

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TESIS DE GRADO

TEMA:

“Estudio de sílice con sulfato de calcio para la elaboración del caldo de vidrio y control de insectos tempranos del pimiento (*Capsicum annum*), Manta 2020”

AUTORES:

**SOLÓRZANO ZAMBRANO MARÍA NOEMY
VARELA ROMERO JOSSELIN SELENA**

TUTOR:

HEBERT EDISON VERA DELGADO M. Sc

MANTA – MANABÍ - ECUADOR

2020

**LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR
APRUEBAN EL INFORME DEL TRABAJO DE GRADO
SOBRE EL TEMA:**

“Estudio de sílice con sulfato de calcio para la elaboración del caldo de vidrio y control de insectos tempranos del pimiento (*Capsicum annum*), Manta 2020” de las egresadas Solórzano Zambrano María Noemy y Varela Romero Josselin Selena, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento de lo que la hace acreedor al título de Ingeniero Agropecuario.

Miembros del Tribunal Calificador

Ing. Valter Mero Rosado, Mg.

Ing. Dídimo Mendoza Intriago, Mg.

Ing. Byron Alcívar Arteaga, Mg.

CERTIFICACIÓN

Ing. Hebert Vera Delgado, PhD. Docente de la Facultad Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Matriz Manta, en calidad de Director de Trabajo de Titulación.

CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN titulado. “Estudio de sílice con sulfato de calcio para la elaboración del caldo de vidrio y control de insectos tempranos del pimiento (*Capsicum annum*), Manta 2020” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son frutos del trabajo, dedicación, perseverancia y originalidad de las autoras: SOLÓRZANO ZAMBRANO MARÍA NOEMY y VARELA ROMERO JOSSELIN SELENA, siendo de su exclusiva responsabilidad.

DOCENTE TUTOR

ING. HEBERT EDISON VERA DELGADO, MsC.

DECLARACIÓN DE AUDITORIA

SOLÓRZANO ZAMBRANO MARÍA NOEMY Y VARELA ROMERO JOSSELIN SELENA, en calidad de autores de la investigación “Estudio de sílice con sulfato de calcio para la elaboración del caldo de vidrio y control de insectos tempranos del pimiento (*Capsicum annuum*), Manta 2020”, se autoriza a la UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ, hacer uso de los contenidos de este trabajo con fines directamente académicos o de investigación.

En integridad de esta declaratoria, los autores son responsables del contenido, ya que las ideas establecidas son de exclusividad personal y fueron ajustadas a otras investigaciones cuyos autores se encuentra citados y se incluyen en las referencias bibliográficas.

SOLÓRZANO ZAMBRANO MARÍA NOEMY
C.I 131671977-0

VARELA ROMERO JOSSELIN SELENA
C.I 080388384-2

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a Dios por darnos la fuerza para no rendirnos y seguir adelante para cumplir nuestras metas.

A mis familiares, amigos y aquellas personas que han formado parte de esta etapa tan significativa de mi vida, le agradecemos por el apoyo incondicional durante todo el camino del proceso de formación académica.

Deseamos brindar lo más sinceros agradecimiento a nuestro tutor el Ing. Hebert Vera Delgado, por la paciencia y empeño en cada tutoría para poder realizar nuestro proyecto de investigación y por su buena voluntad de orientarnos en nuestro trabajo.

Gracias también a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, por brindarnos todos sus conocimientos para poder seguir adelante en el ámbito profesional.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación le dedico en primer lugar a Dios por suministrarme el conocimiento y capacidad necesaria para siempre luchar y alcanzar mis metas anheladas.

Con mucho aprecio a mis madres, Dexy Zambrano y Noemy Pincay, por ser ellas el pilar fundamental en mi vida, quienes me brindaron apoyo incondicional y a pesar de todos los problemas que se me presentaron en la vida supieron motivarme a seguir adelante y de esa manera poder culminar mis estudios convirtiéndome en esa persona profesional que un día anhelaron ver, les dedico a ustedes quienes me han guiado con su amor y dedicación a ser responsable en el diario vivir, para hacer de mí una mujer llena de valores.

A la memoria de mi tío Ramón Solórzano y de mi tía Carmen Zambrano fallecidos poco antes de que pudieran ver culminada mi tesis, quienes desde el cielo sé que están orgullosos de mí, quienes son forjadores de que este sueño se hiciera realidad, quienes con constancia y esfuerzo día a día supieron otorgarme su apoyo incondicional, no solo económico así como también moral y espiritual, brindándome toda su confianza para culminar mi vida profesional.

Igualmente a mis demás familiares, a mi enamorado Jefferson Lucas, a mis amigos, y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible que mis estudios terminaran con satisfacción.

A Ustedes va dedicado este trabajo.

María Noemy Solórzano Zambrano

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios por darme salud y la fuerza de voluntad necesaria para siempre luchar y alcanzar mis metas anheladas.

A mi madre Yolanda Lucio, por ser la principal promotora de mis sueños, quien cumpliendo la labor de madre y abuela me brindó su apoyo incondicional día a día y me dio la valentía para poder superar cada obstáculo que se me presentara en mi vida tanto personal como profesional, ella que con su esfuerzo, amor y dedicación ha sabido formarme con buenos hábitos y valores.

Igualmente a mis familiares, que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos y pusieron su confianza en mi persona, aquellos que junto a mí caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Personas que me demostraron que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere”.

Y a mis amigos, quienes siempre han estado a mi lado apoyándome de una manera desinteresada siendo parte de esta etapa tan importante de mi vida.

Josselin Selena Varela Romero

INDICE GENERAL

CONTENIDOS	PÁGINA
I. ANTECEDENTES	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. El pimiento	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Taxonomía	3
2.2. Morfología	3
2.2.1. Planta	3
2.2.2. Sistema radicular	3
2.2.3. Tallo principal	4
2.2.4. Hojas	4
2.2.5. Flor	4
2.2.6. Fruto.....	4
2.3. Requerimientos del cultivo	5
2.3.1. Temperatura	5
2.3.2. Suelo	5
2.3.3. Humedad relativa	5
2.3.4. Luminosidad	5
2.4. Semillas california Wonder	5
2.5. Caldo sílico sulfocálcico	6
2.5.1. Azufre	6
2.5.2. Cal.....	6
2.5.3. Cascarilla de arroz.....	7
2.6. Plagas en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum. L</i>)	7
2.6.1. Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	7
2.6.2. Las moscas blancas (<i>Bemisia tabaci</i>).....	7
2.6.3. Trips	8
2.7. Insectos benéficos	8
2.7.1. Mariquita (<i>Coccinella septempunctata</i>)	8
2.7.2. Avispas parasitarias.....	9
2.7.3. Abeja (<i>Apis mellifera</i>).....	9
2.7.4. Arañas depredadoras	9
2.8. Planteamiento del problema y justificación	10
III. HIPÓTESIS.....	11



IV.	OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	11
V.	METODOLOGÍA	12
5.1.	Ubicación	12
5.2.	Características climatológicas	12
5.3.	Factores en estudio	12
5.3.1.	Tratamientos.....	12
5.4.	Diseño Experimental	13
5.4.1.	Características de las unidades experimentales	13
5.5.	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA)	13
5.6.	Variables evaluadas	14
5.6.1.	Presencia de insectos.....	14
5.6.2.	Hojas afectadas.....	14
5.6.3.	Evaluación de insectos benéficos	14
5.7.	Desarrollo de la investigación	14
5.7.1.	Preparación del suelo	14
5.7.2.	Delimitación de parcelas.....	14
5.7.3.	Semillero	15
5.7.4.	Trasplante	15
5.7.5.	Riego.....	15
5.7.6.	Control de malezas.....	15
5.7.7.	Fertilización	15
5.7.8.	Control fitosanitario.....	16
5.8.	Elaboración del caldo sílico sulfocálcico	16
5.8.1.	Materiales.....	16
5.8.2.	Preparación	16
5.9.	Toma de datos	17
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1.	Insectos- plagas y variables registradas	18
6.1.1.	Insectos plagas.....	18
6.1.2.	Variables registradas	18
6.2.	Descripción y análisis de los resultados	18
6.2.1.	Evaluaciones de presencia de insectos plagas en el campo.....	18
6.2.2.	Evaluación de insectos plagas (antes de aplicación de tratamientos).....	19
6.2.3.	Presencia de insectos plagas a los 15 días	20
6.2.5.	Presencia de insectos plagas a los 45 días de aplicación de los tratamientos	23

6.2.6.	Promedios acumulados de la presencia de insectos plagas en los tratamientos.....	25
6.2.7.	Hojas afectadas.....	26
6.2.8.	Evaluación de insectos benéficos.....	27
6.3.	Costo de producción de los tratamientos	30
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
7.1.	CONCLUSIONES	31
7.2.	RECOMENDACIONES	32
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
IX.	ANEXOS.....	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.-	Descripción de los tratamientos de estudio.....	12
Tabla 2.-	Característica de la unidad experimental.....	13
Tabla 3.-	Análisis de varianza (ADEVA).....	13
Tabla 4.-	Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas antes del tratamiento. Tukey 0,05% de probabilidad.....	19
Tabla 5.-	Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 15 de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.....	20
Tabla 6.-	Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 30 de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.....	22
Tabla 7.-	Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 45 de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.....	23
Tabla 8.-	Prueba de comparación de promedios acumulados de la presencia de insectos plagas en los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.....	25
Tabla 9.-	Prueba de comparación de promedios de hojas afectadas en el tratamiento. Tukey 0,05% de probabilidad.....	26
Tabla 10.-	Prueba de comparación de promedios de insectos benéficos. Tukey 0,05% de probabilidad.....	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Presencia de insectos plagas antes del tratamiento. Análisis de varianza (ADEVA).....	19
Cuadro 2.- Presencia de insectos plagas a los 15 días de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA).....	20
Cuadro 3.- Presencia de insectos plagas a los 30 de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA).....	22
Cuadro 4.- Presencia de insectos plagas a los 45 días de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA).....	23
Cuadro 5.- Promedios acumulados de las evaluaciones realizadas de insectos plagas en el cultivo de pimiento. Análisis de varianza (ADEVA).....	25
Cuadro 6.- Hojas afectadas. Análisis de varianza (ADEVA).....	26
Cuadro 7.- Evaluación de insectos benéficos. Análisis de varianza (ADEVA).....	28
Cuadro 8.- Costo estimado para la elaboración del caldo sílico sulfocálcico.....	30

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Presencia de insectos plagas antes del tratamiento	20
Gráfico 2.- Presencia de insectos plagas a los 15 días de aplicación de los tratamientos.	21
Gráfico 3.- Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos.	23
Gráfico 4.- Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos.	24
Gráfico 5.- Promedios acumulados de la presencia de insectos plagas	26
Gráfico 6.- Hojas afectadas.....	27
Gráfico 7.- Evaluación de insectos benéficos.....	29

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno.....	36
Anexo 2 Semillas California Wonder. Siembra en bandejas germinadoras	36
Anexo 3. Delimitación y preparación de parcelas experimentales.....	37
Anexo 4. Trasplante de las plántulas	37
Anexo 5. Limpieza manual de malezas.....	38
Anexo 6. Ingredientes para la elaboración del caldo sílico sulfocálcico (Azufre, cal viva y ceniza de cascarilla de arroz)	38
Anexo 7. Aplicación de los ingredientes en el agua hirviendo	38
Anexo 8. Colado y envasado del caldo sílico sulfocálcico.....	39
Anexo 9. Aplicación del caldo sílico sulfocálcico	39
Anexo 10. Fertilización del cultivo	39
Anexo 11. Insectos plagas encontradas en el proyecto de investigación	40
Anexo 12. Insectos benéficos encontrados en el proyecto de investigación	40
Anexo 13. Mapa Geográfico del lugar de la investigación.....	41
Anexo 14. Distribución de los tratamientos en estudio	41
Anexo 15. Datos promedios de las variables estudiadas	42
Anexo 16. Programa utilizado para tabular los datos de las variables estudiadas (INFOSTAD)	42

RESUMEN

La investigación se realizó en el barrio La Pradera, del cantón Manta de la Provincia de Manabí. Coordenadas: 0°58'30.7"S 80°41'23.3"W. con el objetivo de determinar la eficacia del insecticida sílico sulfocálcico, en diferentes dosis para el control de insectos plagas tempranas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum. L*) y la presencia de los insectos benéficos.

El insecticida sílico sulfocálcico se elaboró a base de azufre, cal y ceniza de cascarilla de arroz, y se utilizaron dosis de 50, 150 y 250 ml por litro de agua, comparadas con un testigo convencional y un absoluto. El experimento se implementó en un diseño de bloques completos al azar (D.B.C.A), con 3 repeticiones, interpretando la eficacia del control mediante el análisis de varianza y como prueba de comparación de los promedios se utilizó Tukey al 0.05% de probabilidad.

Los resultados demostraron que el insecticida sílico sulfocálcico es efectivo para el control de insectos plagas tempranas en el cultivo de pimiento y preservan a la fauna benéfica, siendo el tratamiento en dosis de 150 ml el mejor para combatir insectos plagas mosca blanca (*Bemisia tabaci*). En cuanto al daño foliar no existe fitotoxicidad de este compuesto orgánico, lo que sí ocurrió y en forma significativa con el insecticida tradicionalmente utilizado Imidacloprid, que los daños foliares se incrementaron por presentar el mayor número de insectos plagas. En la variable presencia de insectos benéficos, se obtuvieron diferencias significativas siendo en el tratamiento de 150ml donde se presentaron las mayores poblaciones y que contribuyeron a un mejor control.

En la estimación económica de los tratamientos, correspondió a las dosis de 50ml y 150 ml del insecticida sílico sulfocálcico calculados con seis aplicaciones realizadas con frecuencia de 8 días.

Palabras claves: agroecología, eficacia, insectos plagas, pimiento, sílico sulfocálcico.

SUMMARY

The research was carried out in the La Pradera neighborhood, in the Manta canton of the Manabí Province. Coordinates: 0 ° 58'30.7 "S 80 ° 41'23.3" W. with the objective of determining the efficacy of the calcium sulphide insecticide, in different doses for the control of early insect pests in the pepper crop (*Capsicum annum*. L) and the presence of beneficial insects.

The calcium sulphide insecticide was made based on sulfur, lime and rice husk ash, and doses of 50, 150 and 250 ml were used per liter of water, compared with a conventional control and an absolute. The experiment was implemented in a randomized complete block design (D.B.C.A), with 3 repetitions, interpreting the effectiveness of the control through the analysis of variance and as a test of comparison of the means, Tukey was used at 0.05% probability.

The results showed that the calcium sulphide insecticide is effective for the control of early pest insects in pepper crops and preserves the beneficial fauna, being the treatment in doses of 150 ml the best to combat white fly pest insects (*Bemisia tabaci*). Regarding the foliar damage, there is no phytotoxicity of this organic compound, which did occur and significantly with the traditionally used insecticide Imidacloprid that the foliar damage increased due to the higher number of insect pests. In the variable presence of beneficial insects, significant differences were obtained, being in the 150ml treatment where the largest populations were presented and that contributed to a better control.

In the economic estimation of the treatments, it corresponded to the doses of 50 ml and 150 ml of the calcium sulphide insecticide calculated with six applications carried out with a frequency of 8 days.

Keywords: *agroecology, efficacy, pest insects, pepper, calcium sulphide silica.*

I. ANTECEDENTES

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) es uno de los productos hortícolas más demandados por los consumidores al momento de incorporarlos en su dieta alimenticia. En el Ecuador, el cultivo de pimiento se vuelve cada vez más popular por ofrecer una alta rentabilidad al productor, ya que en el mercado tiene una mejor estabilidad de precios en relación a otras hortalizas. Su producción se centra principalmente en Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja, siendo en la provincia de Los Ríos pocos los productores que se dedican a este cultivo (Cobo, 2012).

En las últimas décadas, con la intensificación de la agricultura a través del uso de paquetes tecnológicos, los plaguicidas químicos de síntesis se han vuelto cada vez un medio más común para controlar las plagas de insectos, enfermedades, malezas y otros organismos que atacan a las plantas cultivadas. Sin embargo, estos productos, han traído una serie de otros problemas, peligros y riesgos por su uso indiscriminado. Los peligros que se presentan se deben a que los plaguicidas no solo afectan a los organismos nocivos sino a muchos otros organismos de su entorno, incluyendo al ser humano (Cañedo et al, 2011)

De acuerdo con Cabrera et al. (2018), en la actualidad existe la necesidad de métodos alternativos con eficiencia comprobada para el control de plagas. La disponibilidad de tales métodos es una necesidad no solo de productores, sino también de consumidores que demandan productos libres de residuos de agrotóxicos y producidos con tecnología ambientalmente segura.

En el manejo de cultivos de hortalizas y frutales, las plagas limitan la producción e incrementan los costos; para lo cual existen alternativas de bajo costo, de fácil preparación. Una opción es el caldo sílico sulfocálcico de uso permisible en agricultura orgánica, que no causa impactos negativos en el medioambiente, se degrada fácilmente y no contiene ingredientes de productos químicos prohibidos internacionalmente (CENTA, s. f.).

El caldo sílico sulfocálcico es un compuesto mineral, efectivo para el control de hongos y ácaros, además fortalece el sistema inmunológico de los cultivos, debido a la presencia del silicio, elemento involucrado en el aumento de la resistencia de las plagas y enfermedades. Estos minerales en forma separada tiene acción fungicida, muy conocida desde hace mucho años (Ulate, 2017).

Restrepo (2007), indica que para obtener los mejores resultados es indispensable usar cal viva (CaO) de la mejor calidad. En cuanto más rápidamente se apague la cal, mejor, porque el calor desprendido ayuda a la cocción. Cuando no es fácil conseguir cal viva (óxido de calcio), se puede usar cal apagada, también llamada cal hidra o de construcción, pero ésta tiene que ser de la mejor calidad.

El mismo autor menciona que el azufre es reconocido mundialmente como uno de los más antiguos productos utilizados para el tratamiento de muchos cultivos, a pesar de no ser soluble en agua, lo podemos preparar en forma de excelentes emulsiones que lo viabilizan para ser empleado en pulverizaciones. Existen varias formas de azufre comercial, como las flores de azufre o sublimado, el azufre común en terrones y el azufre finamente molido. El azufre molido finamente pulverizado, puede usarse, siendo considerablemente más barato y debe tener del 98% al 99% de pureza.

La composición de la ceniza de cáscara de arroz comparte con la cáscara su alto contenido de sílice (cerca al 90 %). Este componente es necesario para muchos tipos de cultivo ya que aumenta el crecimiento y modifica la arquitectura de las plantas, tiene potencial para aumentar la productividad y disminuye el ataque de enfermedades fungosas (Rodríguez 2018).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El pimiento

2.1.1. Origen

El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum L.* se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses (Infoagro, s.f.).

2.1.2. Taxonomía

De acuerdo a Aldana (2001), la taxonomía del pimiento es:

- Reino: Vegetal
- Clase: Angiospermae
- Subclase: Dicotyledoneae
- Orden: Tubiflorae
- Familia: Solanaceae
- Género: *Capsicum*
- Especie: *annuum Millar*

2.2. Morfología

2.2.1. Planta

Pino (2018), menciona que el pimiento es una planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5m y 2m, las plantas más altas corresponden a gran parte de los híbridos cultivados en invernadero.

2.2.2. Sistema radicular

El sistema radicular del pimiento es pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que

horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro (Infoagro, s.f.).

2.2.3. Tallo principal

Fornaris (2005), indica que los tallos son angulosos convirtiéndose en cilíndricos según maduran, y leñosos en la base. El tallo principal de la mayoría de las variedades comerciales produce de 8 a 15 hojas antes de que aparezca la primera flor y entonces se ramifica, dividiéndose en su ápice en dos o tres ramas. Cada rama produce una o dos hojas, terminando en una flor y entonces se divide otra vez en dos ramas de segundo orden.

2.2.4. Hojas

Las hojas son alternadas, simples, de forma ovada o algunas veces casi lanceoladas, y con su punta ahusada o gradualmente estrecha y puntiaguda. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto. Se considera una planta lenta en su desarrollo foliar, lo que la hace susceptible a la competencia de las malezas (Fornaris, 2005).

2.2.5. Flor

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Infoagro, s.f.).

2.2.6. Fruto

Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas,

ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros (Infoagro, s.f.).

2.3. Requerimientos del cultivo

2.3.1. Temperatura

Mula (2012), expresa que las temperaturas óptimas de crecimiento está establecidas entre los 15 °C y 32 °C, un poquito más en época de floración o cuando produce sus frutos.

2.3.2. Suelo

Suelos drenados y profundos, con contenido en materia orgánica del 3% y de tipo franco-arcillosos. El pH del suelo para el cultivo del pimiento es bastante amplio y su rango puede abarcar desde el 5,5 al 8, siendo recomendable que esté en torno a 6-6,5 (ligeramente ácido) (Mula, 2012).

2.3.3. Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Guato, 2017).

2.3.4. Luminosidad

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Guato, 2017).

2.4. Semillas california Wonder

Según Naturnoa (2015), el Pimiento Dulce Californian Wonder es el pimiento estándar dulce. Es una variedad tradicional de 1928 que aún sigue siendo de los más grandes de tipo campana, y uno de los más consumidos en todo el mundo, ya

que es una variedad muy productiva y resistente en muchos climas. Las semillas que ofrecen de esta variedad son ecológicas.

Es una variedad muy productiva, produce muchos frutos de forma cuadrada, de 10x10 cm y de unos 150 gr de peso. Maduran del verde al rojo brillante y tienen una carne gruesa, tierna y muy dulce. Es una planta mediana que mide entre 60 y 70 cm por lo que es apta para macetas. Es resistente al virus del mosaico del tabaco (Naturnoa, 2015).

2.5. Caldo sílico sulfocálcico

El caldo sílico sulfocálcico es un producto creado hace más de 100 años y que ahora es muy útil en la agricultura orgánica, tiene una acción protectora y fortalecimiento de toda el área de la lámina foliar en los cultivos. Esto quiere decir que las hojas quedan más gruesas y resistentes contra el ataque de enfermedades y algunos insectos raspadores de hojas (Aramendy, 2011).

2.5.1. Azufre

El azufre que se usa en este producto tiene un efecto fungicida y acaricida, en tanto que la cal aporta el calcio, un elemento muy importante para disminuir la acidez del suelo, ya que cuando el suelo es muy ácido aparecen muchos hongos (Reyes et al. 2015).

Vega (2014), manifiesta que otra función que desempeña el azufre es actuar como controlador de algunos insectos como pulgones, escarabajos, huevos y gusanos de muchas mariposas, en la ganadería se utiliza como un magnifico controlador de garrapatas y en el control del piojo. Por sus múltiples modos de actuar (repelente, nutricional, acaricida, fungicida e insecticida) es fundamental emplearlo en diferentes concentraciones, para cada caso específico.

2.5.2. Cal

La cal puede actuar como un insecticida y fungicida, afecta la cubierta serosa de los insectos provocando su desecación, perjudica la eclosión de los huevos inhibiendo

el nacimiento de éstos. Además, evitan que germinen o se multipliquen las esporas que dan origen a los hongos que producen el pasmo (Argenpapa, 2015).

2.5.3. Cascarilla de arroz

Según Rodríguez (2018), este micronutriente protege a los cultivos contra el ataque de enfermedades e insectos plagas debido a que la acumulación de silicio en los tejidos vegetales permite proteger a la planta fortaleciendo mecánica y bioquímicamente sus tejidos evitando así su debido deterioro.

2.6. Plagas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum. L*)

2.6.1. Pulgón verde (*Myzus persicae*)

Algunas de las plagas tempranas en el pimiento tenemos el pulgón verde (*Myzus persicae*) este, al igual que la mayoría de los insectos chupadores, se sitúan en el envés de las hojas donde se alimenta de la savia de las plantas robándole agua y nutrientes. Al absorber la savia de las plantas provocan debilitamiento generalizado, que se manifiesta en un retraso en el crecimiento y amarilleamiento de la planta. Como resultado, el crecimiento de la planta se ralentiza, provocando la deformación de las hojas o, si la infestación se produce suficientemente pronto en la temporada, la necrosis de las plantas jóvenes. El retraso en el crecimiento y la defoliación disminuyen la cosecha (Gosálbez, 2020).

2.6.2. Las moscas blancas (*Bemisia tabaci*)

Atacan principalmente los brotes tiernos de las plantas, produciendo importantes pérdidas de savia, ya que succiona la savia de la planta por adultos y larvas, provocando debilitamiento de la planta e incluso con poblaciones numerosas marchitamiento de las hojas. Cuando la mosca se alimenta, la savia que no aprovecha sale en forma de melaza que sirve de soporte a la "negrilla" en hojas y frutos (Gerdisa, 2017).

2.6.3. Trips

Sierra (2017), indica que debido a su excelente capacidad de adaptación natural, los trips se han desarrollado hasta convertirse en una de las plagas más dañinas y ampliamente extendidas. Provocan graves daños en los cultivos al extraer los fluidos de las células vegetales, inducen la formación de cicatrices en la hoja y deformación en su crecimiento, daño en forma de puntitos amarillentos, blancos o plateados en la superficie de la hoja, así como residuos en forma de puntos pequeños de color negro, que son el excremento de estos insectos.

El mismo autor menciona que otro virus transmitido por este insecto es el virus del mosaico del tabaco (TMV) cuando el trips se alimenta de polen de una planta enferma y entra en contacto con otra. Esta enfermedad ocasiona deformaciones en las hojas, amarillamientos, y puede provocar necrosis en hoja y fruto.

2.7. Insectos benéficos

Son aquellos que en algún momento de su vida (estadios inmaduros o adultos) se van a alimentar de los insectos plaga (que son los que se alimentan de las plantas) para poder completar su desarrollo, por ello son considerados como benéficos o buenos porque van a contribuir a mantener la población de las plagas a niveles en los que no causen un impacto económico grande, además de evitar el uso de productos químicos como insecticidas (Sacapuca, 2016).

2.7.1. Mariquita (*Coccinella septempunctata*)

Las mariquitas no sólo son inofensivas, coloridas y adorables, sino que también son defensoras incondicionales del jardín. Esto se debe a su gran capacidad para alejar a los desagradables bichos que destruyen tus plantas. Se ha demostrado que una sola mariquita es capaz de comer más de cincuenta pulgones cada día, lo que suma unos cinco mil en su vida (Agroecología, 2021).

También menciona que tienen apetito por los gusanos harinosos, las chicharritas y los ácaros. Como ventaja añadida, no tienes que preocuparte de que las larvas de

mariquita se coman tus plantas o de que los pequeños bichos sean devorados por los depredadores, ya que segregan un olor que no gusta a otros insectos.

2.7.2. Avispas parasitarias

Existen algunas especies de avispas que ayudan a controlar ciertas plagas, aquí los adultos ponen sus huevos sobre o dentro del insecto plaga (que vendrá a ser el hospedero), al nacer las larvas empiezan a alimentarse del hospedero, matándolo al poco tiempo, sin que este pueda hacer algo para defenderse (Sacapuca, 2016).

2.7.3. Abeja (*Apis mellifera*)

Reinoso (2016), menciona que no todos los insectos perjudican nuestro huerto, algunos se encargan de controlar plagas. También existen otros como la abeja que se encargan de la polinización, ayudando a mover el polen de una flor en otra. Esto genera la fecundación de las flores para obtener frutos. Los insectos polinizadores también ayudan a preservar la biodiversidad.

2.7.4. Arañas depredadoras

El estudio, publicado en la revista *Insects*, evidencia el control biológico natural que pueden ejercer las distintas especies de arañas sobre las habituales plagas, principalmente la de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*). Los distintos tipos de arañas son depredadoras de la mosca blanca en las diferentes fases de su madurez. Por ejemplo, las especies de arácnidos cazadores son depredadores potenciales de la ninfa de la mosca blanca y de sus adultos. Asimismo, la mosca en estado adulto, es presa potencial de las arañas tejedoras, al quedar atrapadas en las telas (Sinc, 2018).

2.8. Planteamiento del problema y justificación

El cultivo de pimiento (*Capsicum annum L*) está expuesto al ataque de diversas plagas y enfermedades, ocasionando una reducción en la calidad y cantidad de cosecha, por lo cual, se hace necesario un control fitosanitario adecuado para evitar posibles problemas durante la fase de crecimiento vegetativo y fructificación de la planta, para así obtener un producto de mejor calidad.

En el Ecuador, la mayoría de los agricultores utilizan productos químicos altamente tóxicos para el control de plagas, causando graves problemas a la producción, al medio ambiente y a la salud del ser humano. Además, ha ocasionado más erosión en los suelos por lo que la planta se vuelve más susceptible al ataque de plagas y enfermedades, causando que los agricultores tengan más gastos en el cultivo.

El presente trabajo de investigación esta direccionado en buscar una nueva alternativa para el control de las plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento que se base en el uso de productos naturales, para así no depender de los agroquímicos y obtener una producción más sana, priorizando la seguridad ambiental y social, empleando como insecticida orgánico el caldo sílico sulfocálcico o también conocido como caldo de vidrio, que es obtenido por el tratamiento térmico del silicio, azufre y la cal, para evaluar que dosis es la más efectiva en el control de insectos plagas en el cultivo de pimiento.

III. HIPÓTESIS

La aplicación del caldo de vidrio en dosis adecuadas controla eficientemente los insectos plagas tempranos del cultivo de pimiento sin afectar al control biológico natural.

IV. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Evaluación del caldo de vidrio a base de sílice con sulfato de calcio para el control de insectos tempranos en el cultivo de pimiento.

Objetivos específicos

- Determinar la eficacia del caldo de vidrio como controlador de insectos tempranos en el cultivo de pimiento.
- Evidenciar la mejor dosis en el control de insectos plagas tempranas.
- Realizar una estimación económica de los tratamientos en estudio.

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el sitio La Pradera del Cantón Manta de la Provincia de Manabí. Coordenadas: 0°58'30.7"S 80°41'23.3"W. Latitud -0.975141, Longitud -80.689825, Avenida P 10 y Calle P 17 A.

5.2. Características climatológicas

- Temperatura: 26 °C
- Precipitación: 177 mm
- Humedad relativa: 74%
- Textura: Franco arcilloso
- Heliofania: 1011.0 horas del sol/año
- Origen : Tropical

5.3. Factores en estudio

La investigación es unifactorial representada por el proceso de elaboración de caldo de vidrio, donde las variantes son las diferentes dosificaciones (50ml-150ml-250ml) y testigos (convencional y absoluto).

5.3.1. Tratamientos

Tabla 1.- Descripción de los tratamientos de estudio

Tratamiento	Insecticida	Dosis
T1	Caldo de vidrio (azufre+cal+ceniza)	50ml/L
T2	Caldo de vidrio (azufre+cal+ceniza)	150ml/L
T3	Caldo de vidrio (azufre+cal+ceniza)	250ml/L
TC	Testigo (Químico convencional) Imidacloprid	2ml/L
TA	Testigo absoluto	0

5.4. Diseño Experimental

Para la investigación se empleó un diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), utilizando 5 tratamientos, con tres repeticiones.

5.4.1. Características de las unidades experimentales

Tabla 2.- Característica de la unidad experimental

Nº de u. Experimentales	15
Largo de parcela	2,5 m
Ancho de Parcela	1,5 m
Distancia entre hileras	0,60 m
Distancia entre plantas	0,50 m
Nº de plantas/UE	12 plantas
Población total de plantas	180 plantas
Área UE	3,75 m ²
Área del parcela útil	2,81 m ²
Área de los bordes	0,25m x 0,25m
Área total UE del ensayo	99,75 m ²

5.5. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA)

Con los datos que se recolectaron en la investigación se realizó un análisis de varianza (ADEVA), que luego fueron comparadas con la prueba de Tukey al 0.05%, y así poder determinar las diferencias que exista entre los tratamientos.

Tabla 3.- Análisis de varianza (ADEVA)

Fuentes de Variación	GL
Total (t.r-1)	14
Tratamientos (t-1)	4
Repeticiones (r-1)	2
Error experimental (t-1).(r-1)	8

5.6. Variables evaluadas

5.6.1. Presencia de insectos

Para determinar la presencia de insectos, se realizó el conteo del número de insectos vivos dos días antes de aplicar el caldo de vidrio por primera vez en el cultivo. Luego de la aplicación los contajes se realizaron a los 15, 30 y 45 días para determinar la residualidad de los insecticidas tanto del caldo de vidrio como del convencional; iniciando nuevas aplicaciones considerando el umbral económico del insecto plaga que se presentare.

5.6.2. Hojas afectadas

En esta variable se contó las hojas de cinco plantas por tratamiento, luego se obtuvo un promedio de hojas afectadas por tratamiento. Este dato fue recopilado después de aplicar el caldo de vidrio por primera vez en el cultivo.

5.6.3. Evaluación de insectos benéficos

Para recopilar la información de esta variable se realizó un conteo de insectos benéficos semanalmente en las parcelas.

5.7. Desarrollo de la investigación

5.7.1. Preparación del suelo

Las actividades para la preparación del terreno se realizaron una semana antes de efectuar el trasplante. Se procedió a realizar una arada y rastrada del suelo de forma manual, con el fin de desmenuzar los terrones y mejorar la aireación del suelo. Luego se niveló el terreno, principalmente para tener una pendiente uniforme.

5.7.2. Delimitación de parcelas

Con la ayuda de estacas, cinta métrica y una piola se delimitaron cada una de las parcelas con un largo de 2,5m y 1,5 m de ancho.

5.7.3. Semillero

La siembra se realizó en bandejas germinadoras, que tenían 128 orificios y una profundidad de 10cm. Para el llenado de las bandejas se realizó una mezcla de humus de lombriz con tierra arcillosa, colocando las semillas a 0,5 cm de profundidad. El riego en el semillero se realizó todos los días para mantener la tierra húmeda y que puedan germinar las plántulas, las mismas que emergieron a los 12 días después de haber sembrado.

5.7.4. Trasplante

El trasplante se realizó el 30/12/2020, es decir a los 30 días después de la germinación. Esta labor se realizó en las horas de la mañana para reducir el estrés que podría provocar el sol por el cambio de ambiente. Se trasplantaron al campo las mejores plántulas, conservando un distanciamiento de 0,50 m entre plantas y 0,60 m entre hileras.

5.7.5. Riego

El riego se llevó a cabo de forma manual, utilizando regaderas para evitar encharcamiento en el suelo. Los riegos se efectuaron cuatro veces a la semana. En la etapa de floración y fructificación se aumentó el riego con el objetivo de mantener húmedo el suelo.

5.7.6. Control de malezas

El control de malezas o deshierba se realizó de forma manual con ayuda de machete, una vez cada semana, con el objetivo de reducir la contaminación ambiental que se produce con el uso excesivo de herbicidas.

5.7.7. Fertilización

La fertilización del cultivo se llevó a cabo a los 20 días después del trasplante, se aplicó fertilizante completo en una dosis de 15 g por planta, colocándolo a 10 cm alrededor de la planta.

A los 40 días se vuelve a realizar otra aplicación de fertilizante para favorecer el desarrollo vegetativo y floración del cultivo, utilizando el fertilizante Yara Mila Complex en una dosis de 20 g por planta.

5.7.8. Control fitosanitario

Para el control de insectos y plagas el único ingrediente activo que se utilizó fue el insecticida sílico sulfocálcico en tres dosis diferentes, cada 8 días con la ayuda de una bomba de mano. Esta aplicación del insecticida se realizó en las horas de la tarde.

En el tratamiento convencional se utilizó el insecticida químico Imidacloprid, en una dosis de 2ml/L.

5.8. Elaboración del caldo sílico sulfocálcico

5.8.1. Materiales

- Medio kilo de ceniza de cascarilla de arroz
- Medio kilo de cal viva
- 2 kilos de azufre
- 10 litros de agua
- Recipiente metálico

5.8.2. Preparación

En una olla se llevaron los 10 litros de agua a ebullición, una vez que comenzó a hervir se agregó la ceniza cernida y se agitó por 5 minutos hasta hidratarla, luego se agregó la cal viva y se removió por 5 minutos más (se debe tener cuidado ya que esta adición de cal viva genera una reacción que levanta la mezcla y puede derramarse); luego de estos 10 minutos, se adicionó los 2 kilos de azufre agitando constantemente la mezcla por al menos 20 minutos; durante todo este proceso el agua se mantuvo hirviendo.

Después de los 30 minutos comenzaron a aparecer betas de color rojizo, se continuó agitando por 5 minutos más y se retiró del fuego; en este momento ya había alcanzado el punto indicado para la obtención del caldo sílico sulfocálcico; por último se dejó reposar la mezcla sin tocarla por lo menos 20 minutos, para que los sólidos de la mezcla se separaran de la fase líquida; se extrajo el líquido de encima, el cual tenía un color rojizo oscuro o color vino. El caldo se almacenó en botellas de agua de 4L en un lugar oscuro y fresco, se adicionó una cucharada de aceite de cocina en la botella, esto con el objetivo de generar un sello que no permita la entrada de oxígeno a la mezcla. (Se puede conservar por 6 meses y se debe proteger de luz y el oxígeno).

La pasta sílica sulfocálcico que quedó en el fondo de la olla, es un excelente sellador para los cortes de poda en árboles frutales y ornamentales.

5.8.3. Aplicación del caldo sílico sulfocálcico para el control de plagas

La aplicación del caldo sílico sulfocálcico para el control de plagas insectos se realizó 15 días después del trasplante, utilizando 3 dosificaciones 50, 150 y 250 ml/L agua con la ayuda de una bomba de mano. Las aplicaciones se realizaron cada 8 días en las horas de la tarde para que el producto tenga más efectividad. Al momento de aplicar el caldo de vidrio se humedeció totalmente el follaje del cultivo.

En el testigo convencional se aplicó el insecticida químico Imidacloprid en una dosis de 2 ml/L agua. La aplicación se efectuó dependiendo del umbral económico del insecto plaga en el cultivo.

En el testigo absoluto no se aplicó ningún insecticida para poder hacer las comparaciones con los demás tratamientos.

5.9. Toma de datos

La toma de datos sobre la aplicación del caldo sílico sulfocálcico se tomó desde los 15 días después del trasplante y se realizaron 6 aplicaciones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de las variables para determinar la eficacia del insecticida sílico sulfocálcico sobre insectos plagas que atacan al cultivo de pimiento, fueron analizados en el programa estadístico INFOSTAT, ajustados a cálculos convencionales para la interpretación de las variables respuestas. También se realizó una estimación del costo de los tratamientos en estudio.

De acuerdo a los datos obtenidos en las evaluaciones de campo de presencia de insectos plagas del pimiento se obtuvieron los siguientes Resultados y Discusiones:

6.1. Insectos- plagas y variables registradas

6.1.1. Insectos plagas

En la investigación se presentaron los siguientes insectos plagas: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*); Trips (*Frankliniella occidentalis*); y pulgones (*Myzus persicae*), causándole daños al cultivo, en diferentes niveles.

6.1.2. Variables registradas

Para evaluar la eficacia del insecticida sílico sulfocálcico en los tratamientos, se obtuvieron los siguientes resultados que se presentan en números promedios en las siguientes variables:

- A. Presencia de insectos-plagas
- B. Hojas afectadas
- C. Evaluación de insectos benéficos

6.2. Descripción y análisis de los resultados

6.2.1. Evaluaciones de presencia de insectos plagas en el campo

Una vez realizado el trasplante y establecido el cultivo en sus diferentes tratamientos en parcelas de pimiento, se procedió a evaluar o monitorear la

presencia de poblaciones de insectos plagas muy necesarias para el inicio o aplicación de los tratamientos en estudio.

6.2.2. Evaluación de insectos plagas (antes de aplicación de tratamientos)

El primer insecto plagas presentado fueron ninfas y adultos de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), cuyas poblaciones se reportan en la Tabla 4 y el análisis de varianza en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Presencia de insectos plagas antes del tratamiento. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	3997,33		
Tratamientos	4	778	194,5	0,51 NS
Repeticiones	2	176,53	88,27	0,23
Error experimental	8	3042,8	380,35	
CV 14,99 %				

Tabla 4.- Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas antes del tratamiento. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias	
T2	143	A
T1	133,33	A
TC	127	A
T3	125,33	A
TA	123	A

Análisis

En la Tabla 4 se reportan que las poblaciones presentadas de *Bemisia tabaci* que fueron uniformes en el cultivo de pimiento donde mostraron ligeras diferencias numéricas en las parcelas, pero estadísticamente fueron no significativas (Cuadro 1), lo cual es ideal para iniciar el estudio de valoración de eficacia del preparado orgánico, el insecticida sílico sulfocálcico en varias dosis, que fueron comparados con un tratamiento convencional a base de Imidacloprid, que es el más utilizado por

los productores y un testigo absoluto sin aplicación alguna; teniendo un coeficiente de variación de 14,99% que indica aceptable dispersión de datos.

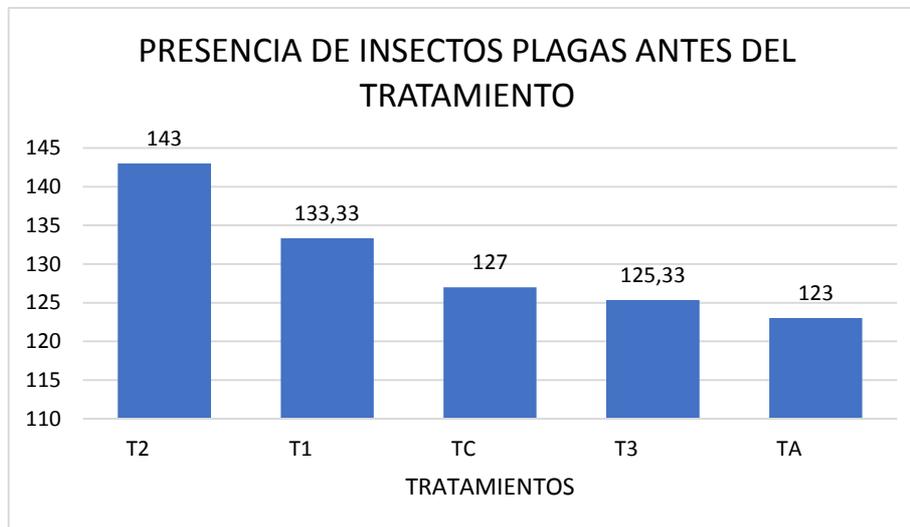


Gráfico 1.- Presencia de insectos plagas antes de aplicación de tratamientos

6.2.3. Presencia de insectos plagas a los 15 días

Cuadro 2.- Presencia de insectos plagas a los 15 días de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	4167,67		
Tratamientos	4	3583,07	895,77	13,57**
Repeticiones	2	56,7	28,35	0,43
Error experimental	8	527,9	65,99	
CV 14,98%				

Tabla 5.- Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 15 días de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias
TA	74,9 A
T1	70,09 A
TC	48,87 B
T2	39,17 C
T3	38,11 C

Análisis

La evaluación de las poblaciones de *Bemisia tabaci* realizada a los 15 días después de realizar la primera aplicación de los tratamientos en estudio, según el Cuadro 2 reporta diferencia de control en los tratamientos con altos niveles significativos (13,57**), mismos que calificados según la prueba de comparación de promedios de tukey al 5% (Tabla 5), establece tres rangos de eficacia entre los tratamientos, destacando que en los primeros 15 días de aplicación del insecticida sílico sulfocálcico, la dosis de 250ml resultó similar estadísticamente en eficacia al tratamiento T2 (150ml).

En el testigo absoluto sin aplicación alguna se obtuvieron lo más altos promedios de moscas blancas de 74,90 individuos/planta; con un 14,98% de aceptable porcentaje de dispersión de las poblaciones.

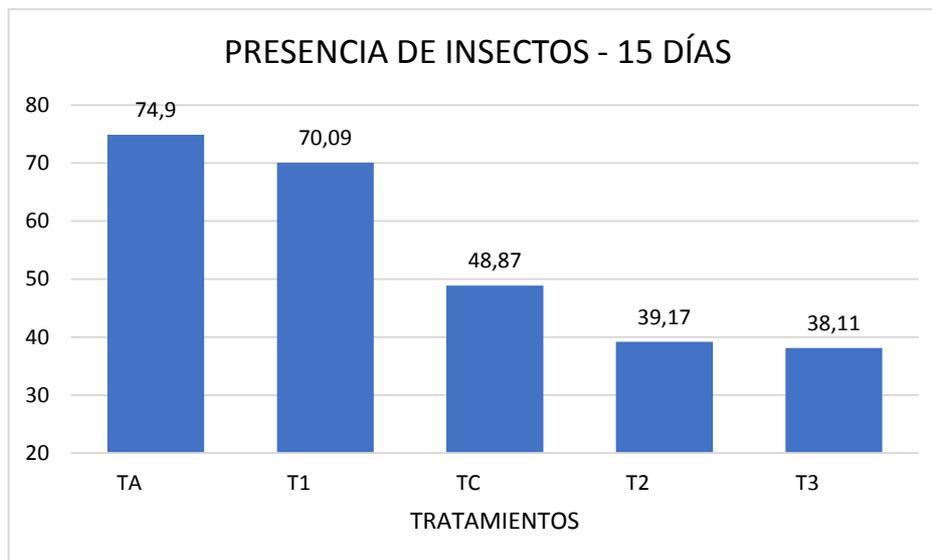


Gráfico 2.- Presencia de insectos plagas a los 15 días de aplicación de los tratamientos

6.2.4. Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos

Cuadro 3.- Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	5597,08		
Tratamientos	4	4929,52	1232,38	15,05**
Repeticiones	2	12,29	6,15	0,08
Error experimental	8	655,26	81,91	
CV 22,92%				

Tabla 6.- Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias
TA	73,7 A
T1	35,9 B
TC	35,34 B
T3	33 B
T2	19,48 B

ANÁLISIS

En la Tabla 6, Cuadro 3 se reportan las poblaciones de *Bemisia tabaci* realizada a los 30 días con un nivel altamente significativo (15,05**), donde se mostró que el TA sin aplicación alguna, obtuvo mayor cantidad de población de insectos plagas en el cultivo de pimiento, con un promedio de 73,70 de individuos/planta. Los demás tratamientos resultaron estadísticamente similares, siendo el tratamiento T2 (150 ml) el que presentó una media de 19,48 de individuos/planta. Con un 22,92% de coeficiente de variación siendo un porcentaje aceptable en la dispersión de datos.

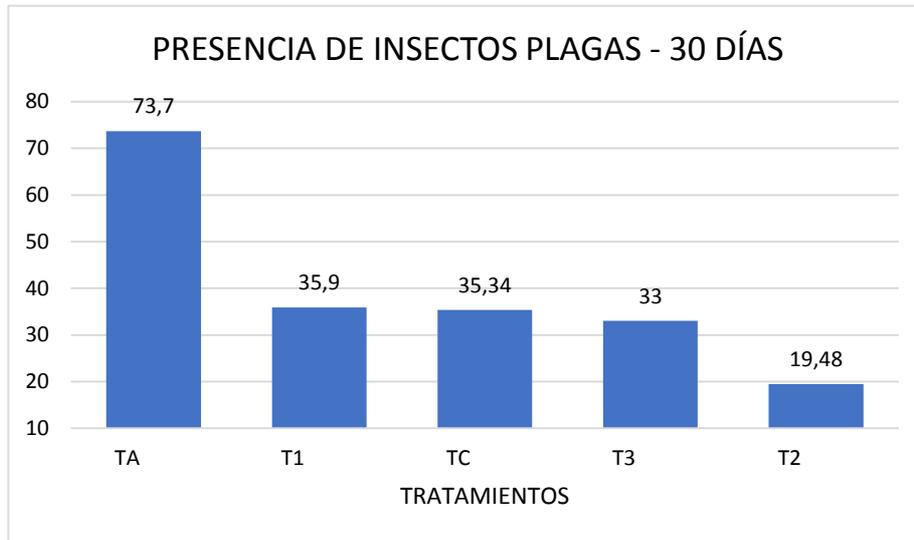


Gráfico 3.- Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos

6.2.5. Presencia de insectos plagas a los 45 días de aplicación de los tratamientos

Cuadro 4.- Presencia de insectos plagas a los 45 días de aplicación de los tratamientos. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	909,61		
Tratamientos	4	885,24	221,31	84,35**
Repeticiones	2	3,37	1,69	0,64
Error experimental	8	20,99	2,62	
CV 5,13%				

Tabla 7.- Prueba de comparación de promedios de presencia de insectos plagas a los 45 días de aplicación de los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias
TA	40,12 A
T1	35,29 B
TC	34,18 B
T3	30,91 B
T2	17,4 C

Análisis

En el Cuadro 4 se presentan los datos obtenidos a los 45 días de aplicado los tratamientos, donde se observa diferencia de control con altos niveles significativos (84,35**), mismos que calificados según la prueba de comparación de promedios de tukey al 5%, demostró que el T2 fue la dosis que mejores resultados dio, con una media de 17,4 individuos/planta. Mientras que el tratamiento TA, donde no se le aplicó ningún insecticida presentó un media de 40,12, indicando que fue el tratamiento en el que más población de insectos plagas se presentaron. El coeficiente de variación fue de 5,13% indicando un porcentaje aceptable en la dispersión de datos.

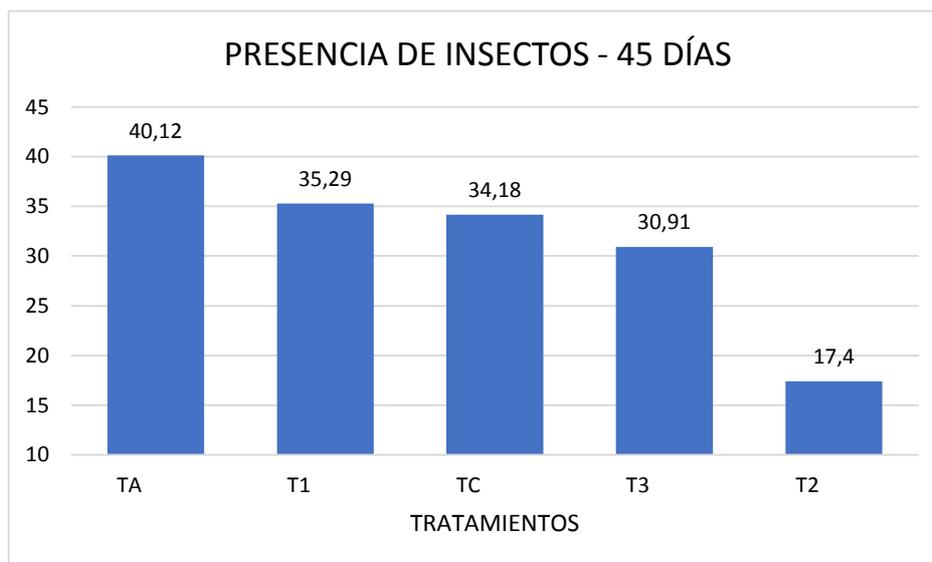


Gráfico 4.- Presencia de insectos plagas a los 30 días de aplicación de los tratamientos

6.2.6. Promedios acumulados de la presencia de insectos plagas en los tratamientos

Cuadro 5.- Promedios acumulados de las evaluaciones realizadas de insectos plagas en el cultivo de pimiento. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	2713,61		
Tratamientos	4	2431,12	607,78	17,8**
Repeticiones	2	9,3	4,65	0,14
Error experimental	8	273,18	34,15	
CV 13,99 %				

Tabla 8.- Prueba de comparación de promedios acumulados de la presencia de insectos plagas en los tratamientos. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias
TA	62,91 A
T1	47,1 B
TC	39,47 B
T3	34 C
T2	25,35 C

Análisis

Los promedios acumulados de la presencia de insectos plagas, según el cuadro 5 reporta diferencia de control en los tratamientos con altos niveles significativos (17,80**), mismos que calificados según la prueba de comparación de promedios de tukey al 5%, establece tres rangos de eficacia entre los tratamientos, destacando por ejercer mejor control cuando se aplicó el insecticida sílico sulfocálcico en dosis de 150ml que resultó similar estadísticamente en eficacia al tratamiento T3 (250ml). Los demás tratamientos ejercieron menor control, pero en el testigo absoluto sin aplicación alguna se obtuvieron lo más altos promedios de moscas blancas en 62,91 individuos/planta; con un 13,99% de aceptable coeficiente de variación o porcentaje de dispersión de las poblaciones.

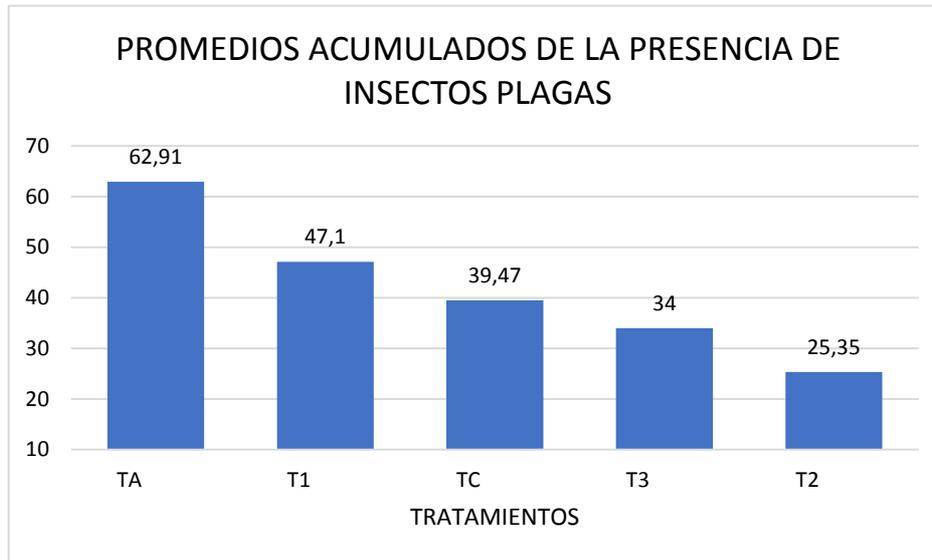


Gráfico 5.- Promedios acumulados de la presencia de insectos plagas en los tratamientos

6.2.7. Hojas afectadas

Cuadro 6.- Hojas afectadas. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	78,60		
Tratamientos	4	74,28	18,57	39,94**
Repeticiones	2	0,60	0,30	
Error experimental	8	3,72	0,46	
CV 16,39%				

Tabla 9.- Prueba de comparación de promedios de hojas afectadas en el tratamiento. Tukey 0,05% de probabilidad

TRATAMIENTOS	Medias
TA	6,87 A
TC	6,16 A
T3	4,59 A
T1	1,63 B
T2	1,55 B

Análisis

De acuerdo al número de hojas afectadas, se observa una diferencia estadísticamente significativa (39,94**), siendo el tratamiento TA (Tratamiento absoluto) el que contaba con mayor cantidad de hojas afectadas en el tratamiento, con un promedio de 6,87 de hojas afectadas. Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos TC (Testigo Químico) y T3 (250 ml/L); donde el tratamiento T2 (150ml/L) fue el tratamiento que reportó una mejor respuesta con un promedio de 1,55 de hojas afectadas, teniendo una similitud estadística con el tratamiento T1 (150 ml/L).

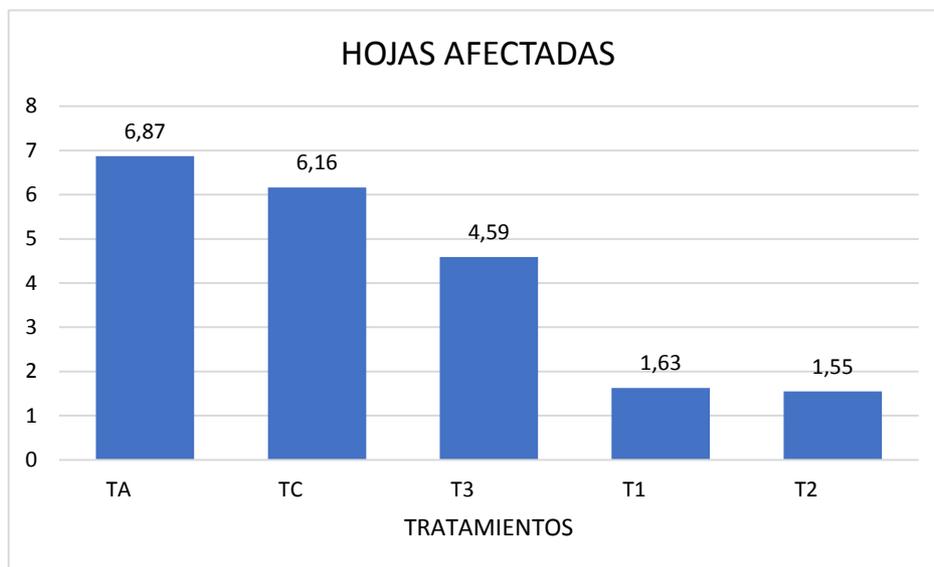


Gráfico 6.- Hojas afectadas

6.2.8. Evaluación de insectos benéficos

Se reportaron como insectos benéficos principalmente las mariquitas depredadoras de ninfas de pulgones y moscas blancas como son las especies del orden Coleóptera, familia Coccinellidae: *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*, además de avispas del género *Polistes* y arañas depredadoras.

Cuadro 7.- Evaluación de insectos benéficos. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	gl	SC	CM	FC
Total	14	213,6		
TRATAMIENTOS	4	200,27	50,07	41,15**
REPETICIONES	2	3,6	1,8	1,48
Error	8	9,73	1,22	
CV 14,91%				

Tabla 10.- Prueba de comparación de promedios de insectos benéficos. Tukey 0,05% de probabilidad.

TRATAMIENTOS	Medias
T2	12,00 A
T1	11,33 A
T3	6,00 B
TA	5,00 B
TC	2,67 C

Análisis

El Cuadro 7 en el análisis de varianza resume la presencia de los depredadores indicados anteriormente los cuales ejercieron en los diferentes tratamientos un control altamente significativo con 41,15**. Estos valores coinciden en su categorización a los datos reportados por Restrepo (2018), quien indica que el uso del insecticida sílico sulfocálcico no afecta a la fauna benéfica.

En este contexto de insectos benéficos la tabla 10, indica que el tratamiento cuando se utilizaron dosis de 50 y 150ml del insecticida orgánico en estudio son los de mayor número en reportar presencia de benéficos, con un coeficiente de variación de 14,91% siendo un porcentaje aceptable.

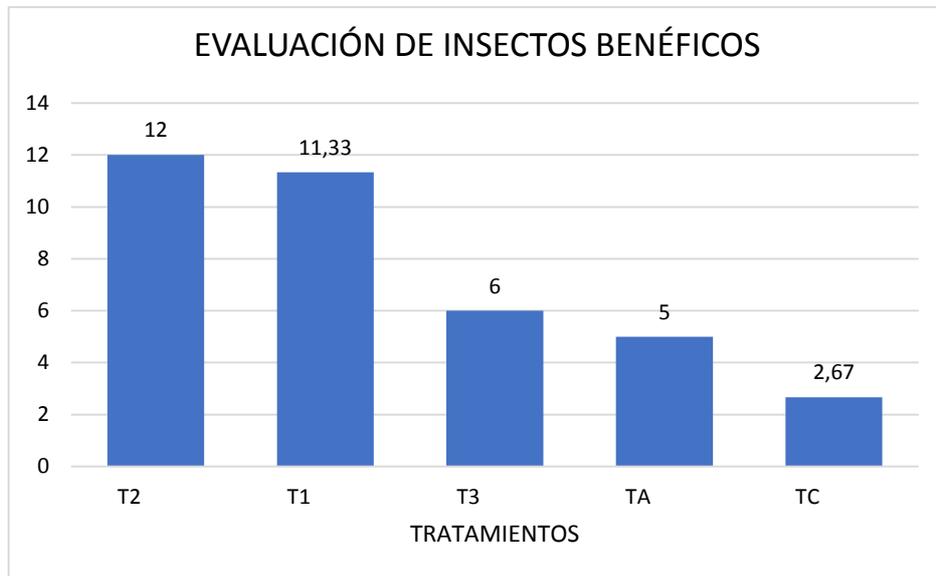


Gráfico 7.- Evaluación de insectos benéficos

6.3. Costo de producción de los tratamientos

El costo de elaboración del caldo sílico sulfocálcico, puede variar de acuerdo al lugar donde se lo vaya a preparar.

Cuadro 8.- Costo estimado para la elaboración del caldo sílico sulfocálcico

ELABORACIÓN DE 10 LITROS DE CALDO SÍLICO SULFOCÁLCICO				
Insumos/ actividad	Cantidad	Unidad	Costo por unidad	costo total
Agua	10	Lt	\$ -	\$ -
Azufre	2	Kg	\$12,00	\$24,00
Cal	0,5	Kg	\$0,25	\$0,25
Ceniza (cascarilla de arroz)	0,5	Kg	-	-
Aceite comestible	2	cucharada	\$ -	\$ -
Recipiente metálico	1	U	\$ -	\$ -
Elaboración	1	Jornal	\$ -	\$ -
			Total	\$24,25
			Por litro	\$2,43
Costo total por tratamiento	T1 (50 ml)		\$0,73	
	T2 (150 ml)		\$2,17	
	T3 (250 ml)		\$3,62	
	TC (testigo químico)		\$5,00	

El costo de elaboración de los 10 litros de caldo sílico sulfocálcico fue de \$24,25, correspondiendo un costo de \$2,43 por litro. En el tratamiento T2 (150ml) donde se obtuvieron los mejores resultados, se utilizó un total de 900ml del producto en las 6 aplicaciones con intervalos de 8 días que implica a un costo total de \$2,17 en dicho tratamiento, que comparados con el testigo convencional con el uso de Imidacloprid cuyo costo es de \$5,00 significa un ahorro superior al 50%, el cual si se compara con todos los tratamientos donde se utilizó el sílice sulfocálcico es de mayor valor y de menor eficacia respecto al control de insectos plagas.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. Basados en los resultados obtenidos se concluye que en la variable presencia de plagas, existieron diferencias altamente significativas donde en el tratamiento T2 (150 ml) se obtuvieron los mejores resultados, siendo la dosis ideal para aplicar al cultivo de pimiento para controlar los insectos plagas, y así obtener una producción más sana priorizando la seguridad ambiental y social, evitando el uso de insecticidas químicos.
2. En cuanto al porcentaje de hojas afectadas, existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento T2 (150 ml) el que reportó una mejor respuesta, demostrando en forma general que el insecticida sílico sulfocálcico no causa daño al follaje del cultivo.
3. Respecto a la presencia de insectos benéficos los tratamientos mostraron un nivel altamente significativo, siendo el tratamiento T2 (150 ml), la dosis que menos afectó a la fauna benéfica, esto se debe a que los ingredientes para elaboración del insecticida sílico sulfocálcico no son perjudiciales para la planta e insectos benéficos, lo cuales no son nocivos al cultivo.
4. Los tratamientos más económicos en la investigación fueron los T1 (50ml) y el T2 (150 ml/L), con un costo de \$0,73 y \$2,17 respectivamente, en las 6 aplicaciones de insecticida sílico sulfocálcico que se realizó al cultivo, a diferencia del tratamiento convencional en el que se utilizó el insecticida químico Imidacloprid que tenía un costo más elevado y es más perjudicial para nuestra salud y el medio ambiente.

7.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del insecticida sílico sulfocálcico para el control de insectos plagas que atacan al follaje del cultivo de pimiento, además considerar realizar aplicaciones en horas de la mañana o tarde cuando no exista mayor intensidad solar, ya que los rayos del sol deterioran la efectividad del producto y se podría ocasionar fitotoxicidad.
2. El insecticida sílico sulfocálcico preserva a la entomofauna benéfica, muy necesaria para el control biológico de los insectos plagas del pimiento.
3. El uso del insecticida sílico sulfocálcico es una buena alternativa para el control de insectos plagas, ya que ha demostrado eficacia superior en todas las dosis estudiadas, respecto al uso del insecticida convencional Imidacloprid con lo que se evitará el uso de insecticidas tradicionales, evitando así efectos colaterales en la salud humana y en la agroecología.
4. Se recomienda realizar nuevas investigaciones del insecticida sílico sulfocálcico evaluando diferentes dosis en otros cultivos, ya que en esta investigación los resultados fueron prometedores como eficiente compuesto orgánico.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroecología. 2021. 11 insectos beneficiosos para el jardín y la huerta (en línea). Consultado 06 mar. 2021. Disponible en <https://www.ecojardinmagico.com/11-insectos-beneficiosos-para-tu-jardin-y-como-atraerlos/>

Aldana, A. 2001. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 2. 2 ed. Bogotá. CO. Panamericana formas e impresos. p. 304-306

Aramendy, R. 2011. Un glosario para el Agroecologista. 1 ed. España, Multiversidad Popular de Misiones-SEAE. 259 p.

Argenpapa. 2015. Propiedades de la cal: el calcio (en línea). Consultado 30 jul. 2020. Disponible en [https://www.rogenpapa.com.ar/noticia/732-propiedades-de-la-cal-el-calcio#:~:text=LA%20CAL%20PUEDE%20ACTUAR%20COMO,larvas\)%20y%20afidos%20o%20pulgon.es](https://www.rogenpapa.com.ar/noticia/732-propiedades-de-la-cal-el-calcio#:~:text=LA%20CAL%20PUEDE%20ACTUAR%20COMO,larvas)%20y%20afidos%20o%20pulgon.es).

Cabrera-Marulanda, MA; Robledo-Buriticá, J; Soto-Giraldo, A. 2018. Actividad insecticida del caldo sulfocálcico sobre *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). Boletín científico, 22 (2): 24-32.

Cañedo V; Alfaro A; Kroschel J. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 48p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). S. f. Caldo Sulfocálcico (en línea). Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_12.pdf

Cobo, R. 2012. "Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero". Tesis Ing. Quito, Ecuador, USFQ. 52 p.

Fornaris, G. 2005. Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento. Características de la planta. Mayagüez, Puerto Rico. 96 p.

Gerdisa. 2017. Cómo Combatir la Mosca Blanca en Cultivos de Invernadero (en línea). Consultado 28 sep. 2020. Disponible en <http://gerdisa.com/combater-la-mosca-blanca-invernaderos/>

Gosálbez, C. 2020. ¿Cómo combato el pulgón? (en línea). Consultado 28 sep. 2020. Disponible en https://www.planetahuerto.es/revista/como-combato-el-pulgón_00098

Guato, M. 2017. “Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a las condiciones agroclimáticas de la Comunidad La clementina, Parroquia Pelileo, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua”. Tesis Ing. Agronómica. Pelileo, Tungurahua. UTA.

Infoagro. s.f. El cultivo del pimiento (en línea). Consultado 04 mar. 2021. Disponible en <https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Mula, J. 2012. Cómo realizar el cultivo del pimiento en tu huerto o jardín (en línea). Consultado 06 mar. 2021. Disponible en <https://www.agromaticas.es/cultivo-del-pimiento/#:~:text=Requerimientos%20climato%3%B3gicos,tienes%20que%20tener%20un%20invernadero>

Naturnoa, 2015. Pimiento Dulce Californian Wonder - semillas no tratadas (en línea). Consultado 06 mar. 2021. Disponible en <http://naturnoa.com/es/pimientos-dulces-y-picantes/38-pimiento-dulce-californian-wonder-semillas-no-tratadas.html>

Pino, M. 2018. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. Boletín INIA. Santiago, Chile. N° 360.

Reinoso, V. 2016. Insectos benéficos en nuestro huerto. Nuestros aliados para el control de plagas (en línea). Consultado 06 mar. 2021. Disponible en <https://consumidoresorganicos.org/2016/11/11/insectos-beneficos-en-nuestro-huerto/>

Restrepo, J. 2007. Caldos minerales (en línea). Consultado 04 mar. 2021. Disponible en <http://www.agriculturaorganica.org/wpcontent/uploads/uploads-publicaciones/ABC-de-la-Agricultura-organica-Caldosminerales.pdf>

Reyes, R; Leal, G; Aguirre C. 2015. “Gestión del conocimiento para la innovación del desarrollo rural sostenible: fortaleciendo la agricultura familiar y la economía campesina” (en línea). Consultado 30 jul. 2020. Disponible en <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/18/tecnicas-basicas-para-la-elaboracion-de-insumos-peque.pdf>

Rodríguez, O. 2018. Determinación de la cantidad de ceniza en la incidencia de nematodos en plantones de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito de Soritor – 2017. Tesis Ing. Ambiental. Moyobamba, Perú. UNSM.

Sacapuca, G. 2016. Insectos benéficos para la agricultura (en línea). Consultado 06 mar. 2021. Disponible en <https://www.slideshare.net/dilberzhito/insectos-beneficos-para-la-agricultura>

Sierra, J. 2017. Qué son los trips y cómo manejarlos (en línea). Consultado 28 sep. 2020. Disponible en <https://www.seminis.mx/blog-que-son-los-trips-y-como-manejarlos/>

Sinc. 2018. Las arañas realizan un control natural de plagas en cultivos de invernadero (en línea). Consultado 28 sep. 2020. Disponible en <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-aranas-realizan-un-control-natural-de-plagas-en-cultivos-de-invernadero>

Ulate, R. 2017. Elaboración de caldos minerales protectores. Boletín divulgativo. Costa Rica. 6 p.

Vega, V. 2014. Manual “Control Natural de Plagas y Enfermedades”. Tula, Tepeji, Difusión y Divulgación Universitaria. 48 p.

IX. ANEXOS



Anexo 1. Preparación del terreno



Anexo 2 Semillas California Wonder. Siembra en bandejas germinadoras



Anexo 3. Delimitación y preparación de parcelas experimentales



Anexo 4. Trasplante de las plántulas



Anexo 5. Limpieza manual de malezas



Anexo 6. Ingredientes para la elaboración del caldo sílico sulfocálcico (Azufre, cal viva y ceniza de cascarilla de arroz)



Anexo 7. Aplicación de los ingredientes en el agua hirviendo, remoción constante del caldo



Anexo 8. Colado y envasado del caldo sílico sulfocálcico - Pasta sílica sulfocálcica



Anexo 9. Aplicación del caldo sílico sulfocálcico



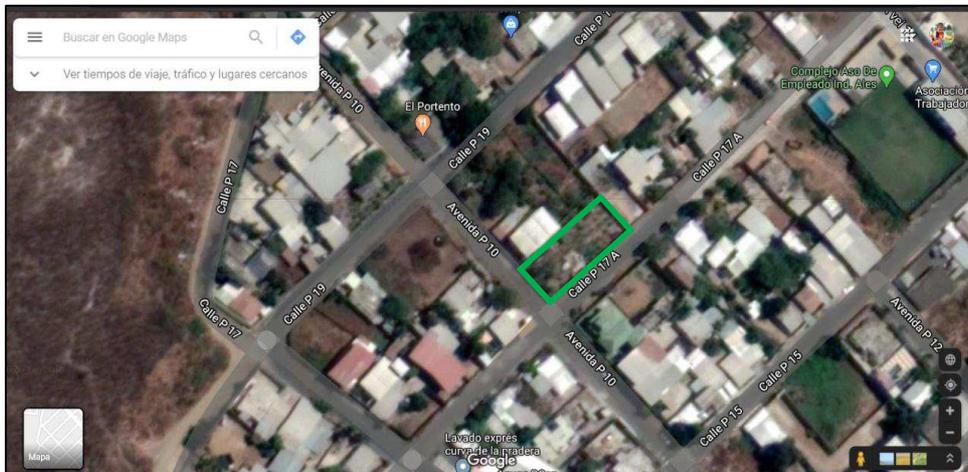
Anexo 10. Fertilización del cultivo



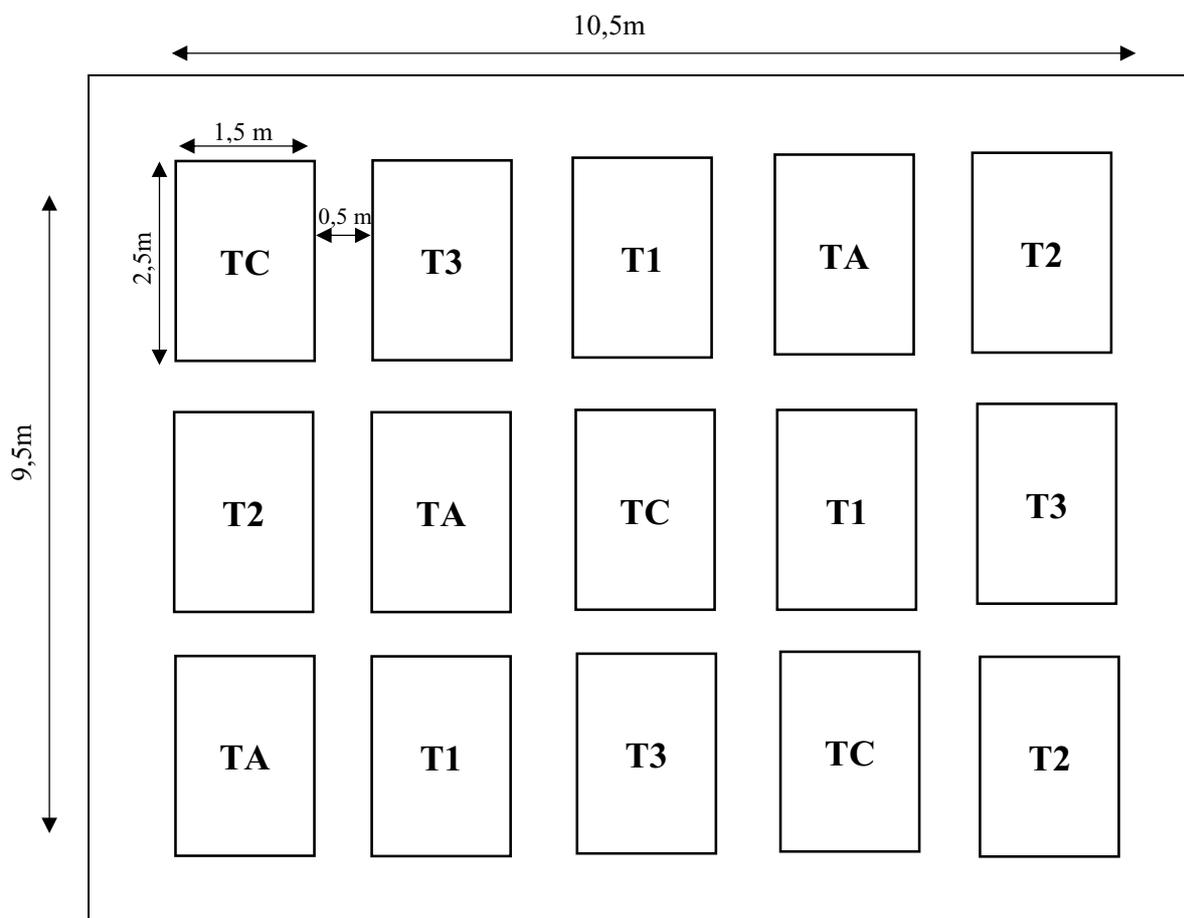
Anexo 11. Insectos plagas encontradas en el proyecto de investigación



Anexo 12. Insectos benéficos encontrados en el proyecto de investigación



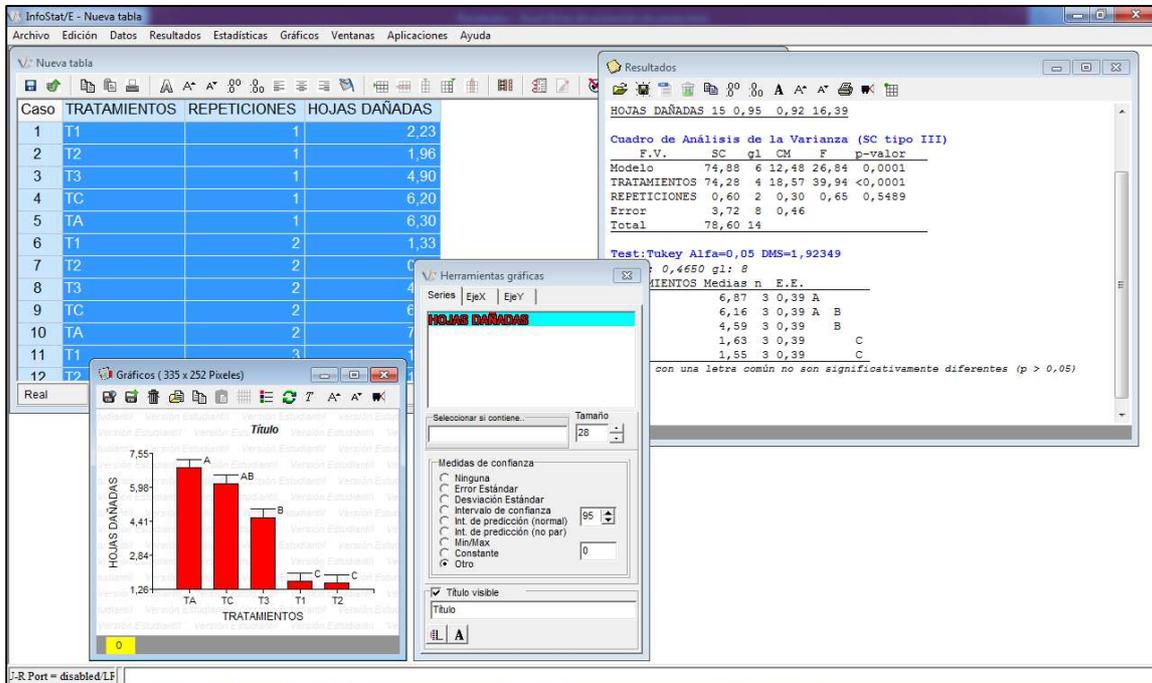
Anexo 13. Mapa Geográfico del lugar de la investigación



Anexo 14. Distribución de los tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	Insectos antes del tratamiento	Insectos a los 15 días	Insectos a los 30 días	Insectos a los 45 días	Promedios acumulados de insectos	Hojas afectadas	Insectos benéficos
T1R1	139	60,10	31,21	36,17	42,49	2,23	11
T1R2	137	75,21	38,19	35,22	49,54	1,33	12
T1R3	124	74,97	38,31	34,49	49,26	1,33	11
T2R1	123	38,00	17,00	17,67	24,22	1,96	11
T2R2	121	39,21	20,16	16,29	25,22	0,73	13
T2R3	185	40,31	21,28	18,24	26,61	1,96	12
T3R1	124	30,17	19,09	29,07	26,11	4,9	8
T3R2	123	42,36	40,27	32,16	38,26	4,66	5
T3R3	129	41,80	39,63	31,49	37,64	4,21	5
TCR1	121	45,80	37,13	35,50	39,48	6,2	2
TCR2	135	46,15	30,47	34,22	36,95	6,95	4
TCR3	125	54,65	38,43	32,83	41,97	5,33	2
TAR1	124	84,30	86,63	42,83	71,25	6,3	5
TAR2	135	79,00	72,10	38,03	63,04	7,76	6
TAR3	110	61,41	62,38	39,51	54,43	6,56	4

Anexo 15. Datos promedios de las variables estudiadas



Anexo 16. Programa utilizado para tabular los datos de las variables estudiadas (INFOTAD)