIONES	37
5.2 RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) en estado adulto	7
Figura 2: Ciclo biológico de la araña roja.....	8
Figura 3: Ciclo biológico del trips (<i>Frankliniella</i> sp.).....	9
Figura 4: Fresas con pudrición gris, en estado inicial y estado avanzado, con presencia de micelios y conidias.....	11
Figura 5: Ubicación de silicio en la epidermis de las hojas.....	13
Figura 6: Localización geográfica del área de estudio para la evaluación de silicio en el cultivo de fresa.....	16
Figura 7: Disposición del ensayo y unidad experimental en el sitio experimental para la evaluación del silicio en el cultivo de fresa.	18
Figura 8: Grados de maduración de la fresa a través de cambios de coloración.....	22
Figura 9: Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 0 g L ⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa.....	24
Figura 10: Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 2.5 g L ⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa.....	25
Figura 11: Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 5 g L ⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa.....	25
Figura 12: Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 10 g L ⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa	26
Figura 13: Porcentaje de incidencia de araña roja en las diferentes dosis de silicio	28
Figura 14: Porcentaje de severidad de araña roja en la aplicación de diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.....	29
Figura 15: Dinámica poblacional de trips, en las diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.....	30
Figura 16: Frutos afectados por botrytis, en las diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.....	31
Figura 17: Número de flores por planta en el cultivo de fresa con respecto a los días de evaluación	33
Figura 18: Porcentaje por categorías según el grosor del fruto.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Fases fenológicas del cultivo de fresa (Fragaria vesca)</i>	6
Tabla 2: <i>Clasificación taxonómica de Tetranychus urticae</i>	7
Tabla 3: <i>Descripción de equipos, insumos y herramientas utilizados en la fase experimental del estudio</i>	17
Tabla 4: <i>Descripción de dosis de silicio en estudio</i>	18
Tabla 5: <i>Características de la unidad experimental utilizadas en el ensayo del cultivo de fresa</i>	19
Tabla 6: <i>Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar</i>	20
Tabla 7: <i>Análisis de varianza de la variable porcentaje de incidencia de araña roja en el cultivo de fresa</i>	27
Tabla 8: <i>Análisis de varianza de la variable porcentaje de severidad de araña roja en el cultivo de fresa</i>	29
Tabla 9: <i>Análisis de varianza de la variable número de flores por planta</i>	32
Tabla 10: <i>Análisis de varianza de la variable grosor del fruto</i>	34
Tabla 11: <i>Valores de las pruebas de media de la variable rendimiento $T\ ha^{-1}$, con aplicación de diferentes dosis de silicio</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: <i>Establecimiento del cultivo de fresa variedad Albión</i>	51
Anexo 2: <i>Delimitación y rotulación de unidades experimentales</i>	51
Anexo 3: <i>Monitoreo de dinámica poblacional de araña roja</i>	52
Anexo 4: <i>Aplicación de diferentes dosis de silicio</i>	52
Anexo 5: <i>Cosecha de fresas</i>	53
Anexo 6: <i>Clasificación del fruto según el grosor y rendimiento</i>	53

“EVALUACIÓN DE SILICIO PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN FRESA (*Fragaria vesca*), CANTÓN PEDRO MONCAYO”

Autora: Doris Nathaly Cacuango Robalino

Universidad Técnica del Norte

dncacuangor@utn.edu.ec

RESUMEN

La fresa (*Fragaria vesca*) ha tomado gran importancia económica en nuestro país por su valor nutricional y calidad sensorial, este cultivo tiene un incremento anual del 20%. La plaga más importante que afecta la calidad del fruto es el ácaro (*Tetranychus urticae* Koch) que puede llegar a reducir la producción entre el 60% y 80%. Una alternativa de control es el uso de silicio (Si O_2) al 98%. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de silicio sobre la dinámica poblacional de araña roja en el cultivo de fresa. La investigación se realizó en un cultivo de fresa previamente establecido durante 120 días, se contabilizó los estadíos de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adultos en una muestra de 15 plantas por parcela neta. Los resultados se analizaron mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 dosis (0, 2.5, 5 y 10 g L⁻¹). Las variables evaluadas fueron número de flores/planta, rendimiento, dinámica poblacional, incidencia y severidad de araña roja. La aplicación foliar de silicio que tuvo mayor efectividad fue la dosis de 10 g L⁻¹ que alcanzó a reducir el 70% de la población de huevos, el 37% de larvas, el 35% de protoninfas, el 46% de deutoninfas y el 29% de adultos. Además, con la aplicación de esta dosis, redujo la incidencia en un 12.8% y la severidad en un 39.2%. Asimismo, con la dosis de 5 g L⁻¹ de silicio, el cultivo de fresa alcanzó un rendimiento de 46.6 T ha⁻¹. Esta investigación muestra que el silicio genera resistencia ante plagas importantes como *Tetranychus urticae* Koch por su acumulación y polimerización en las paredes celulares, lo cual constituye una barrera mecánica contra el ataque de insectos y mejora el sistema inmune en la planta.

Palabras clave: oxido de silicio, araña roja, dinámica poblacional, plagas.

"EVALUATION OF SILICON FOR THE CONTROL OF RED SPIDER MITE (*Tetranychus urticae* Koch) IN FRESA (*Fragaria vesca*), CANTON PEDRO MONCAYO"

Author: Doris Nathaly Cacuango Robalino

Universidad Técnica del Norte

dncacuangor@utn.edu.ec

ABSTRACT

The strawberry (*Fragaria vesca*) has taken great economic importance in our country for its nutritional value and sensory quality, this crop has an annual increase of 20%. The most important pest that affects the quality of the fruit is the mite (*Tetranychus urticae* Koch) that can reduce production between 60% and 80%. An alternative control is the use of 98% silicon (Si O_2). The objective of this study was to evaluate the effect of silicon foliar application on the population dynamics of spider mites in strawberry cultivation. The research was carried out in a strawberry crop previously established for 120 days, the stages of egg, larva, protonymph, deutonymph and adults were counted in a sample of 15 plants per net plot. The results were analyzed using a Randomized Complete Block Design with 4 doses (0, 2.5, 5 and 10 g L^{-1}). The variables evaluated were number of flowers/plants, yield, population dynamics, incidence and severity of spider mite. The foliar application of silicon that was most effective was the dose of 10 g L^{-1} that managed to reduce 70% of the egg population, 37% of larvae, 35% of protonymphs, 46% of deutonymphs and 29% of adults. In addition, with the application of this dose, it reduced the incidence by 12.8% and the severity by 39.2%. Also, with the dose of 5 g L^{-1} of silicon, the strawberry crop reached a yield of 46.6 T ha^{-1} . This research shows that silicon generates resistance to important pests such as *Tetranychus urticae* Koch due to its accumulation and polymerization in cell walls, which constitutes a mechanical barrier against insect attack and improves the immune system in the plant.

Keywords: silicon oxide, spider mite, population dynamics, pests.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La producción de fresa ha tomado gran importancia económica por ser una fruta con características sensoriales favorables y nutricionales para el consumidor (Vizcaino, 2011). De acuerdo con Chimborazo (2014) manifiesta que la mayor producción de fresas en el Ecuador está concentrada en la Provincia de Pichincha con 400 hectáreas cultivadas, seguido de Tungurahua con 240 hectáreas, mientras que, en otras provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay, la producción alcanza las 40 hectáreas.

Actualmente los productores de fresa en el Ecuador tienen dificultades en cuanto a la producción, debido a que sus cultivos se ven gravemente afectados por el ataque de plagas y enfermedades, particularmente por la araña roja (*Tetranychus urticae*), los trips (*Frankliniella occidentalis*) y la pudrición gris (*Botrytis cinérea*), entre otros (Toapanta, 2018).

La plaga más importante que afecta la calidad del fruto es el ácaro *Tetranychus urticae* o más conocida como araña roja. Esta plaga se alimenta de la parte inferior de las hojas, raspan el tejido y chupan la savia, que afecta el vigor de la planta y la calidad del fruto (Bolda y Dara, 2015). Así mismo, Mesa (2000) indica que la alta capacidad de reproducción del ácaro en el cultivo de fresa causa estrés en la planta y los frutos atacados en estado verde no llegan a adquirir su tonalidad normal, lo que pierde valor comercial.

Algunas de las alternativas de control de ácaros en fresa que han sido utilizadas incluyen al control químico, control biológico, prácticas culturales y la aplicación de silicio (Undurraga y Vargas, 2013). Sobre este último control, Epstein (1999) menciona que la aplicación del silicio sobre varias especies de plantas es capaz de aumentar la resistencia al ataque de insectos y fitopatógenos. También Fawe et al. (2001) señala que el silicio puede conferir resistencia al formar una barrera mecánica en la pared celular, y por su acción como inductor del proceso de resistencia.

Varios autores han estudiado en cultivos de fréjol, trigo y berenjena el efecto del silicio sobre la resistencia que confiere a algunos cultivos contra plagas y enfermedades como áfidos, arañas, barrenador del tallo, trips y mildiu polvoroso (Basagli et al., 2003, Dia de Almeida et al., 2008, Sadeghi et al., 2016). La investigación realizada por Basagli et al. (2003) demostró que el silicio en forma de silicato de sodio al 0.4% de SiO₂ aplicados en seis dosis de 50 ml/maceta cada una con intervalos de cinco días en el cultivo de

trigo, logró disminuir la longevidad y producción de las ninfas del pulgón verde (*Schizaphis graminum*). Por otra parte, Sadeghi et al. (2016) evaluó cuatro dosis de Si (0, 1, 1.5 y 2 mg L⁻¹) en hojas del cultivo de fréjol para disminuir la población de araña roja (*Tetranychus urticae*), y observó que con la dosis de 2 mg L⁻¹ afectó significativamente los parámetros de crecimiento de la población del ácaro y demostró que a mayor dosis el ácaro tiene menor desarrollo. Asimismo, Día de Almeida et al. (2008) en su investigación evaluaron el efecto del silicato de calcio y fertilizante organomineral sobre la resistencia de *Thrips palmi* en berenjenas y aplicó Ca₂O₄Si en dosis de 15 g L⁻¹ y fertilizante a 2 ml L⁻¹. El tratamiento con tres aplicaciones de silicato de calcio fue más eficaz que el de fertilizante mineral, el cual disminuyó la población de trips y los daños producidos por las ninfas. Por tanto, se mostró el aumento de la resistencia de las plantas de berenjena a esa plaga.

1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Uno de los factores que limita y afecta la producción del cultivo de fresa en Ecuador, es el daño por ácaros. Esta plaga ocasiona pérdidas considerables en el cultivo disminuyendo la productividad y calidad física del fruto. Los niveles altos de infestación de los ácaros reducen entre 60 y 80% de la producción del cultivo de fresa (Mendoza, 2016). Además, Sances et al. (1981) en su estudio demostraron que la araña roja causa clorosis de las hojas, cesación, proliferación del crecimiento de las plantas, que a su vez reduce el rendimiento de los cultivos.

Los productores de fresa manejan altos costos (750 USD por ha) por concepto de aplicaciones de agroquímicos para el control de ácaros y generalmente los costos aumentan durante el crecimiento del cultivo (Lemus et al., 2017). Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2014) afirma que, en el país el 52,59% de las hectáreas de superficies agrícolas manejan algún tipo de agroquímico, mientras que en los cultivos permanentes el 56,06% de las hectáreas realizan aplicaciones con plaguicidas. Además, solo 2 de cada 10 personas productores que utilizan agroquímicos han recibido alguna capacitación sobre el manejo, precauciones y uso de plaguicidas (INEC, 2014). Por consiguiente, los agricultores utilizan grandes cantidades de plaguicidas sin control y vigilancia alguna, causando alta toxicidad para la salud y el ambiente.

El uso cotidiano de productos químicos como los acaricidas, contribuyen a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, afecta la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos (Puerto et al., 2014). Además, la utilización continua de acaricidas ha originado resistencia a los ácaros (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2012). Asimismo, Puerto et al. (2014) mencionan que el uso indiscriminado de plaguicidas deja residuos en altos niveles de 2.5 - 3% de contaminación en los frutos, ya que la utilización del control químico provoca efectos dañinos en el medio ambiente como también en las personas que consumen esta fruta y aplican dichos productos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los efectos benéficos del silicio han sido demostrados en varias especies de plantas y, en el caso de problemas fitosanitarios, es capaz de aumentar la resistencia de las plantas al ataque de insectos y patógenos (Epstein, 1999). Bélanger et al. (1995) mencionan que el papel del silicio en las plantas es activo e indican que este elemento puede desarrollar la respuesta para inducir reacciones de defensa en las plantas. Se ha demostrado que el silicio estimula la activación rápida de enzimas de defensa como peroxidasas, polifenoxidasas y fenilalanina amonioliasa. La peroxidasa puede catalizar la biosíntesis de lignina y suberina de la pared celular lo que incrementa la dureza de los tejidos de la planta e implica una barrera al daño por insectos (Alcantar et al., 2018). Por tanto, es necesario la aplicación de silicio para el control de araña roja y buscar la mejor respuesta a las dosis aplicadas, para establecer nuevas alternativas de control que permitan mitigar daños en la producción de fresas.

Según, Moreno et al. (2017) en su investigación sobre el efecto del silicio para el control de *Botrytis cinerea* en fresa, utilizaron dosis de 2.5 y 5.0 g L⁻¹ de SiO₂ y los resultados obtenidos indicaron que el mejor tratamiento para el control de *Botrytis cinerea* en fresa fue la solución foliar de silicio con 5.0 g L⁻¹, por lo que se convierte en una alternativa viable en el control de esta enfermedad. Asimismo, recientemente las investigaciones se han enfocado en la evaluación de varias alternativas de control mineral para reducir la dependencia de acaricidas y plaguicidas.

Como se puede apreciar en estudios anteriores, el silicio ha controlado diversas plagas y enfermedades en diferentes cultivos. Por tanto, es necesario evaluar el efecto de la aplicación del óxido de silicio (SiO₂) con una concentración de pureza del 98% sobre el control de araña roja (*Tetranychus urticae*) en el cultivo de fresa para brindar a los productores una alternativa viable, segura y reducir los costos de acaricidas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el silicio para el control de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en fresa (*Fragaria vesca*), cantón Pedro Moncayo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dinámica poblacional del ácaro con la aplicación de silicio.
- Comparar la incidencia y severidad de araña roja, respecto a las aplicaciones de silicio.
- Analizar la productividad de la fresa bajo la aplicación de diatomitas como fuente de silicio.

1.5 HIPÓTESIS

Ho: La aplicación foliar de diferentes dosis de silicio no influye en el control de araña roja en el cultivo de fresa.

Ha: La aplicación foliar de diferentes dosis de silicio influye en el control araña roja en el cultivo de fresa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA FRESA

La fresa (*Fragaria vesca*) pertenece a la familia de las Rosaceae y genero *Fragaria*, se caracteriza porque las hojas y otros órganos se forman en la parte leñosa de la corona y se le puede considerar como una planta de tipo herbáceo y perenne de vida corta (Cámara de Comercio Bogotá, 2015). Además, según Verdugo (2011) menciona que Ecuador presenta condiciones agroclimáticas favorables para la producción de fresa, tales como un piso altitudinal de 1700 a 3200 msnm, una temperatura de 0 a 26 °C promedio anual, una precipitación de 700 y 1500 mm/año y una humedad relativa del 80%, en la Sierra ecuatoriana (Portilla, 2018).

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.2.1 Sistema fascicular

El sistema fascicular, es fibroso y de desarrollo superficial, alcanzando aproximadamente 30 a 50 cm de profundidad, está formado por raíces principales engrosadas y por un sistema de raicillas más finas, de color claro, agrupadas en ramificaciones laterales. Las raicillas son responsables de la absorción de agua y nutrientes del suelo, mientras que las raíces principales son las responsables del anclaje de la planta (Tonelli, 2010).

2.2.2 Tallo

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado corona, en el que se observan numerosas escamas foliares. De esta corona, nacen también algunos tallos rastreros que producen raíces adventicias, de las cuales brotan los estolones (Martínez, 2018).

2.2.3 Hojas

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona, son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres foliolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas 300-400/mm² (Chiqui y Lema, 2010).

2.2.4 Flores

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios

cientos de pistilos sobre un receptáculo carnosos. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnosos, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto de la fresa (Caminiti, 2015).

2.2.5 Fruto

El fruto es un agregado, lo que quiere decir, que proviene de una sola flor que tiene los carpelos separados y de cada ovario sale un pequeño fruto, en el caso de la fresa el fruto está formado por varios aquenios dispuestos sobre un receptáculo carnosos. El aquenio es un fruto monocárpico, indehisciente, seco y de una sola semilla. Después de realizada la fecundación, los óvulos al transformarse en aquenios estimulan el engrosamiento del receptáculo, el cual al transformarse en carnosos forma el fruto. (Argolo, 2009).

2.3 FASES FENOLÓGICAS

Meier et al. (1994) indica las siguientes etapas fenológicas de la fresa.

Tabla 1

Fases fenológicas del cultivo de fresa (Fragaria vesca) descrito por Meier et al. (1994).

Fases fenológicas	Características
Brotación	- La yema principal empieza a crecer
Desarrollo de las hojas	- Aparecen primeras hojas de la yema principal, primera hoja desplegada.
Desarrollo de las partes vegetativas	- Los estolones se tornan visibles, aproximadamente de 2 cm de longitud, desarrollo radicular en el primer hijo de la planta y formación de plantas hijas de forma continua.
Aparición de órgano floral	- Primeras yemas salidas.
Floración	- Primeras flores abiertas, posteriormente caen los primeros pétalos y aparece el marchitamiento de las flores.
Formación del fruto	- Sobresalen los receptáculos de la corona de sépalos y los frutos se hacen visibles.
Maduración del fruto	- Las fresas alcanzan el tamaño y grosor característico de su variedad.
Senescencia y comienzo del reposo vegetativo	- Formación de los botones auxiliares y aparición de hojas nuevas con limbo más pequeño.

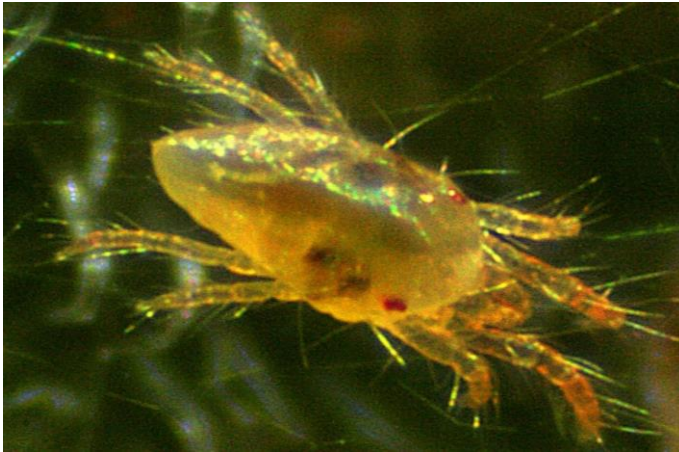
2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.4.1 Araña Roja (*Tetranychus urticae* Koch)

Tetranychus urticae Koch es una plaga cosmopolita y muy polífaga que ataca a numerosos cultivos de importancia económica (Moraes y Flechtmann, 2008). Este fitófago, conocido como araña roja, es uno de los ácaros tetraníquidos más perjudiciales que afectan a los cultivos (Jacas y Urbaneja, 2010).

Figura 1

Araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en estado adulto.



Fuente: Cappaert (2015).

- Clasificación taxonómica de la araña roja

Según Argolo (2012) menciona la siguiente clasificación taxonómica para la araña roja.

Tabla 2

Clasificación taxonómica de (Tetranychus urticae).

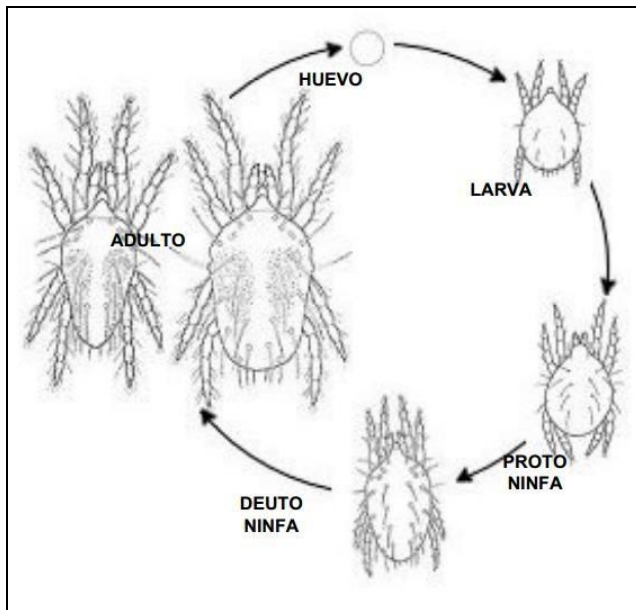
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Arachnida
Subclase	Acari
Orden	Prostigmata
Familia	Tetranychidae
Género	Tetranychus
Especie	<i>Tetranychus urticae</i> Koch.

- Ciclo de vida

Tiene un ciclo de vida corto que consta de cinco fases de desarrollo (huevo, ninfa, protoninfa, deutoninfa y adulto) (Moraes y Flechtmann, 2008). La araña roja en condiciones óptimas (30°C) completa su ciclo en 9 días. Este ácaro se reproduce mediante partenogénesis en la que las hembras se desarrollan a partir de huevos fecundados (diploides) y mientras que los machos se desarrollan a partir de huevos no fertilizados (haploides). Cada hembra adulta puede poner entre 100-120 huevos, con una tasa de puesta entre 3 y 5 huevos por día (Badii, Landeros y Cerna, 2011).

Figura 2

Ciclo biológico de la araña roja.



Fuente: Yáñez (2014)

- Daño causado en la planta por (*Tetranychus urticae*)

Los ácaros se alimentan de la parte inferior de las hojas, raspan el tejido y chupan la savia. Esto reduce el rendimiento y calidad de los frutos, los síntomas iniciales incluyen puntos de color amarillo en las hojas, además de cicatrización y bronceado. También se pueden ver telarañas con la infestación en los casos graves, las hojas se secan y las plantas mueren eventualmente (Boldá y Dara, 2015).

El daño ocasionado por este ácaro puede clasificarse en:

- ✓ Daño externo: La mayoría del daño es sobre el follaje, ocasionalmente sobre frutos y tallos. Normalmente el daño empieza con puntos cloróticos conocidos como bronceación o puntuación. Uno de los principales daños externos es la pérdida del follaje, ésta puede causar una reducción en la cantidad

y calidad del fruto y tienen efectos retardados en los siguientes años (Badii et al., 2011).

- ✓ Daño fisiológico: Las células individualmente son destruidas debido a la acción de los estiletes, esto produce una disminución en la tasa de transpiración, disminuye la actividad fotosintética y afecta el sistema de regulación de crecimiento. Estos efectos causan una disminución en el tamaño de las hojas y defoliación de la planta (Landeros et al., 2003).
- Monitoreo de araña roja en el cultivo de fresa.

Según Cerna (2016) indica que se realiza un muestreo de 10 folíolos de 10 plantas en los alrededores de la parcela y con una lupa se determina la cantidad de individuos. El umbral económico se considera aceptable menos de 5 ácaros por folíolo en los primeros cinco meses, después de este periodo 10 ácaros y por último en periodo de cosecha de 15-20 ácaros, cabe señalar que, la población de ácaros es mayor a estos umbrales en las etapas señaladas el control es necesario.

2.4.2 Trips (*Frankliniella* sp.)

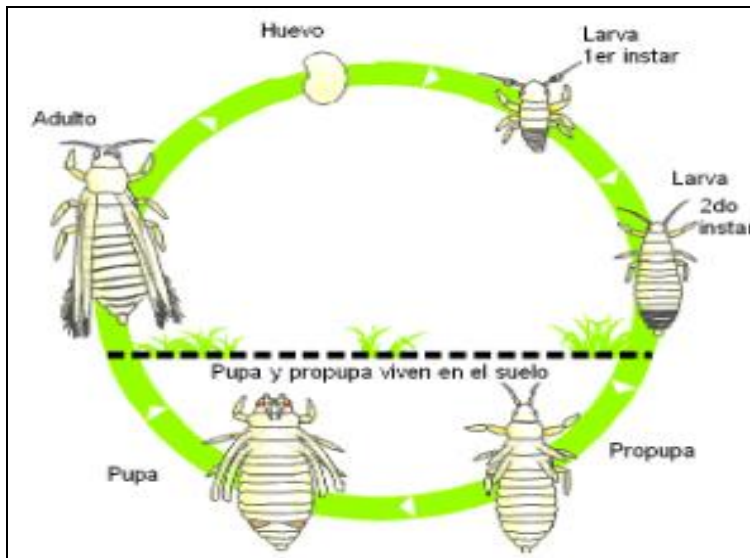
Son insectos pequeños que no sobrepasan los 2 mm, de cuerpo alargado, color amarillento o negruzco. El trips succiona el alimento de las hojas y frutos, ocasionando amarillamientos en la planta, y en las frutas raspaduras. Las altas poblaciones pueden inducir pérdida prematura de flores. Además, son transmisores de virus que afectan la producción (Ávila, 2015).

- Ciclo de vida

El ciclo de vida tiene varias etapas (huevo, dos instares larvales, pre pupa, pupa y el estado adulto). El ciclo de huevo a estado adulto es de 17,5 días a 25° C. Los huevos son blancos o transparentes tienen forma entre ovalados y arriñonados, de 0.2 mm de largo. Las larvas se desarrollan en dos estadios y son de color amarillo, durante el segundo estadio larvario se alimenta abundantemente y alcanza las dimensiones máximas, luego pierde movilidad paulatinamente, toma color lechoso y busca un lugar donde empupar. La prepupa presenta pequeños esbozos alares, antenas muy cortas sin artejos diferenciados, color blanquecino y nula movilidad. La pupa permanece también inmóvil, no se alimenta ni excreta, los esbozos alares están más desarrollados y se van diferenciando los artejos. Al terminar el estado pupal el adulto emerge de la pupa del suelo u hojarasca y se mueve hacia las hojas y flores. El adulto progresivamente va adquiriendo tonos oscuros para alcanzar la madurez en pocos días. La longevidad del adulto es de 10-30 días para las hembras y 7-20 días para los machos (Gallegos, 1999).

Figura 3

Ciclo biológico del trips (Frankliniella sp.)



Fuente: Porres (2008)

2.4.3 Pudrición gris (*Botrytis cinerea*)

Esta enfermedad puede atacar a cualquier zona de la planta, siendo flores y frutos los más susceptibles. Se presenta con una pudrición blanda del fruto, con presencia de micelio y conidias de color plumizo. El crecimiento vegetativo genera rápidamente estructuras reproductivas conocidas como conidióforos, las que emiten numerosas conidias que son diseminadas por el viento o por gotas de lluvia. La inoculación del hongo se da en los estigmas de las flores abiertas, pétalos o restos de flores senescentes y frutos. Si las condiciones son apropiadas (presencia de agua y temperaturas mayores a 15 °C), las conidias germinan y el micelio crece dentro de los tejidos, secreta enzimas y produce una pudrición blanda (Morales, 2017).

- Síntomas

Los principales síntomas son la pudrición gris del fruto, acompañada de ablandamiento y secreción de jugo. Esta pudrición blanda presenta ligeros cambios de color del fruto infectado, los que se tornan de color rojo opaco y que terminan por cubrirse con una masa de micelio y conidias de color plomo oscuro (Morales, 2017).

Figura 4

Fresas con pudrición gris, en estado inicial y estado avanzado, con presencia de micelios y conidias



Fuente: France y Morales (2017)

2.4.4 Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de fresa

2.4.4.1 Control químico

Según Argolo (2012) indica que el control químico es el más utilizado para controlar plagas y enfermedades. Es una práctica eficaz a corto plazo, por lo que conlleva a los productores a repetir los tratamientos de manera inadecuada o incluso al uso de sustancias no autorizadas lo que puede conferir resistencia a las plagas y la eliminación de la fauna útil. Cabe mencionar la importancia de la rotación de materias activas con distintos modos de acción para evitar el desarrollo de resistencias en unas pocas generaciones, debido a su alta fecundidad y corto ciclo de vida.

2.4.2.2 Control biológico

El control biológico consiste en la liberación de ácaros depredadores, tales como *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus phialatus* y *Euseius stipulatus*. (Abad, Aguilar y Pascual, 2008). Otros enemigos naturales, tales como los insectos de ojos grandes (*Geocoris* spp.), el chinche pirata (*Orius tristicolor*), los chinches damisela (*Nabis* spp.), el escarabajo negro (*Stethorus* spp.), las crisopas marrones (*Hemerobius* spp.) y verdes (*Chrysopa* spp.) desempeñan un papel importante en el control de plagas (Bolda y Dara, 2015).

2.4.2.3 Control cultural

El control cultural consiste en la utilización de técnicas o prácticas culturales determinadas con el objetivo de prevenir el ataque de plagas y enfermedades. Así como también crear un ambiente menos propicio para su desarrollo o disminuir sus daños (Argolo, 2012). Según Bolda y Dara (2015) mencionan, algunos ejemplos de estas técnicas: realizar podas, implementar cobertura en el suelo. Así mismo la eliminación de frutas y flores muertas, infectadas o dañadas esto minimizara el agente patógeno. También una buena aireación y exposición del follaje de la planta a la luz solar de tal

manera que reduzca el riesgo de infección de enfermedades y por último controlar la proximidad a otros cultivos o malezas hospederas.

2.5 SILICIO

El Silicio, (Si) es considerado el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno (O_2), pero no se encuentra presente en estado libre, sino en forma de dióxido de silicio y de silicatos complejos (Quero, 2008). El silicio no se encuentra libre en la naturaleza y debido a su fuerte afinidad con el oxígeno produce varias formas de SiO_2 (vidrio de sílice, cristobalita y cuarzo) u otros silicatos, los cuales están combinados con varios metales (Al, Fe, Mn, Mg, entre otros). Debido a su alta composición en la corteza terrestre, se ha considerado al silicio como el elemento más renovable o sostenible (Álvarez y Osorio, 2014).

2.5.1 Silicio en la planta

Todas las plantas que crecen en el suelo tienen cantidades considerables de silicio en sus tejidos. El rango de concentración de silicio dentro de los tejidos de las plantas puede variar de 0,1% a 10% en base seca. Aun cuando el contenido de silicio es mínimo (0,1%), todavía podrían ser comparables con la concentración de otros nutrientes tales como Azufre, Fósforo y Magnesio. Esto demuestra la esencialidad del nutriente silicio en las plantas (Álvarez y Osorio, 2014)

El silicio es absorbido por las plantas como ácido mono silícico H_4SiO_4 y sus iones silicatos H_3SiO_4 . El Si es transportado de la raíz a los tallos, hojas y frutos por medio del torrente de agua de transpiración en la xilema, y en segunda instancia por medio de la difusión (Álvarez y Osorio, 2014). Una vez que, el silicio es absorbido por la planta, el agua se pierde por la transpiración y el silicio se acumula en el haz de las hojas, vainas y corteza, formando una barrera mecánica (Hasing, 2007).

2.5.2 Efecto del silicio contra plagas y enfermedades

El silicio tiene capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción del cultivo. Así como también puede conferir la autoprotección contra enfermedades causadas por hongos, bacterias y la resistencia al ataque de insectos. También puede estimular el desarrollo y actividad de estructuras poliméricas en la cutícula (Chaudhary et al., 2003).

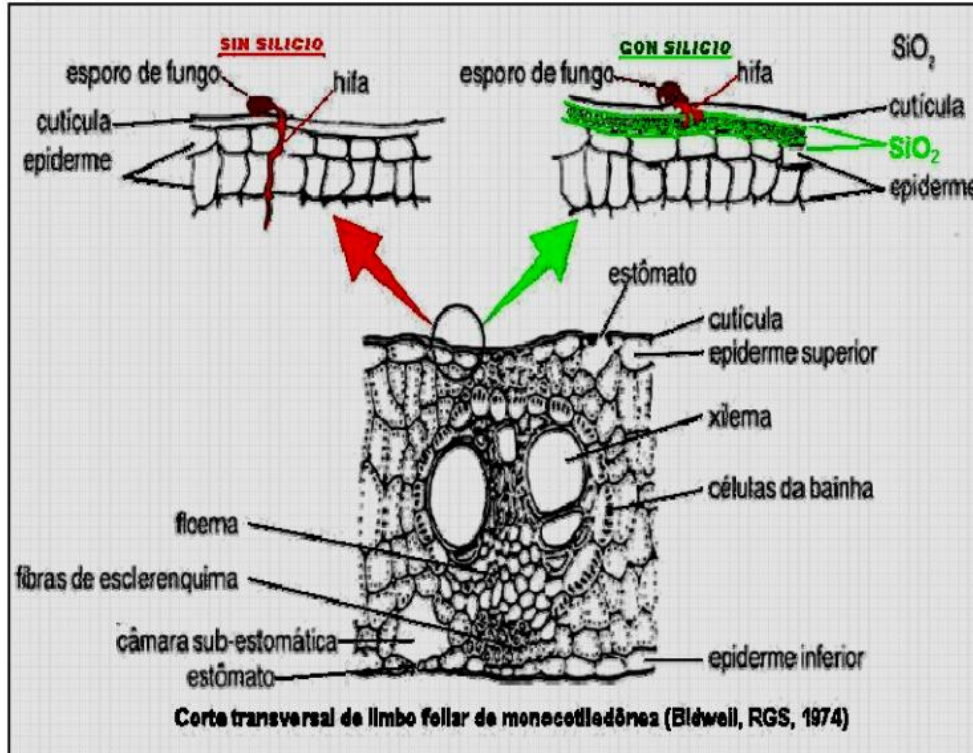
Por otro lado, Fihlo et al. (2000) indican que el mecanismo de resistencia a enfermedades ha sido atribuido al silicio como constituyente de la pared celular, tornándola menos accesible a enzimas de degradación. El Si absorbido es depositado en la pared celular, debajo de la cutícula aumentando la rigidez de las células y pudiendo elevar el contenido de hemicelulosa y lignina de la pared celular.

Además, Viana (2008) menciona que las estructuras tricomas, cuando se aplican productos a base de silicio logran acumular gran cantidad de ese elemento, de modo que las torna rígidas impidiendo que los insectos puedan introducir su aparato bucal y su

estilete reproductivo, por lo que emigran buscando plantas más propicias para alimentarse y ovopositar, lográndose la resistencia mecánica al ataque de insectos.

Figura 5

Ubicación de silicio en la epidermis de las hojas.



Fuente: Orejuela (2010)

2.5.3 Mecanismos de resistencia a las enfermedades

El efecto del silicio en el aumento de la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades se da a la acumulación del silicio absorbido en el tejido epidérmico, al incremento de las respuestas de defensa del huésped y a la patogénesis inducida. El ácido mono silícico acumulado se polimeriza en el ácido poli silícico y después se transforma en sílice amorfa, que forma una membrana más gruesa y resistente de silicio celulosa (Hodson y Sangster, 1988). Es así como una capa cuticular doble protege y refuerza mecánicamente las plantas. El silicio también puede formar complejos con los compuestos orgánicos en las membranas celulares de células epidérmicas, aumentando así su resistencia a la degradación producida por las enzimas liberadas por los hongos (Datnoff y Rodrigues, 2005).

2.5.4 Efectos benéficos del silicio en las plantas al estrés biótico y abiótico

Según Epstein (1999) señala que el silicio alivia los efectos de tensiones bióticas y abióticas como, la tensión a la salinidad, toxicidad por metales, tensión por sequía, daños producidos por la radiación, el desequilibrio de nutrientes, a bajas y altas

temperaturas. Por otra parte, Feng (2004) menciona que el silicio reduce la disponibilidad de elementos tóxicos como manganeso (Mn), hierro (Fe) y aluminio (Al) a las raíces de plantas. Estos efectos beneficiosos se expresan sobre todo con la deposición del silicio en las hojas y vástagos.

2.5.5 Deficiencia del silicio en el suelo y plantas

A pesar de la abundancia de silicio en la mayoría de los suelos del mundo, una deficiencia de silicio puede llegar a ocurrir debido a su agotamiento producido por cosechas continuadas y con altas demandas de este elemento. El suelo generalmente tiene una concentración de silicio de 3 a 17 mg de silicio por litro (Hull, 2004).

La deficiencia en Si acelera los procesos de degradación del suelo manifestados como la reducción de la materia orgánica del suelo, la disminución de las capacidades de adsorción y retención de agua. La reducción del Si disponible por la planta reduce dramáticamente en el suelo el sistema de defensa natural frente a tensiones bióticas y abióticas (Biel et al., 2008).

En las plantas el silicio no se considera un elemento esencial, la mayoría de las plantas crecerán de manera normal sin él. No obstante, algunas plantas han mostrado efectos perjudiciales si no se aplica silicio, los tomates pueden poseer un desarrollo anormal de la flor, así como también los pepinos y las fresas, alcanzan frutos deformes. En algunas plantas, la deficiencia de silicio también puede incrementar la posibilidad de que adquieran toxicidad por manganeso, cobre o hierro (Chen, 2018).

2.6 DIATOMEAS

Según Husqvarna (2019) manifiesta que la tierra de diatomeas es el material que resulta de la fosilización de las algas unicelulares recubiertas de sílice. Estas algas se denominan diatomitas y presentan un exoesqueleto de origen mineral sílice. Son organismos unicelulares, diploides, sin flagelos durante la fase vegetativa y fotosintética. Su única forma aprovechable para las plantas es ácido silícico (H_4SiO_4).

2.6.2 Mecanismo de acción de las diatomeas en las plantas

Las diatomitas es una forma de silicio soluble (ácido ortosilícico, H_4SiO_4), es asimilada por las raíces incitando el incremento del número de tallos y retoños florales, estimulando el crecimiento de las hojas. Además, los tricomas producen compuestos para repeler y combatir el ataque de agentes bióticos, como insectos, bacterias y hongos. Sus macropartículas poseen nano perforaciones que tienen la capacidad de absorber líquidos hasta en un 120% y gases en un 150%, reteniendo de esta forma el N, que podría perderse (Males, 2019).

La tierra de diatomea insecticida natural, actúa eliminando el efecto de revestimiento ceroso de los insectos (quitina), debido a su poder secante, tienen una acción estrictamente física, es decir se incrustan al cuerpo de los insectos. Estas minúsculas algas fosilizadas perforan los cuerpos queratinizados de los insectos, los cuales finalmente

mueren por deshidratación. Además, la utilización de diatomeas impide al insecto la habilidad de alterar su propia estructura genética y volverse inmunes como lo hacen con los insecticidas químicos (Bilbao et al., 2007).

2.6.3 Efectos directos e indirectos

Los efectos directos incluyen una reducción en el crecimiento y reproducción de insectos con una reducción análoga en el daño al cultivo. Los efectos indirectos son aquellos que afectan las tasas de mortalidad de insectos y pueden ser el resultado de una penetración de la planta retrasada o reducida, lo que resulta en una mayor exposición a enemigos naturales, condiciones climáticas adversas y medidas de control que atacan a los insectos expuestos. Los efectos indirectos del Si también pueden ocurrir a través de una mayor tolerancia de las plantas al estrés abiótico, por ejemplo, el estrés hídrico, lo que da como resultado una mayor resistencia de las plantas al ataque de insectos (Reynolds et al., 2009).

2.7 MARCO LEGAL

La presente investigación se encuentra sumida en las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano. Así por ejemplo en el Art. 14 de la Constitución de la república del Ecuador se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Además, en el inciso 2 del Art. 400 menciona que se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Lo mencionado en el artículo 21 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria del 3 de julio del 2017, el control fitosanitario es responsabilidad de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la comunidad Cajas Jurídica (Figura 6). Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Tupigachi (GAD Tupigachi, 2011), la comunidad de Cajas tiene la siguiente ubicación geográfica:

Provincia: Pichincha.

Cantón: Pedro Moncayo.

Parroquia: Tupigachi.

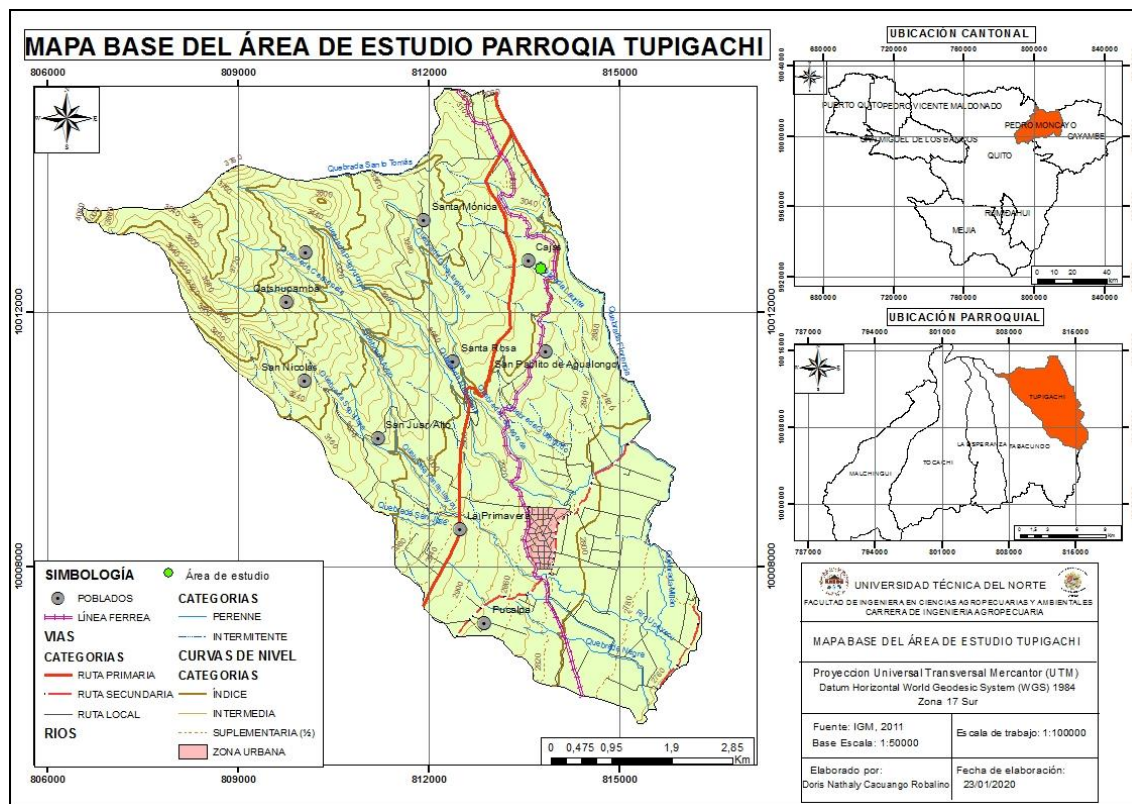
Altitud: 3 800 m.s.n.m

Latitud: 0° 4' 60" N

Longitud: 78° 10' 60" W

Figura 6

Localización geográfica del área de estudio para la evaluación de silicio en el cultivo de fresa.



3.1.1 Características edafoclimáticas

Según GAD Provincia de Pichincha (2015), las características edafoclimáticas de la Parroquia de Tupigachi son las siguientes:

Temperatura mínima: <5°C

Temperatura máxima: 20°C

Temperatura promedio anual: 14,77°C

Humedad relativa: 70%.

Precipitación: 496 mm/año

Relieve: volcánico montañoso y volcánico colinado medio.

Suelo: poco profundos; de textura franca, franco arcilloso, franco arenoso y drenaje bueno.

3.2 MATERIALES

Para la investigación se utilizó los siguientes equipos, insumos y herramientas que se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3

Descripción de equipos, insumos y herramientas utilizados en la fase experimental del estudio.

Equipos	Insumos	Herramientas
Computador	Cultivo de fresa	Azadón
Impresora	Silicio (SiO ₂ 98%)	Libreta de campo
Cámara fotográfica		Rótulos
Calibrador		Piola
Balanza		Estacas
Bomba de mochila		Trampas
Lupa		Tinta Spray

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Factor en estudio

La investigación comprende de un factor (dosis) con tres niveles. La aplicación de silicio se realizó vía foliar con intervalo de 15 días, las dosis utilizadas se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4

Descripción de dosis de silicio en estudio.

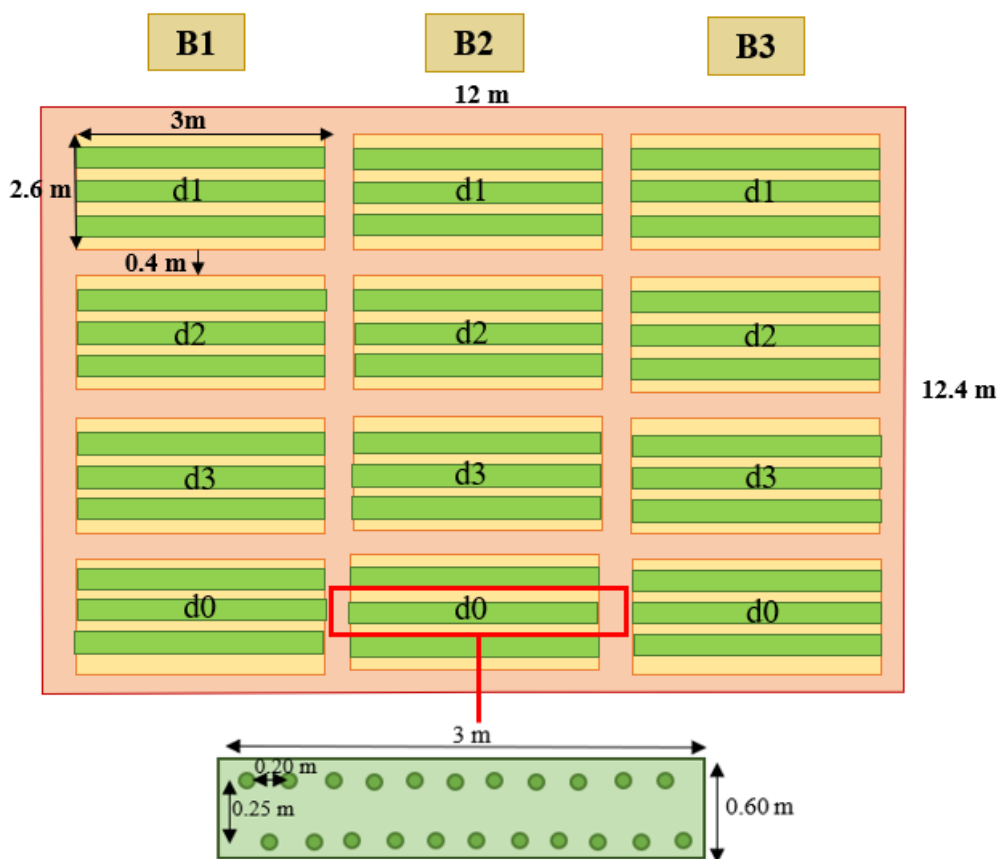
Niveles	Descripción	Código del tratamiento
N0	0 g (SiO ₂) L ⁻¹	d0
N1	2.5 g (SiO ₂) L ⁻¹	d1
N2	5 g (SiO ₂) L ⁻¹	d2
N3	10 g (SiO ₂) L ⁻¹	d3

3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en franjas (Figura 7) con tres repeticiones y 12 unidades experimentales.

Figura 7

Disposición del ensayo y unidad experimental en el sitio experimental para la evaluación del silicio en el cultivo de fresa.



3.3.3 Características del experimento

- Bloques: 3
- Niveles: 3
- Unidades experimentales: 12
- Largo del área: 12.4 m
- Ancho del área: 12 m
- Área total del ensayo: 148.8 m²
- Número de plantas totales: 1134

3.3.4 Características de la unidad experimental

En la Tabla 5 se detalla la descripción de la unidad experimental.

Tabla 5

Características de la unidad experimental utilizadas en el ensayo del cultivo de fresa.

Datos	Medidas
Distancia entre camas- camino	0.40 m
Largo de la cama	3 m
Ancho de la cama	0.60 m
Alto de la cama	0.30 m
Distancia entre hilera	0.25 m
Distancia entre planta	0.20 m
Área total de la unidad experimental	7.8 m ² (2.60 m x 3 m)
Número de plantas por unidad experimental	81
Número de plantas parcela neta	27
Camas por unidad experimental	3

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat, versión 2020, para determinar las medidas de resumen media, coeficiente de variación, error estándar, gráficos y análisis de varianza para las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza con pruebas de medias LSD Fisher con un nivel de confianza 5%. Mientras que las variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza (dinámica poblacional de araña roja y trips) se utilizó la prueba Friedman's test. En la Tabla 6 se detalla el análisis de varianza del Diseño de Bloques Completos al Azar (ADEVA).

Tabla 6*Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar.*

Fuentes de Variación		Grados de libertad
Total	$(n \times b) - 1$	11
Niveles	$(n - 1)$	3
Bloques	$(b - 1)$	2
E. Experimental	$(n - 1)(b - 1)$	6

3.3.6 Variables a evaluar

Las variables analizadas se evaluaron en un cultivo de fresa variedad Albión ya establecido hace un año.

3.3.6.1 Variables agronómicas y productivas

- Número de flores

Para la medición de esta variable se utilizó la técnica propuesta por Pérez (2018). Después de la aplicación de las dosis de silicio en cada tratamiento, se contabilizó el número de inflorescencias en todas las plantas de la parcela neta cada quince días.

- Número de fruto

En esta variable se registró el número de frutos de todas las plantas de la parcela neta. La cosecha se realizó cuando el fruto presentaba una pigmentación de escala 3 a 6, valores que indican un índice de madurez de cosecha adecuado (Caudillo, 2016). La cosecha se realizó dos veces por semana, los lunes y viernes.

- Grosor del fruto

Para esta variable se tomó una muestra de 20 frutos del total de la parcela neta y se midió el diámetro con ayuda de un vernier para luego clasificar los frutos de acuerdo con la escala propuesta por Barquero (2007). Escala 1= extra grande (mayor a 40 mm); escala 2= grande, 35-40 mm; escala 3= mediana, 30-35 mm; y escala 4 = pequeña, 25-30.

- Rendimiento

La medición del rendimiento fue mediante el método propuesto por Pérez (2018), el cual indica que el rendimiento se obtuvo mediante el peso total de los frutos cosechados de las 27 plantas de la parcela neta. El valor promedio fue obtenido con la sumatoria de las dos cosechas con sus repeticiones. Para esta variable, se utilizó una balanza (Electronic compact scale) y los valores se expresaron en kilogramos por parcela neta.

3.3.6.2 Variables fito patogénicas

- Dinámica poblacional de araña roja

La población de araña roja se realizó mediante el método de monitoreo directo, antes de cada aplicación foliar de diatomitas (SiO₂), en cinco puntos de la parcela neta de cada unidad experimental, en un total de quince plantas. Se seleccionó seis hojas al azar y con ayuda de una lupa se observó minuciosamente y contabilizó los estadios de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, con una frecuencia quincenal y se registró en el cuaderno de campo (Chávez et al., 2017).

- Severidad de ácaros

La severidad se evaluó en cinco puntos de la parcela neta, tres plantas por punto, de las cuales se seleccionó seis hojas por planta y se cuantificó las hojas afectadas por araña roja, con una frecuencia quincenal. Se utilizó la siguiente ecuación (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA] ,2015).

$$\% s = \frac{\text{Nro. de hojas afectadas}}{\text{Nro. de hojas muestreadas}} \times 100$$

- Incidencia de ácaros

En esta variable se evaluó 15 plantas de la parcela neta cada 15 días, donde se observó y cuantificó las plantas afectadas por araña roja. Se utilizó la siguiente ecuación (SENASA, 2015).

$$\% I = \frac{\text{Nro. de plantas afectadas}}{\text{Nro. total de plantas monitoreadas}} \times 100$$

- Frutos afectados por de botrytis

Esta variable se tomó en 15 plantas de la parcela neta, se monitoreo 3 frutos de cada planta y se observó la presencia de manchas de color marrón y zonas acuosas en el fruto y se registró en el cuaderno de campo con una frecuencia quincenal.

- Población de trips

Para esta variable se realizó monitoreo indirecto, se colocó trampas de color amarillo en cada parcela neta de la unidad experimental. Se registró el número total de trips presentes en las trampas sin tomar en cuenta su ciclo biológico y las trampas se cambiaron cada quince días.

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Establecimiento del experimento

La investigación se realizó en la parroquia de Tupigachi en la Comunidad Cajas Jurídica en un cultivo de fresa variedad Albión ya establecido en producción abierta, el cultivo de fresa es propiedad de la Sra. Norma Bautista.

3.4.2 Delimitación de parcelas.

La delimitación se realizó con ayuda de un flexómetro y tinta spray para señalar todas las unidades experimentales, cada una de estas constó de tres camas de cultivo de fresa de 3 m de largo por 2.60 m de ancho y cada cama de 27 plantas de fresa, además se colocó los rótulos en cada unidad experimental con su respectiva codificación.

3.4.3 Aplicación de silicio

La aplicación de diatomitas como fuente de silicio (SiO_2) fue durante 120 días, la primera aplicación se realizó el diez de agosto del 2021 y la última aplicación fue el dos de noviembre del 2021 con una frecuencia de 15 días, para lo cual se pesó las cantidades exactas de acuerdo a cada dosis, se mezcló con agua y con la bomba de mochila de 20 l y se aplicó vía foliar en horas de la mañana en el cultivo de fresa.

3.4.4 Monitoreo

El monitoreo de dinámica poblacional de araña roja fue directo y para trips fue indirecto, la incidencia y severidad se realizó cada quince días después de la aplicación foliar de diatomitas, el monitoreo se realizó en cinco puntos por parcela neta, tres plantas por punto un total de 15 plantas, hojas, flores y frutos respectivamente.

3.4.5 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana (lunes y viernes) en horas de la mañana, se cosecho los frutos con una coloración en grado 3 a 6 como se observa en la (Figura 8), se utilizó fundas plásticas donde se colocó los frutos de cada parcela neta.

Figura 8

Grados de maduración de la fresa a través de cambios de coloración



Fuente: Caudillo (2016)

3.4.6 Toma de datos productivos

Posterior a la cosecha se tomó los datos productivos como: a) número de frutos, se registró de cada planta de la parcela neta durante la cosecha en el cuaderno de campo; b) rendimiento, se pesó el total de los frutos cosechados de la parcela neta en kg/ha; c) grosor del fruto, se escogió 20 frutos al azar de los frutos cosechados de la parcela neta y con ayuda del pie de rey se midió el d) diámetro del fruto y se registró en el cuaderno de campo de acuerdo a la categoría.

CAPÍTULO IV

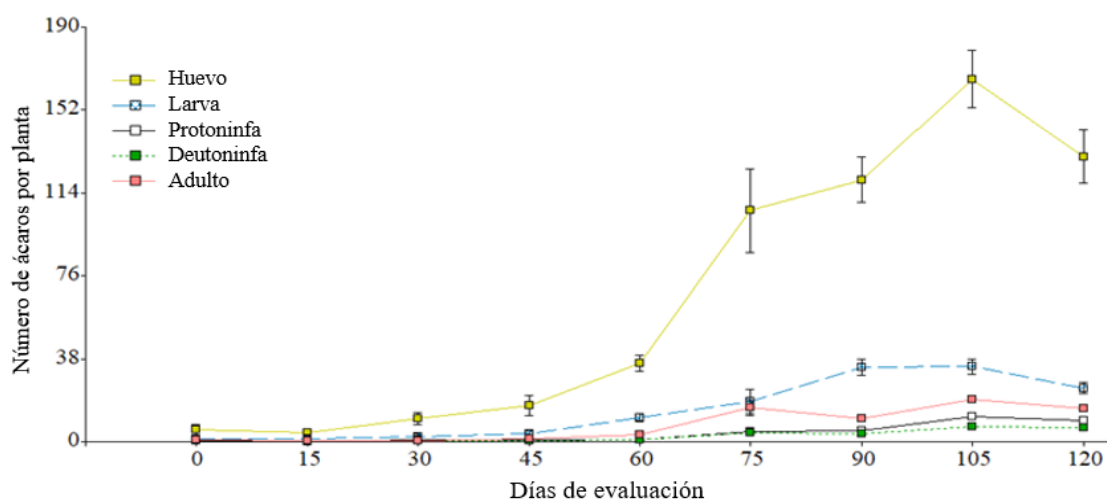
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE ÁCAROS

Los resultados del análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba Friedman's test para la variable dinámica poblacional de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch), indica que existe interacción entre las dosis de silicio aplicadas y los estadios del ácaro ($p < 0.0001$). La variable de dinámica poblacional de araña roja bajo la aplicación de 0 g L^{-1} de silicio muestra un incremento de ácaros según los días de evaluación (Figura 9). En particular, el estadio de huevo aumenta un 97% hasta alcanzar 166 individuos/planta. Los estadios de larva y adulto presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.001$), en el estadio larva se tiene un incremento del 19% que varían de 1.3 a 34.4 individuos/planta y el estadio adulto alcanzó el 12% con 15.4 individuos/planta durante los 120 días de evaluación. Mientras que los estadios protoninfa y deutoninfa alcanzaron 11.4 individuos/planta hasta el día 120 y no mostraron diferencias significativas.

Figura 9

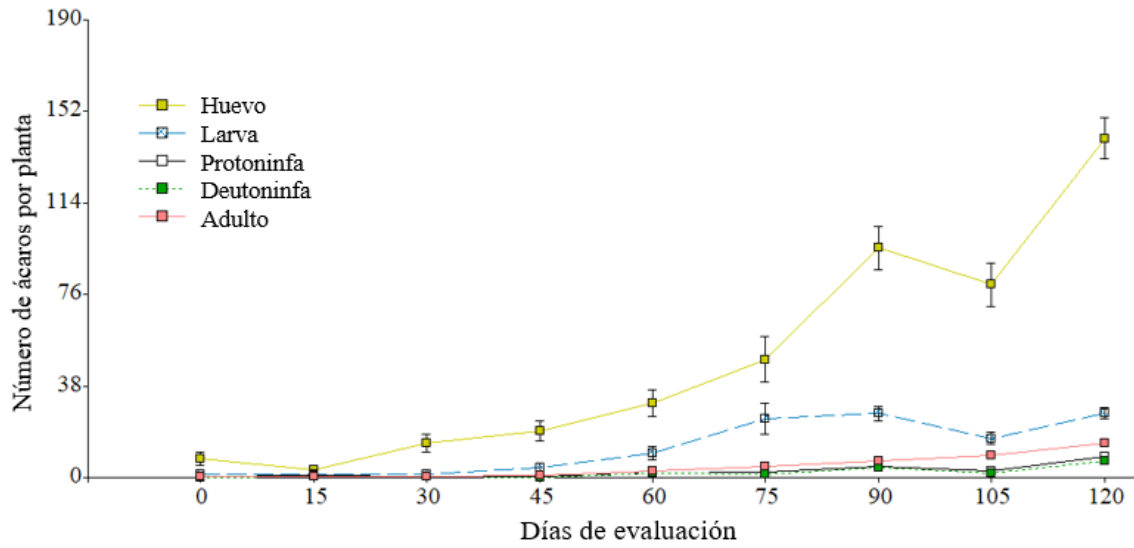
Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 0 g L^{-1} de silicio en el cultivo de fresa.



La dinámica poblacional de araña roja con la aplicación de 2.5 g L^{-1} presentó un incremento de araña roja durante los 120 días de evaluación (Figura 10), particularmente, el estadio de huevo, muestra un incremento del 84% más con respecto a los demás estadios (7.6 hasta 140.8 individuos/planta), también se observa que en el periodo de 90 a 120 existe una variación de individuos. Mientras tanto el estadio de larva muestra diferencias significativas ($p < 0.001$) con esta dosis y presentó un leve incremento del 19% con 1.5 a 26.8 individuos/planta. Finalmente, los estadios protoninfa, deutoninfa y adulto mostraron 14.3 individuos/planta hasta los 120 días de evaluación sin mostrar diferencias significativas.

Figura 10

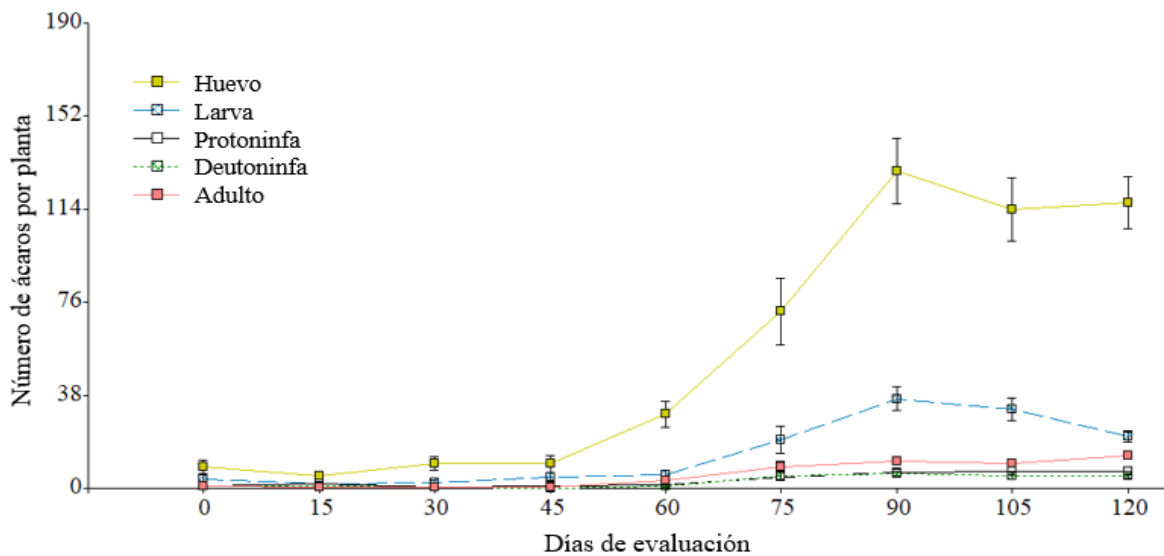
Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 2.5 g L⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa.



Con la dosis 5 g L⁻¹ la variable dinámica poblacional de araña roja indica un progresivo aumento de ácaros según los días de evaluación (Figura 11). En particular el estadio de huevo mostró un incremento del 78% con 8.8 hasta 129.6 individuos/planta, además presentó diferencia significativa. En cuanto al estadio de larva igualmente mostró diferencia significativa con esta dosis y en el periodo de 15 a 90 días tuvo un aumento del 28.2% con 1.8 hasta 36.6 individuos/planta. Por otro lado, los estadios protoninfa, deutoninfa y adulto alcanzaron un incremento del 5%, 4% y 10% respectivamente con 13.3 individuos/planta durante los 120 días de evaluación y no mostraron diferencias significativas.

Figura 11

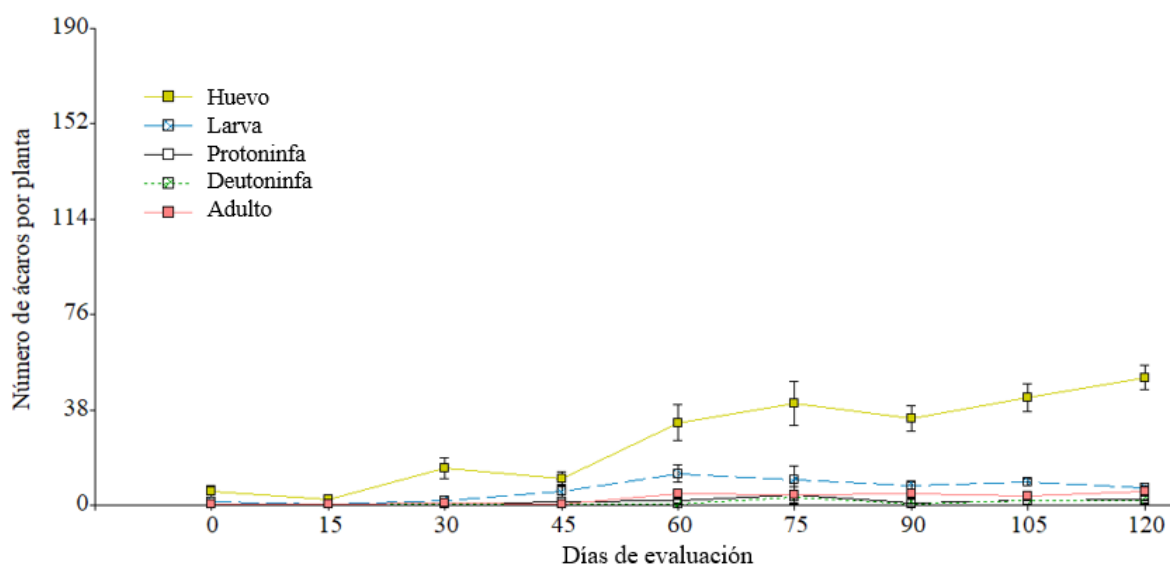
Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 5 g L⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa.



Finalmente, la dinámica poblacional de araña roja con la aplicación de la dosis 10 g L^{-1} indica una disminución de ácaros según los días de evaluación (Figura 12). El estadio de huevo presentó una reducción del 70% con 2.4 hasta 50.9 individuos/planta y mostró diferencias significativas. El estadio de larva con esta dosis logró reducir el 37% con 0.6 hasta 12.6 individuos/planta. Y los estadios protoninfa, deutoninfa y adulto alcanzaron 5.6 individuos/planta durante el transcurso de 120 días de evaluación, esto se debe a la acumulación y polimerización de Si en las paredes celulares, lo cual constituye una barrera mecánica contra el ataque de araña roja.

Figura 12

Dinámica poblacional de los diferentes estadios de araña roja, en la dosis de 10 g L^{-1} de silicio en el cultivo de fresa.



Con respecto a otros estudios que no fueron precisamente en los factores de estudio de la presente investigación, pero utilizaron el silicio como control de plagas puedo mencionar lo siguiente. Mendez y Castellanos (2019) al evaluar diferentes dosis de diatomitas (10 , 20 y 40 g L^{-1}) como fuente de silicio para el control de babosas (*Arion distinctus*) en fresa, con aplicaciones foliares obtuvieron poblaciones menores alcanzando una mortalidad de 79.2, 86.5 y 95.2%, respectivamente. Mientras que esta investigación con la dosis de 10 g L^{-1} obtuvo una reducción del 70% para el estadio huevo y la población de araña roja en un 43%, por tanto los autores con aplicación de dosis de 10 g L^{-1} supera con el 9.2% al actual estudio.

Dos Santos et al. (2012) en su estudio aplicaron dosis de 5 y 10 g L^{-1} de silicio en el cultivo de tomate riñon para el control de polilla (*Tuta absoluta*) y redujeron el número de huevos en un 52% y 56% respectivamente, también lograron disminuir la supervivencia de orugas y pupas. Por tanto este estudio realizado en el cultivo de fresa destaca con 14% en la reducción de huevos. Hay que mencionar, además que el efecto de la protección mecánica del silicio en las plantas contra los insectos plaga se atribuye al depósito en forma de sílice amorfa en la parte externa de la pared celular (Costa et al.,

2007; Dalastra et al., 2011). Es decir la silicificación (acumulación de silicio) de la epidermis impide la penetración y la masticación por insectos debido al endurecimiento de la pared de células vegetales (Ghanmi et al. 2004; Currie y Perry, 2007; Gomes et al., 2008).

Por otro lado Basagli et al. (2003) al evaluar silicato de sodio a una dosis de 50 g/maceta sobre la resisitencia de pulgón verde en el cultivo de trigo, obtuvo el 85% de control en ninfas, mientras que con el testigo produjeron un 80% mas de ninfas. De modo que el estudio de los autores destaca con el 15% más que el actual estudio, ahora bien, se podría aducir este resultado con la aplicación de mayor dosis en el cultivo de trigo.

Asimismo, Sadeghi et al. (2016) en su estudio evaluó cuatro dosis de silicio (0, 1, 1.5 y 2 mg L⁻¹) para el control de araña roja en el cultivo de fréjol, los resultados evidenciaron que el silicio a 2 mg L⁻¹ redujo la población de araña roja en un 27 % además, afectó la etapa de desarrollo y la longevidad de las hembras fue más corta, así como el período de oviposición, debido a que el Si efecto sobre la tabla de vida y los parámetros reproductivos de araña roja.

4.2 PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Los resultados del análisis de varianza de la variable porcentaje de incidencia de ácaros muestra que no existe interacción entre los días de evaluación y las dosis aplicadas en cada tratamiento (p= 0.6849), mientras que de forma independiente existe diferencias significativas para los días de evaluación (p= <0.0001) y las dosis de silicio aplicadas (p= 0.0018) como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Análisis de varianza de la variable porcentaje de incidencia de araña roja en el cultivo de fresa.

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados delibertad Error	Valor F	Valor P
Días	8	70	62.16	<0.0001
Dosis	3	70	5.55	0.0018
Días: dosis	24	70	0.83	0.6849

El porcentaje de incidencia de araña roja durante la aplicación foliar de las dosis de silicio (Figura 13). Indican que con las dosis de 0 g L⁻¹ y 10 g L⁻¹ mostraron diferencias significativas, ahora vemos que el mayor porcentaje fue para el testigo 0 g L⁻¹ con 75%, es así que, de 15 plantas muestreadas 11.2 plantas resultaron afectadas con ácaros. Mientras que el menor porcentaje presento la dosis de 10 g L⁻¹ con 62.2%, lo que indica que afecto 9.3 plantas teniendo una diferencia de 12.8% con relación al testigo. Por otro lado las dosis de 2.5 g L⁻¹ y 5 g L⁻¹ no presentaron diferencias significativas.

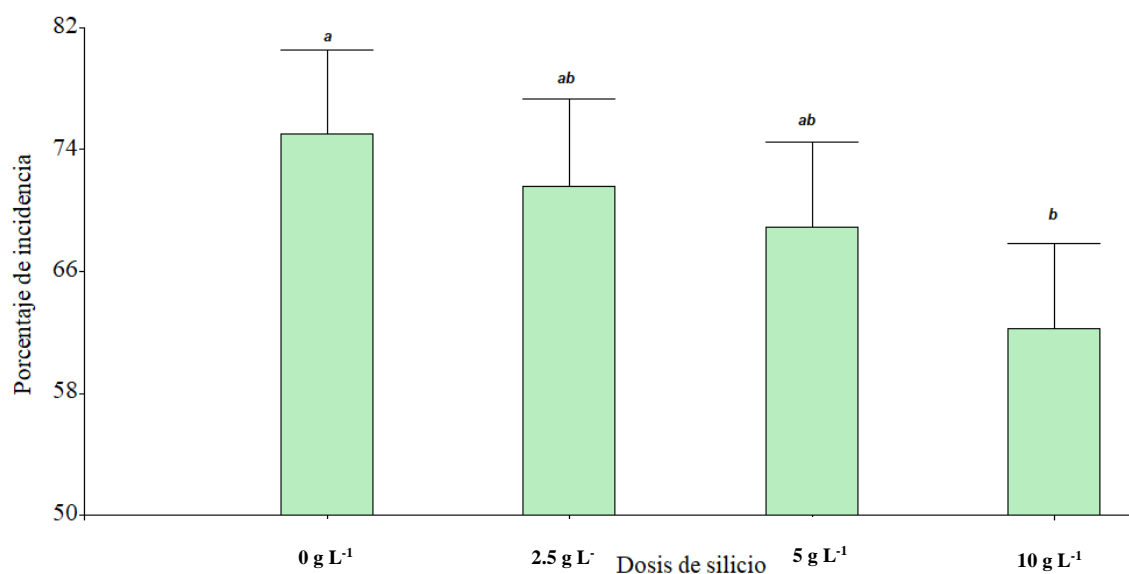
Según Delgado et al. (2005) al aplicar metasilicato de sodio a una dosis de 4 g L⁻¹ para disminuir la incidencia de mildiu en el cultivo de lechuga, obtuvo una reducción del 10% de incidencia del hongo. El presente estudio se logró disminuir el 12.8% de incidencia de araña roja por tanto se tiene una diferencia del 2.8% con los autores. Además, Gunes et al. (2008), manifiesta que el silicio depositado en la pared celular de la epidermis foliar forma una doble capa de sílice-cutícula y sílice-celulosa que mejora el fortalecimiento y rigidez de la pared celular, aumentando la resistencia al ataque de plagas dañando su aparato bucal por ingestión.

Por otro lado, Calderón (2022) en su estudio consiguió disminuir la incidencia de (*Bactericela cockerelli*) un 37% en el cultivo de pimiento con aplicaciones foliares de silicio a una dosis de 10 g L⁻¹, de modo que logro sobrepasar con 24.2% el estudio actual.

También Ariza (2019) en su investigación al aplicar silicato de calcio a una dosis de 402 g/planta en el cultivo de cacao, controló el 83% de infestación de moniliasis, en relación con la presente investigación excede con el 70% de control.

Figura 13

Porcentaje de incidencia de araña roja en las diferentes dosis de silicio.



4.3 PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Los resultados del análisis de varianza del porcentaje de severidad de araña roja en el cultivo de fresa muestran que existe interacción entre el factor días de evaluación y las dosis de silicio aplicadas en cada tratamiento ($p = <0.0001$), como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

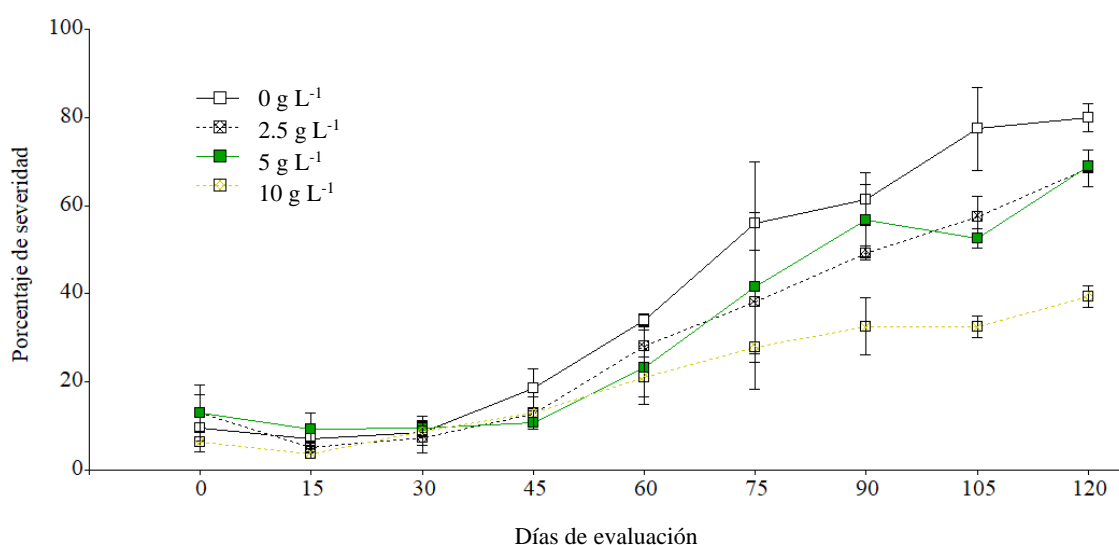
Análisis de varianza de la variable porcentaje de severidad de araña roja en el cultivo de fresa.

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Días	8	70	156.83	<0.0001
Dosis	3	70	11.42	<0.0001
Días: dosis	24	70	4.51	<0.0001

En la Figura 14 se aprecia el porcentaje de severidad de araña roja, e indica que con las dosis de 0 g L⁻¹ y 10 g L⁻¹ existen diferencias significativas. En cuanto a las dosis de 2.5 g L⁻¹ y 5 g L⁻¹ no presentan diferencias significativas, por tanto desde el día 0 hasta el día 30 no superan el 20% de severidad con las dosis aplicadas, a partir del día 30 hasta el día 120 la severidad incrementa con las dosis de 2.5 g L⁻¹, 5 g L⁻¹ y el testigo alcanzando una severidad de 68.5, 68.8, y 80%, respectivamente. Mientras que con la dosis de 10 g L⁻¹ la severidad fue mínima con 39.2%.

Figura 14

Porcentaje de severidad de araña roja en la aplicación de diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.



El menor porcentaje de severidad de *Tetranychus urticae* Koch fue con la aplicación foliar de silicio fue con 10 g L⁻¹ confirmando así la capacidad del silicio de acumularse en la cutícula de los tejidos y establecer una barrera mecánica frente al ataque del insecto plaga, esto lo corrobora Calderón (2022) donde obtuvo el menor porcentaje 13% de severidad de *Bactericera cockerelli* Sulc bajo la aplicación foliar de silicio con la dosis 10 g L⁻¹ en el cultivo de pimiento, es así que superó la presente investigación con el 26.2% de severidad con relación al estudio del autor.

Mientras que Chango (2021) en su investigación obtuvo una severidad de 18.7% en *Phytophthora infestan* en el cultivo de papa. Por tanto, el presente estudio destaca con 20.5% de severidad. Por otro lado, en la investigación realizada por Sun et al., (2010) evaluó la aplicación de silicio en plantas de arroz donde brindan protección parcial con un porcentaje severidad de 33% de *Pyricularia grisea*, donde se tiene una diferencia de 6.2% con dicho estudio.

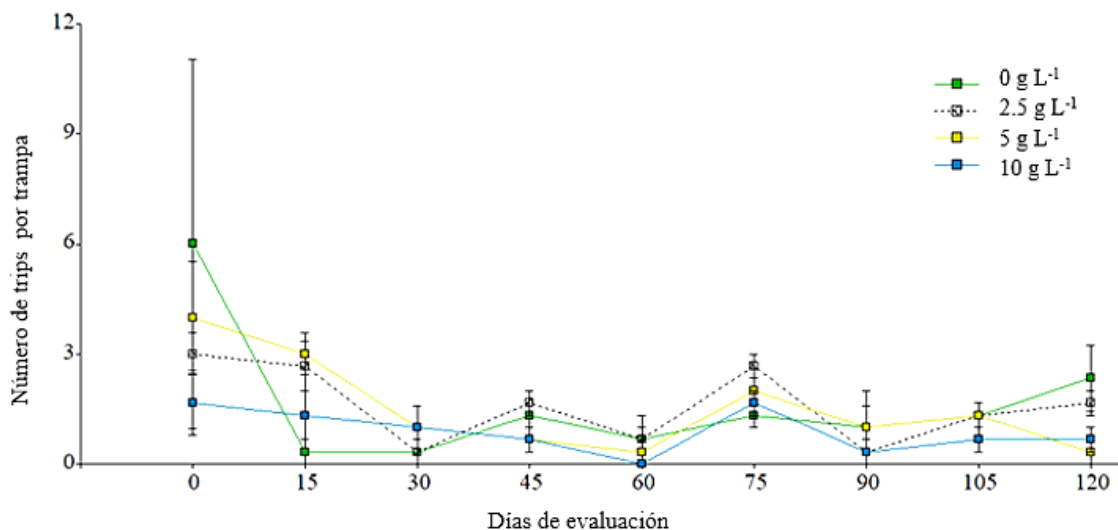
4.4 POBLACIÓN DE TRIPS

Los resultados del análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba Friedman's test para la variable población de trips (*Frankliniella occidentalis*), indica que existe interacción entre las dosis de silicio aplicadas y la población de trips ($p < 0.0006$).

En la Figura 15 se muestra que a partir del día 0 al día 120 las dosis de 2.5 g L⁻¹ y 5 g L⁻¹ presentan una población de trips similar alcanzando 4 trips/trampa. Por otro lado, con la dosis de 10 g L⁻¹ desde el día 0 al día 60 tiene una disminución evidente con 1.6 a 0 trips/trampa, por consiguiente, a partir del día 60 al día 75 tiene un aumento de 1.6 trips/trampa, para finalmente del día 90 al día 120 tiene un decremento de 0.6 trips/trampa. De modo que la dosis de 10 g L⁻¹ redujo el 72% la población de trips en el cultivo de fresa. Mientras que la población de trips con el testigo 0 g L⁻¹ desde el día 0 inicia con 6 trips/trampa para el día 15 tiene un decremento de 0.3 trips/trampa y a partir del día 30 al día 120 tiene un incremento de 2.3 trips/trampa.

Figura 15

Dinámica poblacional de trips, en las diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.



Día de Almeida et al. (2009) al aplicar silicato de calcio a 15 g L⁻¹ para controlar trips (*Frankliniella schultzei*) en el cultivo de tomate, obtuvo una mortalidad del 50% de trips. De tal manera que el presente estudio controló el 22% más que el estudio mencionado. Cabe mencionar que el aumento de la dureza del tejido puede desgastar las mandíbulas del trips, porque su aparato es del tipo de rascada succión y estos solo

pueden alimentar después de rasgar el tejido superficie, y por tanto el daño causado por este insecto es reducido.

Además, Día de Almeida et al. (2008) al evaluar silicato de calcio a una dosis de 1.5 g L⁻¹, para el control *Thrips Palmi*, en el cultivo de berenjena obtuvo una mortalidad de 55%. En comparación con este estudio se tiene una diferencia de 17%, esto indica que a mayor dosis de silicio mejor será el control de dicha plaga.

Asimismo, Dalastra et al. (2010) en su estudio evaluaron el silicio como inductor de resistencia para el control de trips en el cultivo de maní, bajo aplicación foliar a una dosis de 150 g/ha y obtuvieron una reducción del 51% de trips, teniendo una diferencia del 21% al estudio realizado. Precisamente Heine et al. (2007) menciona se debe al aumento en la dureza de los tejidos celulares de las plantas. Además, las ninfas pueden no ser capaz de raspar las hojas para obtener suficientes nutrientes, debido al impedimento físico directo causado por la acumulación de silicio en las paredes celulares de las plantas.

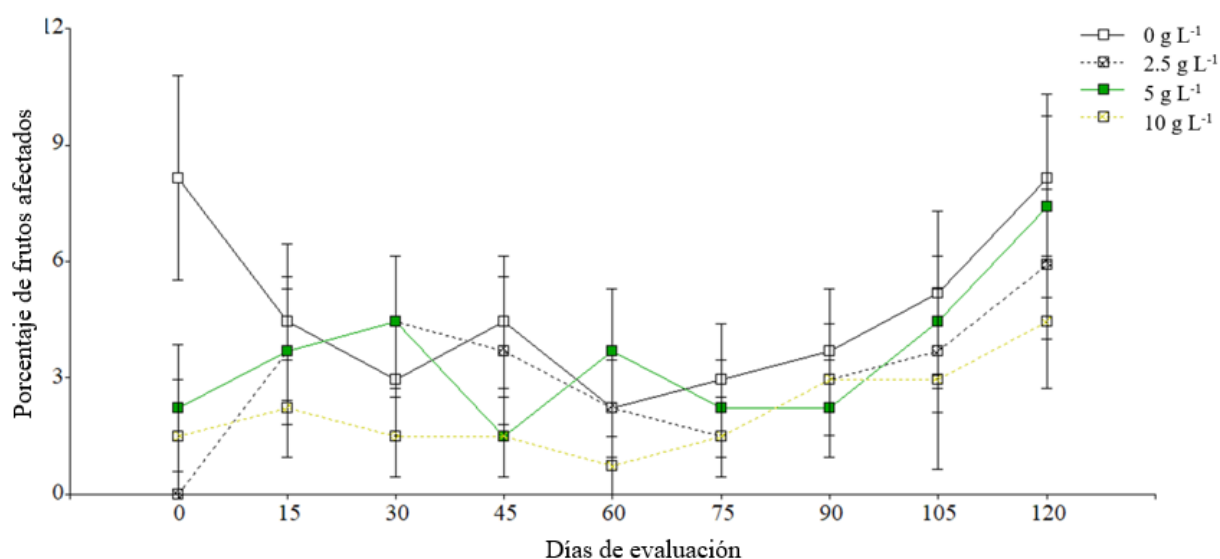
4.5 FRUTOS AFECTADOS POR BOTRYTIS

Los resultados del análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba Friedman's test para la variable frutos afectados por botrytis (*Botrytis cinerea*), indica que existe interacción entre las dosis de silicio aplicadas y frutos con botrytis (p<0.0153).

En la Figura 16 se observa que los frutos de fresa presentan mayor daño por Botrytis cuando no se aplica silicio (dosis testigo), mientras que, con la dosis de 10 g L⁻¹ de silicio por planta alcanza daños de hasta el 54%, siendo esta la dosis que menor frutos afectados presentó durante los días de evaluación. Finalmente el testigo 0 g L⁻¹ presenta mayor número de frutos afectados alcanzando 8.1 frutos por tanto indica el 100% de frutos afectados por botrytis.

Figura 16

Frutos afectados por botrytis, en las diferentes dosis de silicio en el cultivo de fresa.



Elena et al. (2017) en su investigación evaluó el óxido de silicio en dosis de 1 y 5 g L⁻¹ para el control de *Botrytis cinérea* en fresa postcosecha, y obtuvo una severidad de 20.5% y 7.2% respectivamente. En relación con el presente estudio se tiene una diferencia de 33.5% y 46.8% de afectación entre las dosis aplicadas por los autores.

Así mismo Moreno et al. (2017) al evaluar la aplicación de silicio (SiO₂) con dosis de 2.5 y 5 g L⁻¹ para el control de *Botrytis cinerea* en fresa y obtuvo una efectividad biológica del 60 % y 72.4% para el control de botrytis, razón por la cual el porcentaje alcanzado en este estudio 54% se encuentra próximo a los valores de dicha investigación con una diferencia de 6%. De acuerdo con Poovaiah et al. (1988), menciona que el efecto del silicio en la resistencia de las plantas a las plagas y enfermedades se atribuye tanto a la acumulación de silicio en el tejido epidérmico, como a la expresión de patogénesis inducida como respuesta de defensa ante el huésped.

4.6 NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Los resultados del análisis de varianza de la variable número de flores muestran que existe interacción (p<0.05) entre el factor días de evaluación y las dosis aplicadas en cada tratamiento (Tabla 9).

Tabla 9

Análisis de varianza de la variable número de flores por planta.

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Día	8	2878	44.98	<0.0001
Dosis	3	2878	13.48	<0.0001
Día: Dosis	24	2878	10.85	<0.0001

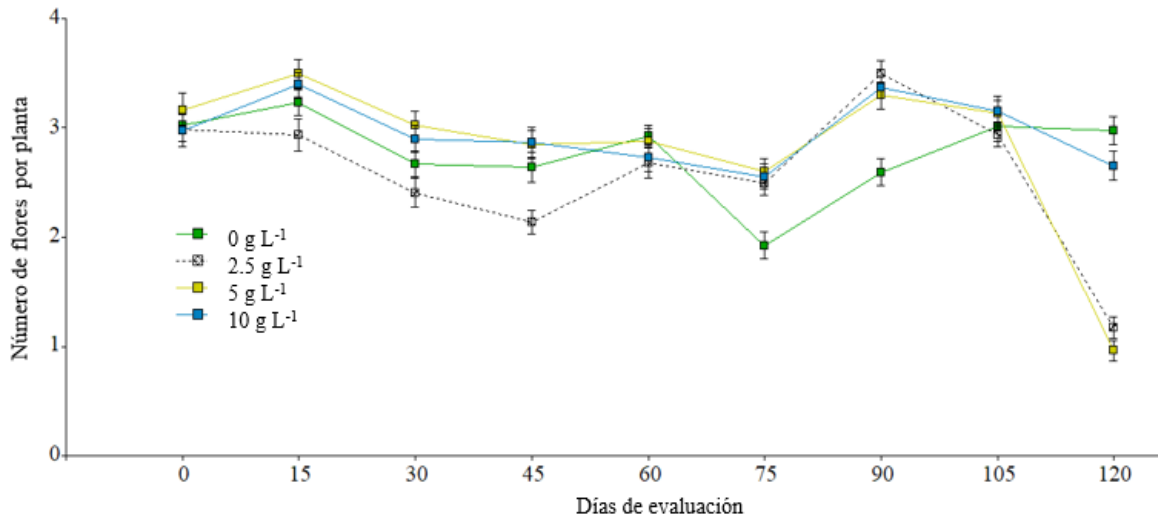
En la Figura 17 se muestra los resultados de la variable número de flores por tratamiento. Durante los días de evaluación se observó que bajo la aplicación de las dosis 10 g L⁻¹ y 5 g L⁻¹ de silicio, las plantas de fresa alcanzaron valores entre 2.5 hasta 3.4 flores/planta. Sin embargo, en los días 105 hasta 120, el número de flores disminuyó en un 15 y 70 % de flores, respectivamente. Mientras que, con la dosis 2.5 g L⁻¹, la fresa presentó valores promedios de 2.5 flores y presentó diferencias significativas con el tratamiento testigo 0 g L⁻¹.

Por otro lado, la producción de flores fue mayor en el día 15 con la dosis de 10 g L⁻¹ y 5 g L⁻¹ y en el día 90 con las dosis 10 g L⁻¹, 5 g L⁻¹ y 2.5 g L⁻¹. Sin embargo, en los días 45 y 75 se observó una disminución de flores con la dosis a 2.5 g L⁻¹ de silicio y la dosis testigo, respectivamente. Este comportamiento de variación de datos se podría explicar por los cambios de temperatura ambiental. Ledesma et al. (2008) manifiesta que la formación de brotes florales se reduce si la temperatura se torna demasiado cálida, así mismo, el estrés por altas temperaturas afecta negativamente el proceso reproductivo de

fresa. También, Dara (2013) menciona que las bajas temperaturas ambientales pueden dañar completamente las flores o los frutos en desarrollo originando frutos deformes. Por su lado Darnell et al. (2002) indica que el frío mejora el crecimiento vegetativo, pero reduce la inducción floral en el cultivo de fresa.

Figura 17

Número de flores por planta en el cultivo de fresa con respecto a los días de evaluación.



Peñalosa (2021) en su estudio aplicó dos fuentes de silicio (SiO_2) al 92% a una dosis de 40 g L^{-1} con una frecuencia de 15 días en el cultivo de tomate riñón y obtuvo valores de 4.7 y 4.9 flores/planta, que representó un 35% más en comparación al tomate sin aplicación de silicio (3.1 flores/planta). Por otro lado, Sánchez (2021) aplicó 13 g de silicio por planta en el momento de la siembra al cultivo de naranjilla y obtuvo 8 flores/planta, mientras que, sin aplicación de silicio obtuvo 5 flores/planta. Los resultados finales demostraron un 37% más de producción de flores. Los valores obtenidos en esta tesis evidenciaron similar comportamiento con la aplicación de 10 g L^{-1} de silicio en el cultivo fresa, con una frecuencia de 15 días. Los resultados obtenidos evidenciaron un incremento del 37% más de flores con respecto al tratamiento testigo (0 g L^{-1}).

4.7 NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

El número de frutos por planta del cultivo de fresa durante los días de evaluación no presentó diferencias significativas entre las dosis aplicadas ($p=0.2141$). Sin embargo, con la dosis 5 g L^{-1} de silicio, las plantas de fresa alcanzaron valores de 18.56 frutos por planta.

Hernández et al. (2022) en su investigación al aplicar 2.2 g L^{-1} de silicio en el cultivo de fresa obtuvieron 12.6 frutos/planta, mientras que, sin aplicación de silicio alcanzó 12.5 frutos/planta. Estos valores no presentaron diferencias significativas. Los resultados

obtenidos en este trabajo de investigación evidenciaron que al aplicar dosis de 2.5 g L⁻¹ de silicio, las plantas de fresa alcanzaron un promedio de 17.5 frutos/planta. De tal manera, la diferencia de valores en este trabajo con respecto al estudio antes mencionado es de 5 frutos/planta y se debe a que se utilizaron diferentes variedades de fresa y en condiciones ambientales distintas.

Del mismo modo, Kowal et al. (2020) evaluaron el efecto de silicio en plantas de fresa. Los autores utilizaron la dosis de 4 g L⁻¹ de silicio y reportaron valores de 38.9 frutos/planta. En este trabajo, al aplicar una dosis de 5 g L⁻¹ de silicio, la fresa presentó 18.5 frutos/planta, sin embargo, los autores presentan un incremento de 52% con una diferencia de 20 frutos/planta.

Además, Quiroga (2016) al evaluar el silicio a una dosis de 1.5 g L⁻¹ con aplicación foliar en el cultivo de pepino obtuvo 44 frutos/planta mientras que con el testigo presento 34.5 frutos/planta, por tanto, tiene una diferencia de 9.5 frutos/planta, definitivamente el estudio del autor tiene un aumento del 56 % en el número de frutos por planta mientras que este trabajo alcanzó 5% de incremento con relación al testigo. De modo que, Ouellette et al. (2017) menciona que el silicio no se transloca en frutos de fresa, por lo tanto, no hay efecto en la calidad de la fruta.

4.8 GROSOR DEL FRUTO

Para el grosor del fruto se midió el diámetro y se clasificó en las siguientes categorías: especial, mayor a 40 mm; grande, 35-40 mm; mediana, 30-35 mm; y pequeña, 25-30 mm. Los resultados del análisis de varianza para la variable grosor del fruto indican que no existe interacción entre el factor dosis y el grosor del fruto (p= 0.6184). Sin embargo, de forma independiente el grosor del fruto presentó diferencias significativas (p= <0.0001).

Tabla 10

Análisis de varianza de la variable grosor del fruto.

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Dosis	3	30	1.02	0.3966
Grosor	3	30	1411.88	<0.0001
Dosis: Grosor	9	90	0.80	0.6184

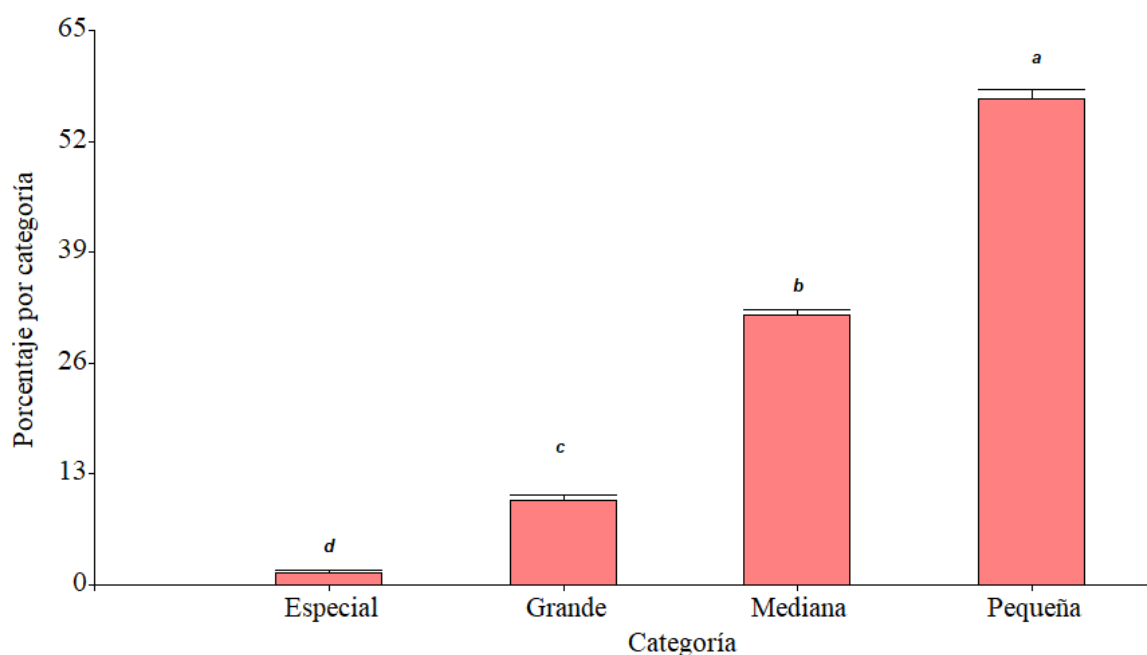
De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio (Figura 18), el 57% del total de frutos se clasifica en la categoría pequeña, el 32% en la categoría mediana y el 10% en la categoría grande. Es importante indicar que existe diferencias significativas entre categorías.

De acuerdo con Cruz (2018), al aplicar 4 g L⁻¹ de silicio, los frutos de fresa alcanzan valores promedios de 28 mm de grosor que corresponde a una categoría pequeña. Mientras que, la presente investigación a una dosis de 5 g L⁻¹ también presentó un grosor de frutos de 25-30 mm que corresponde a la categoría pequeña. Así mismo Kowal et al. (2020) al aplicar una dosis de 4 g L⁻¹ de silicio en el cultivo de fresa obtuvo fresas de un grosor de 30.9 mm, esto indica que ambos estudios anteriormente mencionados están dentro del rango de la categoría pequeña (25 a 30 mm).

Además, Ledesma et al. (2008) menciona que, al no realizar una fertilización correcta en el cultivo de fresa, el desarrollo del área en la fruta alrededor de los aquenios se inhibe, y es reflejado en la malformación del fruto y, por tanto, en el diámetro del fruto.

Figura 18

Porcentaje por categorías según el grosor del fruto.



4.9 RENDIMIENTO

Los resultados del análisis de varianza de la variable rendimiento T ha⁻¹ muestra que no existe diferencias estadísticas significativas entre las dosis aplicadas en cada tratamiento (p= 0.5650). Sin embargo, se observa diferencias numéricas en el tratamiento con la dosis 5 g L⁻¹ registró el mejor rendimiento con 46.7 T ha⁻¹, que representa un 4% y un 8% más de rendimiento con respecto a las dosis de 2.5 g L⁻¹ y 10 g L⁻¹.

Tabla 11

Valores de las pruebas de media de la variable rendimiento $T ha^{-1}$, con aplicación de diferentes dosis de silicio.

Dosis	Media $T ha^{-1} \pm$ error estándar
0 g L^{-1}	45.21 \pm 2.77
2.5 g L^{-1}	44.96 \pm 1.74
5 g L^{-1}	46.68 \pm 0.58
10 g L^{-1}	43.16 \pm 0.46

En su estudio Ouellette et al. (2017) al aplicar silicio a 1.7 mg L^{-1} en varios cultivares de fresa, la variedad Albión obtuvo un rendimiento de 18.5 $T ha^{-1}$. En tanto esta investigación con aplicación de 2.5 g L^{-1} de silicio supera con 26 $T ha^{-1}$ y con dosis de 5 g L^{-1} excede 28 $T ha^{-1}$ correspondiente a un incremento de 58% y 60% respectivamente. Así mismo, Cruz (2018) aplicó 4 mg L^{-1} de silicio en el cultivo de fresa y reportó un rendimiento de 19.9 $T ha^{-1}$, por lo tanto, el estudio actual presenta un incremento del 57% en el rendimiento de fresa.

Además, Calderón (2022) aplicó tres dosis (2.5 g L^{-1} , 5 g L^{-1} y 10 g L^{-1}) de silicio en el cultivo de pimiento y obtuvo rendimientos de 124 $T ha^{-1}$, 132 $T ha^{-1}$ y 141 $T ha^{-1}$ respectivamente y con respecto al testigo el incremento fue de 20, 26 y 34%. Mientras que este estudio con la dosis de 5 g L^{-1} alcanza el mayor rendimiento y tuvo un incremento del 4% en relación al testigo. Por otro lado, Romero (2018) en su investigación aplicó una dosis de 3.5 g L^{-1} de silicio en el cultivo de ajo y obtuvo 11.5 $T ha^{-1}$, por el contrario, sin aplicación de silicio obtuvo un rendimiento de 8 $T ha^{-1}$, por tanto, representa un incremento de 30% con respecto al testigo. En cambio, este trabajo en el cultivo de fresa con la dosis de 5 g L^{-1} presentó una diferencia de 1.4 $T ha^{-1}$ con respecto al testigo. Así mismo, Naranjo y Solórzano (2018) en su investigación utilizaron 13.5 g L^{-1} de silicio en el cultivo de arroz y lograron 5.2 $T ha^{-1}$ y con el testigo obtuvo 2.9 $T ha^{-1}$.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ La aplicación de silicio fue efectiva con la dosis de 10 g L⁻¹ para el control de araña roja en el cultivo de fresa, la dinámica poblacional se redujo 70% de huevos, el 37% de larvas, el 35% de protoninfas, el 46% de deutoninfas y el 29% de adultos, se puede señalar que a mayor concentración de silicio existe mejor control, debido a que el silicio da resistencia mecánica al ataque de insectos.
- ✓ El silicio influye en la reducción de incidencia 12.8% y severidad de 39.2% de araña roja en el cultivo de fresa con la dosis de 10 g L⁻¹.
- ✓ El silicio no tuvo efecto significativo en el rendimiento con las dosis aplicadas en el cultivo de fresa. Sin embargo, la mayor productividad fue obtenida con la dosis de 5 g L⁻¹ de silicio, la cual representó 3.5% más que el tratamiento testigo.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda dar continuidad a esta investigación con en otras dosis y en cultivos desde su etapa inicial o en ciclos productivos más extensos con el propósito de respaldar la eficiencia al aplicar el silicio en el control fitosanitario del cultivo.
- ✓ Motivar y fomentar a los pequeños y medianos productores de fresa a utilizar nuevas alternativas de control de plagas y enfermedades, las que pueden ayudar a mejorar la calidad y rendimiento de su producción. Sin que se vea afectado la salud de los consumidores y sea amigable con el medio ambiente.
- ✓ En investigaciones posteriores se recomienda tomar en cuenta la temperatura cerca de la planta en relación con la dinámica poblacional de araña roja.

REFERENCIAS

- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. MontecristiEcuador.
- Abad, C., Jiménez, L. y Capa, E. (2020). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma cantón Loja. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 31(1), 131-141. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962020000100131#ref13
- Alcantar, S., Mora, M., Medel, S., Colin, A., y Carranza, J. (2018). Incidencia de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y mecanismos de defensa en Gerbera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), 275-285. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n2/2007-0934-remexca-11-02-275.pdf>
- Álvarez, C. y Osorio, W. (2014). *Silicio agrónomicamente esencial*. Mejisulfatos S.A.S. <https://es.scribd.com/document/355190743/SILICIO-AGRONOMICAMENTE-ESENCIAL-WALTER-OSORIO-Y-pdf>
- Angulo-Carmona, R. (2009). *Fresa Fragaria ananassa*. Bayer CropScience S. A. <https://studylib.es/doc/4968414/fragaria-ananassa---crop-science-colombia>
- Argolo, P. (2012). *Gestión integrada de la araña roja Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): *optimización de su control biológico en clementinos*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Archivo digital. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf>
- Ariza, J. (2019). *Fuentes y niveles de silicio en el incremento del rendimiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) y reducción de la incidencia de moniliasis (Moniliophthora roreri Cif y Par)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Universidad Nacional Agraria de la Selva. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1599/JCAM_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ávila-Cubillos, E. P. (2015). *Manual de Fresa*. Cámara de Comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14312/Fresa.pdf?sequence=>
- Badii, M., Landeros, J., y Cerna, E. (2010) Regulación poblacional de ácaros plaga de impacto agrícola. *International Journal of Good Conscience*, 5(1), 270-302. [http://www.spentamexico.org/v5-n1/5\(1\)270-302.pdf](http://www.spentamexico.org/v5-n1/5(1)270-302.pdf)
- Barquero, J., Meneses, R., Barrantes, L., Ugalde, P., Villalobos, N. y Serrano, D. (2007). *Agrocadena de fresa*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>

- Basagli, M., Moraes, J., Carvalho, G., Ecole, C., y Goncalves, R. (2003). Efecto del silicato de sodio sobre la resistencia de las plantas de trigo a los pulgones verdes *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Apididade). *Neotropical Entomology*, 32(4), 659-663.
<https://www.scielo.br/j/ne/a/cG6wqwWfpm8yg69yBMVgKqh/?lang=en>
- Bélangier, R., Bowen, P., Ehret, D., y Menzies, J. (1995). Soluble silicon Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease*, 79(4), 329-336.
https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1995Articles/PlantDisease79n04_329.PDF
- Biel, K., Fomina, I., Yensen, Matichenkov, V. (2014). Silicon and its protective role in living organisms. En m G. Khlebopros, Y. Biel. (Eds). *Complex biological systems: adaptation and tolerance to extreme environments* (pp.11). Energy of Future.
https://www.academia.edu/34041541/COMPLEX_BIOLOGICAL_SYSTEMS_ADAPTATION_AND_TOLERANCE_TO_EXTREME_ENVIRONMENTS_C
[complex biological systems adaptation and tolerance to extreme environments Monograph of collective authors](https://www.academia.edu/34041541/COMPLEX_BIOLOGICAL_SYSTEMS_ADAPTATION_AND_TOLERANCE_TO_EXTREME_ENVIRONMENTS_C)
- Bilbao, M., Mañá, M., y Murúa, F. (2007). Evaluación del efecto insecticida de tierra de diatomeas sobre *Triatoma infestans* (Hemíptera, Reduviidae). *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud*, 24(2), 179-181.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342007000200012
- Bolda, M., y Dara, S. (2015). *Manual de producción de Fresa para los agricultores de la Costa Central*. <http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Calderón, J. (2020). Evaluación de la aplicación de silicio en el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) en San Vicente de Pusir, Carchi. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Universidad Técnica del Norte.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12500/2/03%20AGP%20327%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Carhuancho, J. (2020). *Efecto de aplicación de cuatro biofertilizantes líquidos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de la fresa (Fragaria vesca L.) en el distrito de Paucartambo, Región Pasco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2304/1/T026_73449677_T.pdf
- Caminiti, A. (2015). *Cultivo de Frutillas en la provincia del Neuquén*. San Carlos de Bariloche.
<https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/2815/INTA>

[CRPatagoniaNorte EEABariloche Caminiti A Cultivo Frutillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

- Cappaert, D. (2015). Araña roja, *Tetranychus urticae*. Michigan State University. <https://panorama-agro.com/?p=669>
- Cappaert, D. (2015). Araña roja, *Tetranychus urticae*. Michigan State University. <https://panorama-agro.com/?p=669>
- Caudillo, D. (2016). *Conservación poscosecha de fresa utilizando recubrimientos formulados con quitosano-quínoa* [Tesis de pregrado]. Archivo digital. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/TESIS-DIANA-I.-CAUDILLO-CONTRERAS.pdf>
- Chango, X. (2021). *Uso del silicio en la reducción de la incidencia del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa, en la provincia de Chimborazo*. [Tesis de postgrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7697/1/MUTC-000925.pdf>
- Chávez, A., Miranda, I. y Rodríguez, H. (2017) Dinámica poblacional de ácaros fitófagos y depredadores en aguacatero (*Persea americana* Miller). *Fitosanidad*, 21 (1), 9-15. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209155463002.pdf>
- Chávez, A., Lasso, Z., Ruiz, H. y Benavides, O. (2013). Efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de agua en un cultivo de fresa. *Revista de Ciencias Agrícolas* 30 (1), 26-37. [file:///C:/Users/User/Downloads/DialnetEfectoDeDosCoberturasPlasticasYTresLaminasDeAguaEn-5104103%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/DialnetEfectoDeDosCoberturasPlasticasYTresLaminasDeAguaEn-5104103%20(1).pdf)
- Chen, J. (2021). *Rol del silicio en el cultivo de plantas*. Promix. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-silicio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Chimborazo, L. (2014). *Análisis de la producción de fresas y su relación con el nivel de ingresos de los productores de la parroquia de Ambatillo del Cantón Ambato en el primer semestre del año 2013*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20867/1/T2794i.pdf>
- Chiqui, F. y Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad oso grande bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>

- Coloma, L. (2015). *Efecto de la aplicación foliar con dos fuentes de silicio en la agronomía y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. [Tesis de postgrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7427>
- Costa, R., Moraes, J. y Antunes, C. (2007). Resistencia inducida en trigo al pulgón *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) por silicio y acibenzolar-s-metil. *Ciencia y Agrotecnología*, 31, (2), 393-397. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/mz8zCfjRwsdKpXKXG3sxkxK/?lang=pt>
- Cruz, J. (2018). *Respuesta agronómica y fisiológica de la fresa (Fragaria x ananassa) a la aplicación de silicio*. [Tesis de postgrado, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3058/Cruz_Hipolito_JP_MC_Edafologia_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Currie, H. y Perry, C. (2007). Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies. *Annals of botany*, 100(7), 1383–1389. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm247>
- Dalastra, C., Campos, A., Fernandes, F., Martins, G. y Campos, Z. (2011). Silício como indutor de resistência no controle do tripses do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoinzeiro. *Ciencia Agrotecnologia*, 35(3), 531-538. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/6zFzKpPh9m6WNsLxNgjnxgc/?format=pdf&lang=pt>
- Dara, S. (2013). Daño por baja temperatura a las fresas. *Revista de Entomología y Productos Biológicos*. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=9092#:~:text=Damage%3A%20Low%20temperatures%20could%20completely,small%2C%20and%20cause%20fruit%20>
- Darnell, R., Cantliffe, D., Krischbaum, D. y Chandler, C. (2002). The physiology of flowering in strawberry. *Horticultural Reviews*, 28, 325-349. <https://doi.org/10.1002/9780470650851.ch6>
- Datnoff, L. (2017). *Productos de silicio un constituyente clave de las plantas*. Red Agrícola Chile. <https://www.redagricola.com/cl/productos-de-silicio-ayudan-las-plantas>
- Datnoff, L., y Rodrigues, A. (2005). *The role of silicon in suppressing rice diseases*. American Phytopathological Society. <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Documents/2005/SiliconRiceDiseases.pdf>

- Delgado, I., Sandoval, M., Rodríguez, M. y Cárdenas, E. (2006). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. *Terra Latinoamericana*, 24 (1), 91-98. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311494011.pdf>
- Día de Almeida, G., Pratissoli, D., Zanuncio, J., Vicentini, V., Holtz, A. y Serrão, J. (2008). Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce phytophagy by Thrips palmi karny (Thysanoptera: thripidae) on eggplants (Solanum melongena L.). *Interciencia*, 33(11), 835-838. https://www.researchgate.net/publication/261870817_Calcium_silicate_and_organic_mineral_fertilizer_applications_reduce_phytophagy_by_Thrips_palmi_Karny_Thysanoptera_Thripidae_on_eggplants_Solanum_melongena_L
- Día de Almeida, G., Pratissoli, D., Zanuncio, J., Vicentini, V., Holtz, A., Serrão, J. (2009). Aumento de silicato de calcio y abono mineral orgánica resistencia de las plantas de tomate a *Frankliniella schultzei*. *Fitoparásitos*, 37, 225-230. https://www.researchgate.net/publication/225156344_Calcium_silicate_and_organic_mineral_fertilizer_increase_the_resistance_of_tomato_plants_to_Frankliniella_schultzei
- Dos Santos, M., Resende, A., Mendes, V., Zanuncio, J., Bauch, M. y Serrão, J. (2012). Efeito do silício em aspectos comportamentais e na história de vida de Tuta Absoluta (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE). *Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável*, 2(1), 77-88. <https://doi.org/10.21206/rbas.v2i1.6>
- Elena, E., Guerrero, D., Vilchis, R., Martinez, J., Trejo, L. y Leyva, S. (2017). Manejo de Moho gris (*Botrytis cinérea*(pers.)) de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en postcosecha. Sexto Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas, 164-171. https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/05/MEMORIA_MESA_3_1_CONGRESO2017.pdf#page=164
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50(1), 641-664. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>
- Espinosa, F. (2019). *Evaluación del rendimiento de cinco variedades de fresa (Fragaria spp.) en el centro de investigación y producción agrícola, Cañasbamba, Yungay, 2017-2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Santiago Atunes de Moyolo]. Repositorio Universidad Nacional de Santiago Atunes de Moyolo. http://www.repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4232/T033_46896435_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fawe, A., Menzies, J., Chérif, M., y Bélanger. (2001). Silicio y resistencia a enfermedades en dicotiledóneas. *Estudios en Ciencias de las plantas*, 8, 159-169.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928342001800136?via%3Dihub>

- Feng, M. (2004). Papel del silicio en la mejora de la resistencia de las plantas al estrés biótico y abiótico. *Ciencia del suelo y nutrition*, 50, 11–18. <https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>
- Feng, M. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition* 50, 11–18. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00380768.2004.10408447?needAccess=true>
- Filho, P., Zinder, H., Prabhu, S., Datnoff, E., y Kornörfer, H. (2000). Itancia do silicio para a cultura do arroz. Informes agronômicos. [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/F9F352C957D7C9EA83257AA3006A3BCA/\\$FILE/Encarte%20089.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/F9F352C957D7C9EA83257AA3006A3BCA/$FILE/Encarte%20089.pdf)
- France, A. y Morales, C. (2017). Enfermedades de la frutilla. En C. Morales. (Ed.), *Manual de manejo agronómico de la frutilla* (pp. 48-61). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://fdocuments.net/document/manual-de-manejo-agronomico-de-la-frutilla-iniac-l-manual-manual-de-manejo.html>
- GAD Provincia de Pichincha (2015). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PD y OT) de la parroquia rural de Tupigachi del Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha*. https://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/PDOT%20TUPIGACHI%20%202015.pdf
- GAD Tupigachi. (06 de febrero de 2011). GAD Parroquial Rural Tupigachi. <https://tupigachi.gob.ec/pichincha/?p=85>
- Gallegos, P. (2012, junio 17). Ácaros viven más en fresas, babacos, moras y flores. *La Hora*. https://issuu.com/la_hora/docs/diario_la_hora_loja_17_de_junio_2012/15
- Ghanmi, D., McNally, D. y Benhamou, N. (2004). Apatosistema para explorar el papel del silicio en la planta-interacciones de microbios. *Patología Fisiológica y Molecular de planta*, 64, 189-199.
- Gomes, F., Moraes, J. y Assis, G. (2008). Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. *Ciencia Rural* 35(8), 1209-1213. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000500001>
- Goussain, M., Moraes, J., Carvalho, J., Nogueira, N., y Rossi, M. (2002). Effect of silicon application on corn plants upon the biological development of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).

Neotropical Entomology, 31(2), 305-310. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200019>

- Guttridge, G. 1985. *Fragaria x ananassa*. *Handbook of Flowering*, 3, 16-33.
- Hans, W. (1995). The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica*, 59(7), 1217-123. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1995GeCoA..59.1217W/abstract>
- Hasing, F. (2007). *Impacto de las aplicaciones de un mineral bio-activo sobre parámetros agronómicos y fitosanitarios en plantas de banano del grupo Cavendish variedad Williams a nivel de laboratorio e invernadero*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/4376/6896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Juárez, A., Pérez, A., Lozano, C., Zermeño, A., y González, J. (2022). Influencia de fertilizantes orgánicos y del silicio sobre la fisiología, el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo de fresa. *Nova scientia*, 14(28), 1-16. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v14n28/2007-0705-ns-14-28-00101.pdf>
- Hull, R. (2004). Scientists start to recognize silicon's beneficial effects. *Turfgrass Trends*, 8, 69-73.
- Husqvarna. (2019). La tierra de diatomeas características, tipos y aplicaciones <https://www.todohusqvarna.com/blog/tierra-de-diatomeas/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la Fresa*. Sacha Trelles. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2932/BVE17058869e.pdf?jsessionid=5CE62DFA318027B807B3E2E3131274A5?sequence=1>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2014). Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura 2014. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2014/Modulo_Uso_y_Manejo_de_Agroquimicos.pdf
- Jacas, J. y Urbaneja, A. (2010). El control biológico de los cítricos en España: del control biológico clásico al de conservación. Manejo integrado de plagas de artrópodos y enfermedades transmitidas por insectos. *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de las Plantas*, 5, 61-72. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8606-8_3
- Jacas, J. y Urbaneja, A. (2010). Biological Control in Citrus in Spain: from classical to conservation biological control. *Integrated Management of Plant Pests and Diseases*. <https://doi.org/10.15468/39omei>

- Juárez, C., Rodríguez, M., Sandoval, M. y Muratalla, A. (2007). Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25 (1), 17-23.
<https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/1434/1624>
- Kowal, A., Wurz, D., Fagherazzi, A., Santos, G. y Leite, L. (2020). Efeito da aplicação foliar de silício nos aspectos produtivos e qualitativos de frutos de morangueiro. *Revista eletrônica científica*, 6(2), 144-149.
<http://200.132.92.95/index.php/revuergs/article/view/2446/480>
- Landeros, J., Guevara, L., Badii, M., Flores, A. y Pámanes, A. (2004). Efecto de diferentes densidades de la araña roja *Tetranychus urticae* sobre la asimilación de CO₂, la transpiración y el comportamiento estomático en hojas de rosas. *Exp Appl Acarol*, 32(3), 187-98. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15139084/>
- Ledesma, N., Nakata, M. y Sugiyama, N. (2008). Efecto del estrés por altas temperaturas en el crecimiento reproductivo de fresa cvs. 'Nyoho' y 'Toyonoka'. *Ciencia horticultura*, 116 (2), 186-193.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423807004256?via%3Dihub>
- Lemus, B., García, J., Pérez, D., y Romero, A. (2017). Control del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Prostigmata: Tetranychidae) con oximatrina en fresa. *Entomología Agrícola*, 314-319.
<https://1library.co/document/y6pkvj5q-control-%C3%A1caro-manchas-tetranychus-urticae-prostigmata-tetranychidae-oximatrina.html>
- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria [LOSA]. (2017).
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf
- Lozada, J. (2011). *Evaluación de productos orgánicos para el control de araña roja (Tetranychus urticae Koch) en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/879/1/Tesis_t004agr.pdf
- Medina, J. (2015). *Evaluación de cuatro abonos orgánicos en la producción de la fresa (Fragaria chiloensis) variedad albión en la granja educativa del colegio bachillerato san vicente ferrer de la parroquia Chuquiribamba cantón Loja – provincia de Loja*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Universidad Nacional de Loja.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13965/1/TESIS%20JUAN%20MEDINA%20definitiva.pdf>

- Medina, J., Pinzón, E. y Cely G. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv Albión bajo condiciones de campo. *Revista Ciencia y Agricultura*, 13 (2), 19-28. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/5548/4581
- Meier, U., Graf, H., Hack, H., Hess, M., Kennel, W., Kloser, R., Mappes, D., Seipp, D., Stauss, R., y Streif, J. (1994). Stages of phenological development of the pome fruit (*Malus domestica* Borkh and *Pyrus Communis* L.) of the currant (*Ribes rubrum*) and the strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.).
- Méndez, A. y Castellanos, L. (2019). Eficacia de la tierra de diatomeas y la cal sobre ariónidos y agriolimácidos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 579-593. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449961664009>
- Méndez, A., y Castellanos, L. (2019). Eficacia de la tierra de diatomeas y la cal sobre ariónidos y agriolimácidos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20 (3), 579-593. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449961664009>
- Mendoza, D. (2016). *Control de ácaros mediante la aplicación de Bacillus subtilis en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24013/1/Tesis-138%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20427.pdf>
- Mesa, N. (2000). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52 (1), 321-363. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23730/24411>
- Moraes, J., Goussain, M., y Carvalho, G. (2005). *Rhopalosiphum maidis* para plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com silício. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(4), 761-766. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/sH6SftYrFpxX5gZKCX87CYv/?format=pdf&lang=en>
- Moraes, J., y Flechtmann, C. (2008). *Manual de Acarologia, acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto.*
- Morales, C., Riquelme, J., Hirzel, J., France, A., Pedreros, A., Uribe, H. y Abarca, P. (2017). *Manual de manejo agronómico de la frutilla*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7616>
- Moreno, D., Santiago, E., Vilchis, R., Martínez, J., Trejo, L., y Leyva, S. (2017). Silicio en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en hidroponía. https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Biología%20Agronomía%20y%20Economía%20T-II/HCBAE_TII_2.pdf

- Muños, C., (2011). *Combate biológico del moho gris (Botrytis cinerea) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (Fragaria x ananassa) c.v. Albión*. [Tesis pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/878/1/Tesis_t003agr.pdf
- Naranjo, J. y Solorzano, S. (2018). *Evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación de silicio en el desarrollo y producción del cultivo de arroz variedad DICTA Playitas*. [Tesis pregrado, Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/55057e96-2435-464e-af76-c1e9b4e04295/content>
- Orejuela, J. (2010). *Evaluación de la aplicación de varias dosis de ácido monosilícico en la producción del cultivo de arroz Var. INIAP 15*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral] Repositorio Escuela Superior Politécnica Del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31567/D65949.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2011). Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas : directrices para el control de calidad de plaguicidas. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/791>
- Ouellette, S., Goyette, M., Labbe, C., Laur, J., Gaudreau, L., Gosselin, A., Dorais, M., Deshmukh, R. y Bélanger, M. (2017). Transportadores de silicio y efectos de las enmiendas de silicio en fresas en condiciones de campo y túnel alto. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00949/full>
- Peñalosa, M. (2021). *Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de tomate riñón (Solanum lycopersicum) con aplicación de dióxido de silicio (SiO₂)*. [Tesis pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33282/1/Tesis277%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20%20Pe%c3%b1aloza%20Lozada%20Mar%c3%ada%20Bel%c3%a9n.pdf>
- Pérez, M. 2014. *Control biológico de ácaros (Tetranychus urticae) en el cultivo de fresa variedad Albión con depredadores naturales en la asociación de fruticultores Tungurahua*. [Tesis Doctoral, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6992/1/tesis-002%20Producci%c3%b3n%20Agric.%20sustentable%20-CD%20218.pdf>
- Porres, V. (2008). *Inventario de especies de trips (Insecta: Thysanoptera) del género Frankliniella asociadas a los cultivos de las regiones centro y occidente de*

- Guatemala y su distribución geográfica*. [Tesis pregrado, Universidad del Valle de Guatemala]. Archivo digital. https://www.researchgate.net/publication/284547393_Frankliniella_InsectaThysanoptera_species_related_to_crops_and_weeds_in_the_western_and_central_region_of_Guatemala
- Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Universitaria Abya-Yala. <file:///C:/Users/User/Downloads/Agroclimatología%20del%20Ecuador.pdf>
- Puerto, A., Suárez, S., y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiológica*, 52 (3), 372-387. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300010&script=sci_abstract
- Quiroga, A. (2016). *Respuesta a las aplicaciones de silicio en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L) variedad modan, en condiciones de estrés hídrico bajo cubierta en Culiacán, Sinaloa*. [Tesis pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio de Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/582/Tesis%20Andrea%20M%20Quiroga%20S%20-%20Ingenieria%20Agronomica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reynolds, O., Keeping, M., y Meyer, J. (2009). Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects. *Agricultural Innovation New South*. https://www.researchgate.net/publication/229508770_Silicon-augmented_resistance_of_plants_to_herbivorous_insects_A_review
- Romero, R. (2015). *Evaluación de diferentes dosis de silicio, para el rendimiento en ajo (Allium sativum L.) en la provincia de Barranca, región Lima año 2015*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2262/T033_47609781_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sadeghi, E., Shoushtari, R., y Madani, H. (2016). The Influence of Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) Life Table and Reproductive Parameters by Applying Si on Bean at Library Condition. *Advances in Entomology*, 4(5), 261-265. https://www.scirp.org/pdf/AE_2016091915003501.pdf
- Sances F., Wyman, J., Ting, I., Steenwyk, R., y Oatman, E. (1981). Interacciones del ácaro araña con la fotosíntesis, transpiración y productividad de la fresa. *Entomología Ambiental*, 10(4), 442–448. doi: 10.1093/ee/10.4.442
- Sánchez, L. (2021). *Evaluación del uso de silicio en la fertilización edáfica de acompañamiento para la producción de naranjilla híbrido (Solanum quitoense Lam) en el sector El Chical, Tulcán, Carchi, Ecuador*. [Tesis de pregrado,

- Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1389>
- Savant, N., Snyder, G., y Datnoff, L. (1996). Silicon Management and Sustainable Rice Production. *Advances in Agronomy*, 58, 151-199. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308602552>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2015). Metodología de evaluación de plagas agrícolas. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publicaciones/mig/metas/taller_SENASA_PI_meta36_3.pdf
- Sétamou, M., Schulthess, F., Bosque, N., y Thomas, A. (1993). Efecto de Plant N y Sion the Bionomics de *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidóptera: Noctuidae). *Boletín de Investigación Entomológica*, 83, 405-411. doi: 10.1017
- Sun, W., Zhang, J., Fan, Q., Xue, G., Li, Z y Liang, Y. (2010). La resistencia mejorada con silicio a la explosión del arroz se atribuye a la resistencia de defensa mediada por silicio y su papel como barrera. *Revista europea de fitopatología*, 128 (1), 39- 49. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9625-x>.
- Toapanta, J. (2020). Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch) en hojas de fresa (*Fragaria x annassa*). [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31949/1/Tesis-263%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20683%20Janeth%20Elizabeth%20Toapanta.pdf>
- Tonelli, B. (2010). Catedra Horticultura-Cultivo de frutilla. <https://docplayer.es/33133629-Catedra-horticultura-cultivo-de-frutilla.html>
- Undurraga, D. y Vargas, S. (2013). *Manual del arándano*. INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7627
- Verdugo, W. (2011). *Introducción de dos variedades de fresa (Fragaria) y técnica de fertirrigación empleando cuatro biofertilizantes líquidos*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1677>
- Viana, E. (2008). Importancia del silicio en la nutrición vegetal. Agromil. Tolima, Colombia. www.silicioagromil.com.
- Vizcaino, L. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa – Pichincha*. [Tesis pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Universidad San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2666/1/103717.pdf>

- Yáñez, P (2014). Comparación de la actividad acaricida de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum*, *Coriandrum sativum* y *Thymus vulgaris* contra *Tetranychus urticae*. *Revista de Ciencias de la Vida*, 19(1), 21-33.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8844/1/Comparacion%20de%20a%20actividad%20acaricida%20de%20los%20aceites%20.pdf>
- Zaragoza, R. (2013). *Evaluación de técnicas hidropónicas de producción en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa) bajo invernadero*. [Tesis de posgrado, Centro de Investigación en Química Aplicada]. Repositorio Centro de Investigación en Química Aplicada.
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/67/1/Tesis%20MAP%20Ramon%20Donovan%20Zaragoza%20Nieto%20Dic%2018%202013.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Establecimiento del cultivo de fresa variedad Albión.



Anexo 2: Delimitación y rotulación de unidades experimentales.



Anexo 3: Monitoreo de dinámica poblacional de araña roja.



Anexo 4: Aplicación de diferentes dosis de silicio.



Anexo 5: Cosecha de fresas.



Anexo 6: Clasificación del fruto según el grosor y rendimiento.

