



Evaluación de caldo Sulfo-cálcico para Control de *Leptophobia aripa* en el Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)

Guaña Logacho, Flor Stephanie

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth, Ph. D.

23 de enero del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de titulación: **Evaluación de Caldo Sulfocálcico para Control de *Leptophobia aripa* en el Cultivo de Brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica***, fue realizado por la señorita **Guaña Logacho Flor Stephanie**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de enero del 2023



Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth, Ph. D.

C. C: 1709787939

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

23/1/23. 7:48

FLOR ESTEPHANIE GUAÑA LOGACHO - TESIS FLOR

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO
REVISION DE TESIS

NOMBRE DEL ALUMNO
FLOR ESTEPHANIE GUAÑA LOGACHO

NOMBRE DEL ARCHIVO
FLOR ESTEPHANIE GUAÑA LOGACHO - TESIS FLOR

SE HA CREADO EL INFORME
23 ene 2023

Resumen

Fragmentos marcados	13	4 %
Fragmentos citados o entrecuillados	6	2 %
Coincidencias de la Web		
univalle.edu.co	6	2 %
inla.gob.ar	4	0,9 %
uta.edu.ec	2	0,8 %
ucam.edu	3	0,7 %
fao.org	1	0,5 %
unison.mx	1	0,4 %
scholacampesina.org	1	0,3 %
argenpapa.com.ar	1	0,2 %



Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth, Ph. D.

C. C: 1709787939



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Guaña Logacho, Flor Stephanie**, con cédula de ciudadanía No 1724210784, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación: **Evaluación de Caldo Sulfocálcico para Control de *Leptophobia aripa* en el Cultivo de Brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica***, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 23 de enero del 2023

.....
Guaña Logacho, Flor Stephanie

C.C.: 1724210784



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo, **Guaña Logacho, Flor Stephanie**, con cédula de ciudadanía No. 1724210784 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación de Caldo Sulfocálcico para Control de *Leptophobia aripa* en el Cultivo de Brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica***, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 23 de enero del 2023

Guaña Logacho, Flor Stephanie

C.C.: 1724210784

Dedicatoria

La presente tesis la quiero de dedicar a mis padres Flor Logacho e Iván Guaña, ya que con su apoyo incondicional me enseñaron que la vida requiere esfuerzo para alcanzar una meta, ya que sus consejos me han permitido primero crecer como una persona de valores y luego como profesional.

A mi hermana y mejor amiga Mel ya que con su carácter y madurez a su corta edad ha sabido aconsejarme y animarme a seguir adelante, a pesar de las dificultades mantenerme fuerte.

A mis profesores, amigos y compañeros que todos han contribuido con partes importantes durante esta etapa fundamental en la vida.

Agradecimientos

Primero agradezco a Dios y a la Virgen, por darme la sabiduría para poder culminar mis estudios profesionales ya que todo ha sido gracias a ellos.

A mis padres y hermana, por estar presentes y pendientes de mí en todo momento dándome el apoyo y amor incondicional.

Agradezco a los Docentes de la Carrera por haber compartido sus conocimientos y experiencia en las aulas de nuestra querida institución, y especialmente mis Ingenieros Elizabeth Urbano, Juan Tigrero y Cesar Falconí por su confianza y guía durante este proyecto para culminarlo con éxito.

A Misión Social Rumiñahui por la apertura para trabajar con las comunidades productores que ellos guían y permitieron que mi persona pueda trabajar en conjunto con ellos y también poder aprender de los mismos.

Índice Contenido

Carátula	1
Certificación	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Índice Contenido	8
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
Antecedentes	15
Justificación.....	16
Objetivos	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Hipótesis	18
Hipótesis nula	18
Hipótesis alterna	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO REFERENCIAL.....	19
Agricultura orgánica.....	19

Caldos minerales.....	19
Caldo Sulfo-cálcico	20
Azufre	21
Cal	22
Especie hortícola empleada en la investigación	22
Brócoli (Brassica oleracea)	22
Importancia del cultivo de brócoli	23
Plagas del cultivo de brócoli.....	24
Leptophobia aripa	24
CAPÍTULO III	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
Ubicación lugar de investigación	26
Métodos	26
Elaboración del caldo Sulfo-cálcico.....	28
Variables a Evaluar	29
La eficacia del caldo Sulfo-cálcico	29
Incidencia de Leptophobia aripa	31
Severidad de Leptophobia aripa.	31
Análisis de datos	33
Análisis Económico	33
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
Resultados	34
Eficacia del caldo Sulfo-cálcico	34
Incidencia de Leptophobia aripa	35
Severidad de Leptophoabia aripa	37

Peso pella	38
Área foliar (cm ²)	39
Diámetro pella (cm).....	41
Rendimiento (kg/m ²)	42
Análisis económico de Presupuesto parcial de Perrín.....	44
Dominancia de tratamientos	45
CAPÍTULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49

Índice de tablas

Tabla 1	Coordenadas de los predios correspondientes a cada tratamiento	26
Tabla 2	<i>Descripción dosis de los tratamientos de caldo Sulfo-cálcico.....</i>	28
Tabla 3	<i>Anova eficacia del caldo sulfacálcico para el control de Leptophobia aripa.....</i>	34
Tabla 4	<i>Anova Incidencia Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli</i>	36
Tabla 5	<i>Anova severidad de Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli</i>	37
Tabla 6	<i>Anova peso de pella</i>	38
Tabla 7	<i>Anova área foliar (cm²)</i>	40
Tabla 8	<i>Anova diámetro de pella (cm)</i>	41
Tabla 9	<i>Anova rendimiento (kg/m²).....</i>	42
Tabla 10	<i>Costos variables y beneficio neto obtenidos en cada tratamiento</i>	45
Tabla 11	<i>Valores relación costo beneficio.....</i>	46

Índice de figuras

Figura 1	Croquis Experimental	27
Figura 2	Realización de camas y siembra	27
Figura 3	Preparación del Caldo Sulfo-cálcico	28
Figura 4	Distribución de tratamientos en unidades experimentales	29
Figura 5	Evaluación en campo de larvas en 5 cm ² en el envés de la hoja.....	30
Figura 6	Observación de excremento y huevos de <i>Leptophobia aripa</i>	31
Figura 7	Medición de área foliar con el software Imagen J.	32
Figura 8	Cosecha, medición de diámetro y pesaje de pellas	33
Figura 9	Eficacia de caldo Sulfo-cálcico	35
Figura 10	Porcentaje incidencia de <i>Leptophobia aripa</i> en brócoli.	36
Figura 11	Porcentaje de severidad de <i>Leptophobia aripa</i>	37
Figura 12	Peso (kg) de pella por unidad experimental.....	39
Figura 13	Área foliar (cm ²) de brócoli	40
Figura 14	Diámetro de pella(cm ²) por tratamiento.	41
Figura 15	Rendimiento (kg/ m ²) de cada tratamiento.....	43
Figura 16	Correlación de Pearson de las variables agronómicas	44
Figura 17	Tratamientos dominados	46

Resumen

La presente investigación tiene el fin de evaluar la eficiencia del caldo Sulfo-cálcico para el control de mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) en el cultivo de brócoli. Se realizó en la Parroquia Fajardo del Cantón Rumiñahui con la asociación Alpañan Fajardo; dedicados a producir y comercializar hortalizas de manera orgánica, ya que para ellos lo principal es tener productos sin químicos y que garanticen la alimentación sana a los consumidores.

Para determinar la eficacia del caldo Sulfo-cálcico se tomó datos en el ciclo de cultivo, para lo que se contó larvas antes y después de cada aplicación de caldo Sulfo-cálcico, para la incidencia se hizo la observación y conteo de plantas que se encontraban con afecciones de la plaga, la severidad fue evaluada al final del cultivo realizando la toma de muestras de dos hojas de 5 plantas para medir el área foliar en el paquete digital "Imagen J". Las variables agronómicas se midieron según a la productividad y calidad sabiendo que el producto a distribuirse debe ser apto tanto en tamaño, peso y buena apariencia; correspondiente al peso, este dato se obtuvo en el momento de la cosecha y se procedió a pesar 5 pellas, T2(50mL/L) obtuvo mejores resultados de acuerdo al peso con una media de 25,05 kg y diámetro de pella con 25,05 cm, el rendimiento se obtuvo en función del peso en kg producidos por cada m², donde se obtuvo mejor resultado en T2(50mL/L) de 5,57 kg/m².

Se hizo un diseño completamente al azar con 4 repeticiones por cada tratamiento, con un total de 600 plantas, evaluadas durante todo el ciclo de cultivo. Los resultados mostraron que el caldo Sulfo-cálcico del T2(50mL/L) en su mayor dosis ayudó a controlar la plaga, se obtuvo un mejor peso de 25,06 kg y rendimiento 5,57 kg/m². Mediante el análisis económico de Perrín (1988) mejor tratamiento en la relación costo beneficio se obtuvo que T1 (25mL/L) presento mejor relación con un valor de \$4,57.

Palabras clave: Brócoli, Caldo Sulfo-cálcico, *Leptophobia aripa*.

Abstract

The present investigation has the purpose of evaluating the efficiency of the sulphocalcium broth for the control of white butterfly (*Leptophobia aripa*) in the broccoli crop. It was held in the Fajardo Parish of the Rumiñahui Canton with the Alpañan Fajardo association; Dedicated to producing and marketing vegetables in an organic way, since for them the main thing is to have products without chemicals and that guarantee a healthy diet for consumers.

To determine the efficacy of the sulfocalcium broth, data was taken in the crop cycle, for which larvae were counted before and after each application of sulfocalcium broth, for the incidence the observation and counting of plants that were found with affections of the pest, the severity was evaluated at the end of the crop by taking samples of two leaves from 5 plants to measure the leaf area in the digital package "Image J". The agronomic variables were measured according to productivity and quality knowing that the product to be distributed must be suitable both in size, weight and good appearance; corresponding to the weight, this data was obtained at the time of the harvest and 5 pellets were weighed, T2(50mL/L) obtained better results according to the weight with an average of 25.05 kg and pellet diameter with 25, 05 cm, the performance was obtained based on the weight in kg produced per m², where the best result was obtained in T2 (50mL/L) of 1.57 kg/ m².

A completely randomized design was made with 4 repetitions for each treatment, with a total of 600 plants, evaluated during the entire crop cycle. The results showed that the sulfocalcium broth of T2 (50mL/L) in its highest dose helped to control the pest, a better weight of 25.06 kg and a yield of 5.57 kg/ m² were obtained. Through the economic analysis of (Perrin, 1988) the best treatment in the cost-benefit relationship, it was obtained that T1 (25mL/L) presented the best relationship with a value of \$4.57.

Keywords: Broccoli, sulfocalcium broth, *Leptophobia aripa*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Según el manejo orgánico en los cultivos, no se ha encontrado la información suficiente sobre el caldo Sulfo-cálcico aplicado en cultivos de hortalizas, entre ellos el brócoli que es de gran importancia dentro del Ecuador, su consumo principalmente va dirigido a la alimentación tanto interna como de exportación; por esta razón surge la necesidad de mejorar la producción del cultivo libre de agroquímicos y que motive a una explotación con mejor calidad.

Se considera de mucha importancia la elaboración de los caldos minerales; uno de ellos el caldo Sulfo-cálcico ya que puede ser preparado por los agricultores que se dedican a la producción de hortalizas en el cantón Rumiñahui de manera económica y sencilla debido a que los insumos son fáciles de conseguir.

Hoy en día muchas empresas y personas dedicadas a la agricultura hacen el uso inadecuado de los agroquímicos para aumentar el rendimiento de las plantas y controlar plagas, lo que establece una práctica que no es buena con el medio ambiente. En la naturaleza todo se restablece, por lo que la materia no se destruye, sino que se transforma; por eso es importante utilizar productos que no afecten la naturaleza, su entorno y que a su vez también ayuden a mantener y restablecer las propiedades del suelo; los beneficios de estos productos son económicos y ambientales es por eso que se debe incrementar el uso de los mismos en la agricultura.

Gómez (2019), menciona que: “La agricultura orgánica, es una alternativa a la agricultura convencional ya que busca la producción de alimentos hortícolas de manera saludable, exigiendo para tal fin, que en el manejo agronómico se usen materiales bioorgánicos a base de ingredientes de origen animal y/o vegetal, entre ellos; fertilizantes, insecticidas, caldos minerales descartando por completo el uso de agroquímicos”.

Una de las causas que afectan la producción de cultivo de brócoli en Ecuador es el ataque de plagas una de ellas es *Leptophobia aripa*, plaga con un ataque importante y su característica principal es causar daños en hojas donde se agrupan y llegar a destruir en su totalidad, exceptuando los nervios.

Justificación

La asociación Alpañan Fajardo perteneciente a la parroquia de Fajardo del cantón Rumiñahui, cultivan hortalizas con pocos recursos económicos y una cantidad mínima de espacio; hacen uso de varios caldos minerales considerados orgánicos entre ellos el caldo Sulfo-cálcico, pero desconocen el efecto de las aplicaciones debido a que no existen muchos estudios sobre el tema.

El productor de hortalizas a baja escala en el Cantón Rumiñahui tiene escasas posibilidades de competir por sí solo, por falta de información sobre técnicas de manejo, capacitación para mejorar la producción y hacer un buen uso de los recursos. Por otro lado, los agricultores se topan con impedimentos a la hora de comercializar sus productos en lo que se refiere a los costos.

Uno de los obstáculos que la asociación Alpañan Fajardo tiene que superar es lograr el manejo adecuado de plagas y enfermedades debido a que estas son las que ocasionan las pérdidas y/o baja producción de hortalizas, por lo que es indispensable el control adecuado de plagas y enfermedades del cual se obtendrá beneficios, con una mejor producción, a menor costo, más seguridad alimentaria y amigable con el medio ambiente.

Hoy en día existen muchos ataques de plagas, y el poco conocimiento y falta de información que tienen los agricultores, optan por el uso de químicos a pesar de la existencia de otros productos como los caldos minerales; entre ellos el caldo Sulfo-cálcico que ayuda a

repeler insectos así también para prevenir enfermedades, como es de fácil disolución y asimilable por los microorganismos mantiene un equilibrio en el medio ambiente

Debido al ataque de plagas, y falta de conocimiento de los productores se ve la necesidad de usar los caldos minerales; es por ello que el caldo Sulfo-cálcico es uno de ellos que ayudan a repeler insectos, así como también se utiliza para prevención de enfermedades, al ser de fácil disolución y asimilables para los microorganismos ayudan a mantener el equilibrio biológico natural, Claros *et al.* (2010). Con el pasar del tiempo se ha vuelto indispensable el uso de plaguicidas de manera continua y en mayor dosis ya que las plagas desarrollan resistencia por esta razón muchas veces se reemplazan los productos inservibles por otros y éstos a su vez ya no sirven al poco tiempo.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el efecto de caldo Sulfo-cálcico en el control de *Leptophobia aripa* en el cultivo de *Brassica oleracea var. itálica*.

Objetivos Específicos

- Analizar tres dosis de caldo Sulfo-cálcico en la incidencia y severidad de *Leptophobia aripa* en el cultivo de brócoli.
- Determinar la eficacia del caldo Sulfo-cálcico en el control de *Leptophobia aripa*.
- Analizar la relación entre rendimiento del cultivo, área foliar, diámetro y peso de la pella.
- Determinar el tratamiento más económico mediante un análisis de presupuesto parcial.

Hipótesis

Hipótesis nula

Las plantas tratadas con caldo Sulfo-cálcico no presentan control a *Leptophobia aripa* y no interfiere con los atributos agronómicos y de producción en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *itálica*.

Hipótesis alterna

Las plantas tratadas con caldo Sulfo-cálcico presentan control a *Leptophobia aripa* e interfiere con los atributos agronómicos y de producción en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *itálica*.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Agricultura orgánica

El término de agricultura orgánica describe varios sistemas de producción agrícola, y se lo considera como un sinónimo de agricultura biológica, ecológica, o alternativa, aunque los cuatro términos enfatizan aspectos diferentes, Céspedes (2005). El concepto de agricultura orgánica es señalado como un sistema de producción que utiliza la mayor parte de recursos de la finca, teniendo en cuenta la fertilidad del suelo y al mismo tiempo, minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la seguridad alimentaria, FAO (2008).

Caldos minerales

La agricultura orgánica usa este nombre para referirse a los caldos minerales, ya que es la forma de diluir en agua elementos minerales, de esta manera hacerlos solubles y que puedan ser aprovechados por las plantas. La mayoría de estos caldos minerales tienen propiedades que ayudan en el manejo de enfermedades y control de plagas, FAO (2010).

Según JICA (2013), los caldos minerales son compuestos que se realizan a base de minerales como el azufre, cobre y calcio.

Los caldos minerales son productos naturales que sirven para la prevención y control de ciertas enfermedades y plagas; actúan también como repelente para los insectos. Por ser de fácil disolución y asimilables para los microorganismos, ayudan a mantener el equilibrio del medio ambiente. Claros *et al.* (2010) menciona que se conocen 4 tipos de caldos minerales entre los que se señalan: visosa, bórdeles, Sulfo-cálcico y ceniza. Los caldos Sulfo-cálcicos y caldos cenizos son los más sencillos de elaborar, ya que tienen un bajo costo y sus insumos son fáciles de conseguir.

Caldo Sulfo-cálcico

Es un caldo preventivo aprobado orgánicamente, y que se elabora a base de minerales como el azufre y la cal. En los cultivos de hortalizas y frutas, las plagas disminuyen la producción y aumentan los costos; para lo que existen alternativas más baratas y de fácil preparación, una de ellas es el caldo Sulfo-cálcico.

Según Claros *et al.* (2010), el caldo Sulfo-cálcico es utilizado para prevenir enfermedades fungosas y actúa como repelente de insectos dañinos para los cultivos, principalmente cuando los agroquímicos no son admitidos, en los cultivos orgánicos. Su elaboración consiste en una mezcla de azufre en polvo y cal hervidas en agua. Además, que sirve como un buen nutriente foliar, ya que este aporta azufre y calcio a las plantas fortaleciendo su estructura foliar, Cazorla & Morales (2010). El azufre controla royas, tizones foliares y pudrición en los frutos; el calcio da resistencia a enfermedades de la raíz y del tallo; principalmente en el cultivo del café y en cítricos, Zapata (2013).

Plagas o enfermedades que se pueden controlar o repeler

- Trips y ácaros en cebolla y ajo (3/4 l. caldo x 20l. agua).
- Trips en Poroto y tomate (1 l. caldo x 20 l. de agua)
- Tizón negro (tizón tardío de la papa)
- Tizón amarillo (tizón temprano de la papa y del maíz)
- Controla algunos de lepidópteros (llamadas comúnmente polillas nocturnas), como es el caso del gusano cogollero del maíz, mariposa, Triadani (2019).

Recomendaciones importantes

- Aplicar en horas frescas
- Tener en cuenta en el caso de frijol, arvejas u otras leguminosas, no se debe aplicar en floración.
- Utilizar agua que no contenga sedimentos de tierra, ya que desactivan el producto.

- No se recomienda en cultivos de cucurbitáceas (melón, sandía, pepino y otras de esta familia).
- El producto es un fuerte fungistático de uso preventivo por lo que la aplicación debe realizarse antes de la aparición de la enfermedad.
- Cuando ya se aplicado el producto con mochila u aplicador manual hay que lavar muy bien las herramientas, Triadani (2019).

Ventajas de su aplicación

- Producto con elaboración de bajo costo.
- Admitido en la agricultura orgánica.

Azufre

Junto al calcio y el magnesio es considerado un macronutriente esencial para el desarrollo, crecimiento normal de las plantas, compuesto inorgánico que sirve como fungicida contra odiosis y royas así también como un excelente acaricida, además se menciona como un buen repelente de insectos en varios cultivos. Su eficiencia depende de su fineza de las partículas. Algunas formas de azufre tienen acción fungicida, acaricida e insecticida; afecta a muchos insectos pequeños, y también puede afectar algunos lepidópteros de tamaño mediano a grande como *Spodoptera eridania* y otros, ocasionando la muerte del insecto por ingestión; algunos áfidos pueden ser afectados en climas cálidos. La acción repelente de cal de azufre o azufre en polvo, actúa por contacto con un efecto protectante y curativo, Cachay (2022).

El azufre tiene un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas contra plagas y enfermedades debido a que las plantas tienen una diversidad de metabolitos secundarios y muchos de ellos contienen azufre en su estructura. Estos compuestos pueden estar en forma activa o inactivos, se pueden activar mediante la acción de enzimas cuando existe el ataque de algún patógeno o cuando se dañan los tejidos mecánicamente; la ingresa

de azufre en tejidos, órganos y vías respiratorias de los insectos causa daños por su efecto tóxico, esta propiedad le permite actuar como insecticida contra varias plagas en planta, Borges (2019).

Cal

La cal daña la capa serosa que tienen los insectos, los seca, también afecta la eclosión de los huevos, es decir, que impide el nacimiento de los insectos como: Lepidópteros (larvas) y áfidos o pulgones.

La cal ayuda a impedir la germinación de las esporas. Las esporas producen a los hongos, y la cal evita que germinen o se multipliquen, Argentea (2015).

Especie hortícola empleada en la investigación

Brócoli (*Brassica oleracea*)

Esta hortaliza se origina en el mediterráneo y Asia menor, Italia, Libia y Siria recolectaron. Las primeras muestras recolectadas de esta planta fue el repollo y la coliflor en Italia, Libia y Siria. El brócoli crece en zonas con clima templado y suelos ricos en materia orgánica, Maldonado *et al.*, (2017).

El brócoli *Brassica oleracea* L. var. *Italica* es una hortaliza de invierno donde la parte comestible es la inflorescencia inmadura. La planta de brócoli es anual, de 0.60 a 1 m de altura, produce una cabeza principal (pella) compacta de 15 cm de diámetro, que es una agrupación de flores inmaduras. Las cabezas son de color verde de varias tonalidades, Zamora (2016). Según Molina (2015) el brócoli crece de manera adecuada en cualquier tipo de suelo, y prefiere un suelo franco a franco arenoso, fértiles, con un buen contenido de materia orgánica, profundo, que tengan buen drenaje, retención de agua y un pH de 5.7 a 6.8.

Acosta *et al.* (2018), mencionan que la cosecha del brócoli debe realizarse cuando la inflorescencia alcanza el tamaño deseado. La cosecha es aconsejable hacer en horas más frescas de la mañana. Además, la recolección para empaquetar el brócoli debe hacerse directamente en campo y lograr una mayor frescura del producto.

Escoger:

- Cabezas compactas, firmes con floretes cerrados.
- Cabezas de color verde.
- Pedicelos no muy gruesos y fibrosos.

Acosta *et al.* (2018), clasifica al brócoli según su calibre (diámetro ecuatorial en la sección con mayor inflorescencia), en:

- 1) Con peso menor de 300 g y un diámetro menor de 13 cm.
- 2) Con peso entre 300-500 g y un diámetro entre 13-16 cm.
- 3) Con peso mayor de 500 g y un diámetro mayor de 16 cm.

Híbrido Avenger

Avenger es la variedad de brócoli escogida por los productores del continente sudamericano. Tiene una variedad de características que lo hacen único en el cultivo de invierno. Su fuerte sistema radicular asegura un alto rendimiento, con un ciclo promedio de 105 días y una excelente producción en el campo. El brócoli Avenger ha ganado el favor de los consumidores debido a su color verde azulado, cabeza grande, compacta y pesada, y sus flores bien definidas y de grano fino. Esta variedad también tiene una excelente vida útil posterior a la cosecha, lo que significa que el color y la calidad del producto dure por más tiempo en el estante, Sakata (2020).

Importancia del cultivo de brócoli

El cultivo de brócoli en el Ecuador, entre los años 2017 y 2019, se sembró en promedio más de 9.000 hectáreas, obteniendo una cosecha equivalente al 99.79% de la siembra. El tiempo entre siembra y cosecha es de 90 a 100 días; tienen como característica principal, que después de la cosecha deben volver a sembrarse para poder produciendo, Sánchez *et al.* (2019).

El brócoli es una de las hortalizas más cotizadas a nivel mundial, y actualmente Ecuador es el principal exportador en Sudamérica. Hasta el año 2018, los principales países de destino de las exportaciones ecuatorianas de brócoli fueron Japón, Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá y Guatemala. El brócoli se encuentra dentro de los 25 productos importantes no petroleros que se exportan a los Estados Unidos. Se estima que más del 90% de la producción de brócoli nacional se destina para la exportación, Sánchez *et al.* (2019).

El brócoli presenta alta demanda en los mercados internacionales, no solamente por ser una hortaliza de calidad, sino por las propiedades que posee y beneficia a la salud del ser humano, como ácido fólico, vitaminas, proteínas, minerales grasas e hidratos de carbono que corresponden a la dieta balanceada, Molina (2015).

Plagas del cultivo de brócoli

Leptophobia aripa

Pertenecientes al orden de los lepidópteros, es un orden de bellas mariposas; las más conocidas son las mariposas diurnas que tienen vivaces colores, pero la mayoría de las especies son nocturnas (algunas con hábitos diurnos) y conocidas con el apelativo de polillas; estas suelen ser inadvertidas ya que poseen colores crípticos es decir que sus colores son parecidos a los de los troncos secos, Crespo & Maxi (2018).

Leptophobia especie que se encuentra distribuida por Centro y Sudamericana. Este género *Leptophobia* es muy cercano a *Pieris*, este se diferencia en la genitalia del macho por tener primero el uncus corto y ancho, además que sus alas anteriores la vena discocelular al final de la celda se curvan en un ángulo pequeño de 160 grados. Este insecto está distribuido desde México hasta el Sur del Brasil y junto con *P. balidia* Boisduval y *P. elodia* Boisduval, conforman un grupo muy cercano. *L. aripa* el adulto de esta especie es una mariposa blanca que a manchas negras sobre las alas, Alomía & Bustillo (1977).

Este insecto presenta varios estados:

Huevos: Son de un color amarillo anaranjado, presentan la forma de una bala, con la base circular adherida a la hoja y la parte superior adelgazándose tenuemente. Los huevos son depositados en grupos, no forman una masa, sino que están aislados uno de otro, sobre el envés de la hoja, Alomía & Bustillo (1977).

Larvas: Cuando estas emergen empiezan a roer las hojas sin perforarlas. En principio viven en colonias, luego se esparcen sobre su huésped, y mientras crecen producen grandes huecos en las hojas. Su presencia en las coles suele detectarse fácilmente por los numerosos excrementos verdes o marrones que dejan repartidos en toda la planta, Alomía & Bustillo (1977)

Pupas: Las pupas son verdes y miden en promedio 22 mm de largo. La parte del abdomen se caracteriza por la presencia de puntos negros. Además, tienen una línea media ventral de un color amarillo muy pálido. El centro de la pupa tiene dos protuberancias negras en forma de cuernos que coinciden con los bordes negros de las alas anteriores del adulto, Alomía & Bustillo (1977).

Adultos: Es una mariposa, con una envergadura de unos 50 mm. Se las puede observar volando alrededor de los cultivos de repollos y coles antes de poner los huevos, especialmente cuando hay mucha intensidad solar, Alomía & Bustillo (1977)

Daños de Leptophobia aripa

Los daños causados por este insecto son de gran importancia económica. Cuando las larvas emergen, se pueden observar agujeros en las hojas capaces de destruir el cultivo, causando que el tallo y las nervaduras principales de la planta se marchiten, resultando un daño agresivo y reduciendo la producción; también pueden existir daños indirectos como los excrementos, que reducen el valor de la pella que está destinada a la venta y el consumo, Agroramón (2021).

Según Tigrero (comunicación personal) las especies encontradas en cultivos de *Brassicae* spp del cantón Rumiñahui son *Tatochila sagittata* y *Leptophobia aripa*.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación lugar de investigación

Como se muestra en la tabla 1 la investigación se llevó a cabo en 12 predios de la Parroquia Fajardo, Cantón Rumiñahui, Alphañan fajardo Provincia de Pichincha con una altitud de 2435 m.s.n.m.

Tabla 1

Coordenadas de los predios correspondientes a cada tratamiento

N° Predio	Tratamiento	Dueño	Coordenadas UTM
1	Control	Mercedes Oña	781752.785E; 9962725.322N; 17M
2	Control	Carlos Suntaxi	781673.524E; 9962711.104N; 17M
3	Control	Betty Oña	780124.783E; 9962000.46N; 17M
4	Control	Beatriz Cañar	780408.324E; 9962246.908N; 17M
5	25mL/L	Jackeline Martínez	780617.197E; 9963836.631N; 17M
6	25mL/L	Blanca Pachacama	780778.644E; 9963097.485N; 17M
7	25mL/L	Clemencia Llumiquinga	781821.626E; 9962945.067N; 17M
8	25mL/L	Patricio Gualotuña	781947.703E; 9962935.32N; 17M
9	50mL/L	Belén Pedraza	782033.809E; 9962723.292; 17M
10	50mL/L	Luis Quishpe	782053.481E; 9962543.885N; 17M
11	50mL/L	Clara Ñacata	782442.021E; 9962785.586N; 17M
12	50mL/L	Belén Pedraza	782031.809E; 9962723.292; 17M

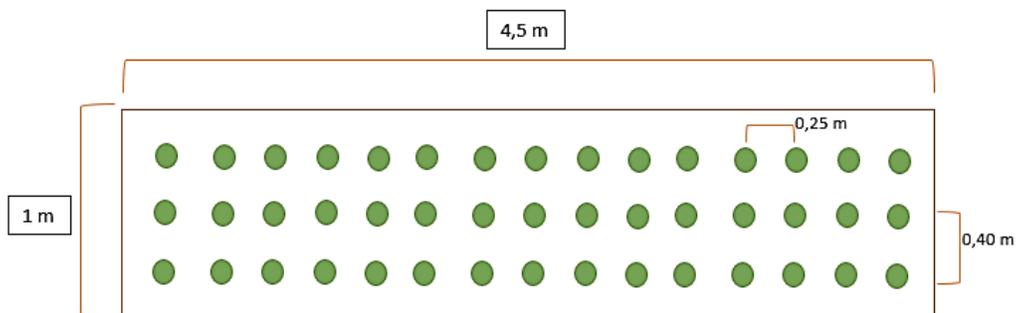
Nota. Autoría propia

Métodos

La figura 1 muestra cómo se realizó las camas de 1 m ancho y 4,5 m de largo cada una, las que constituirán la unidad experimental en cada predio.

Figura 1

Croquis Experimental



Nota. La figura muestra las distancias de siembra en las camas. Autoría propia

Se establecieron un total de 12 camas para el ensayo distribuyéndose para cada tratamiento: 4 camas (control), 4 camas para T1 (25mL/L) y 4 para T2 (50 mL/L). Las camas tenían dimensiones de 1 metro de ancho y 4,5 metros de largo, dentro de cada cama se cuenta con 50 plantas de bròcoli sembradas en un marco de plantación de 0.25m x 0.4m.

Figura 2

Realización de camas y siembra



Nota. En la figura se observa el día de realización de la siembra. Autoría propia

Elaboración del caldo Sulfo-cálcico

Primero se calienta 20 L de agua en un recipiente de metal, luego se procedió a depositar 1 kg de cal apagada, se mezcló y se añadió el 1 kg de azufre. Más adelante se realizó una mezcla constante con un palo de madera hasta que llegue a punto de ebullición y su color cambie de amarillo a un rojo ladrillo. Se dejó en reposar hasta que enfríe y finalmente se traspasó a un recipiente.

Figura 3

Preparación del Caldo Sulfo-cálcico



Nota: Día de la preparación del caldo Sulfo-cálcico. Autoría propia

Se elaboraron tres dosis de caldo Sulfo-cálcico como se describe en la tabla 2.

Tabla 2

Descripción dosis de los tratamientos de caldo Sulfo-cálcico

Tratamiento	Descripción	Código
1	Control	Control
2	25mL de Caldo Sulfo-cálcico en 1 L de agua	25mL/L
3	50mL de Caldo Sulfo-cálcico en 1 L de agua	50mL/L

Nota: Dosis en distinta concentración para cada tratamiento. Autoría propia.

En la figura 4 observamos cómo se dividieron los tratamientos en forma aleatoria sobre las unidades experimentales ubicadas en los sitios seleccionados (Figura 4)

Figura 4

Distribución de tratamientos en unidades experimentales



Nota. Ubicación Geográfica (Fuente Google Earth)

El caldo Sulfo-cálcico se procedió aplicar en 4 etapas.

La primera aplicación se hizo a los 15 días post trasplante.

En la segunda aplicación se hizo a los 30 días después del trasplante, la tercera aplicación a los 45 días y la última aplicación a los 60 días.

Variables a Evaluar

La eficacia del caldo Sulfo-cálcico

Se determinó con el conteo de larvas vivas en un área de 5cm² (Figura 5) en hojas de 5 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental, las evaluaciones se hicieron a los 3 días de la primera, segunda, tercera aplicación y cuarta aplicación, tal y como lo explica, Perera *et al.*, (2009) que es el tiempo que el autor recomienda para ver la existencia de larvas muertas.

Figura 5

Evaluación en campo de larvas en 5 cm² en el envés de la hoja



Nota: Conteo de 12 larvas dentro de 5 cm². Autoría propia

Para cálculo de la eficacia se aplicará la fórmula de Henderson-Tilton, Perera *et al.*, (2009)

Siendo:

$$PE_{HT} = \left(1 - \frac{N_t * N'_0}{N_0 * N'_t}\right) * 100$$

N_t = Número de larvas vivas de la en 5cm² de una hoja en 5 plantas en la que se evaluó el caldo Sulfo-cálcico a t días después de la aplicación.

N'_o = Número de larvas vivas de la plaga en 5cm² de una hoja en 5 plantas en el control (sin aplicación de caldo Sulfo-cálcico) inmediatamente antes de las aplicaciones.

N_o = Número de larvas vivas de la plaga en 5cm² de una hoja en 5 plantas en la que se evaluó el caldo Sulfo-cálcico inmediatamente antes de su aplicación.

N'_t = Número de larvas vivas de la plaga en 5cm² de una hoja en 5 plantas en el control (sin aplicación de caldo Sulfo-cálcico) el día t después de las aplicaciones, Andujar *et al.* (1977)

Incidencia de Leptophobia aripa

En todas las plantas de cada unidad experimental y se realizó la observación de plantas dañadas para cuantificar la presencia de la plaga, y se consideró “planta dañada” si: había presencia de huevos, presencia de larvas, defoliación, presencia de excremento en hojas ver figura 6.

Figura 6

Observación de excremento y huevos de Leptophobia aripa



Nota: Observación de plantas con presencia de daños por parte de la plaga. Autoría propia

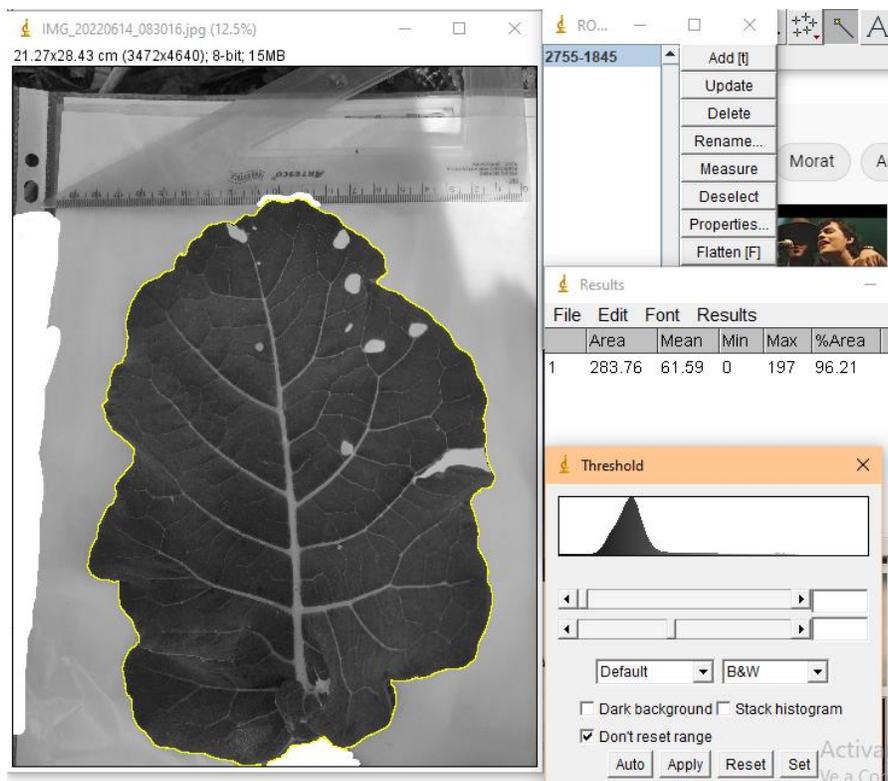
$$I(\%) = \frac{\text{No. Plantas con daños}}{\text{No. Plantas Totales}} * 100$$

Severidad de Leptophobia aripa.

Se tomó 2 hojas de 5 plantas de cada unidad experimental, esto se determinó por el área foliar perforada debido a la presencia de *Leptophobia* sp. Para medir el área foliar se utilizó el software de “Imagen J” 2019 como se observa en la (Figura 7). La aplicación despliega información de área total y el área con perforaciones.

Figura 7

Medición de área foliar con el software Imagen J.



Nota. Ingreso de fotos para medición de área foliar en con el software Imagen J. Autoría propia

$$\text{Severidad (cm}^2\text{)} = \left(\frac{\text{area afectada}}{\text{area foliar total}} \right) \times 100$$

Para calcular el peso se cortó 5 plantas de cada unidad experimental (figura 8), se cortó hojas y parte del tallo. Se procedió a pesar la pella con una balanza en g.

Para medir el diámetro se cortó 5 plantas de cada una de las unidades experimentales y con una cinta métrica se midió el diámetro de la pella en cm. (Figura 8)

Para determinar el rendimiento se pesó 5 pellas de cada unidad experimental con una balanza en g (de 0.001 kg de precisión) (Figura 8) y el resultado se expresó en Kg/m² neto, Cevallos (2013).

Figura 8

Cosecha, medición de diámetro y pesaje de pellas



Nota: Día de cosecha y toma de datos del producto. Autoría propia

Análisis de datos

Las variables cuantitativas, se analizaron mediante la estadística descriptiva: media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Para comparar las variables entre tratamientos, se realizó un ANOVA para un Diseño completamente al Azar, mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde,

Y_{ij} = Efecto del Caldo Sulfo-cálcico

μ = media global

T_i = efecto de la i esima dosis del caldo Sulfo-cálcico

ϵ_{ij} = error aleatorio

Luego de esto se realizó una correlación entre variables esto mediante la ayuda del software INFOSTAT.

Análisis Económico

Se hizo el análisis de presupuesto parcial de Perrín. El objetivo fue identificar el tratamiento con un mayor retorno marginal. Tendrá costos variables, como el precio de las plántulas e insumos utilizados para la elaboración del caldo Sulfo-cálcico. Los beneficios netos se estimarán restando los costos variables de los beneficios netos, Perrin (1988).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

El presente estudio utilizó los datos obtenidos mediante la evaluación de variables de respuesta (eficacia, incidencia, severidad) y variables agronómicas (peso, diámetro de pella, rendimiento, área foliar) utilizando cinta métrica, balanza de gramos, a partir de los datos obtenidos se procedió hacer un análisis de varianza, una correlación basada en las variables de rendimiento, de las variables área foliar y diámetro, el estudio se ubicó en la parroquia Fajardo, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha con una altitud de 2435 m.s.n.m.

Eficacia del caldo Sulfo-cálcico

La tabla 3, indica el análisis de varianza realizado con el efecto del caldo Sulfo-cálcico en el control de *Leptophobia aripa*. Los tratamientos si presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) durante el ciclo del cultivo con un p-valor $<0,0001$ y un F de 707,97.

Tabla 3

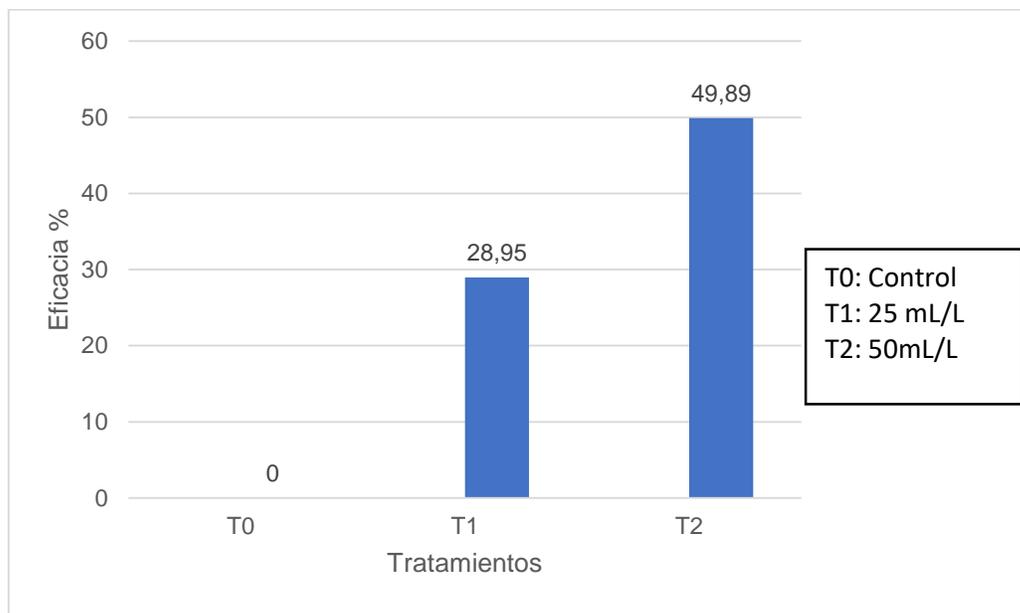
Anova eficacia del caldo sulfacálcico para el control de Leptophobia aripa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20224,75	5	4044,95	285,17	$< 0,0001$
Tratamiento	20083,98	2	10041,99	707,97	$< 0,0001$
Repetición	140,77	3	46,92	3,31	0,03
Error	595,73	42	14,18		
Total	20820	47			

Nota. Análisis de la varianza se acepta con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 9

Eficacia de caldo Sulfo-cálcico



Nota. Existe diferencia significativa entre control y tratamientos. Autoría propia

En la Figura 9, se observan los resultados obtenidos de la eficacia del caldo Sulfo-cálcico para el control de *Leptophobia aripa* resultando que T2 (50 mL/L) con un 49,89% fue el mejor tratamiento. Perera (2009) muestra en su estudio que la mayor eficacia para el control de la plaga fue de un 95,29% en el tratamiento de Steward, seguido del 58,82% en el tratamiento de Sequra, luego con un 38,82% para el Align, 29,41% para la mezcla de Align+Sequra y el 21,18% para el Capsanem; entonces podemos comparar la aplicación del caldo Sulfo-cálcico con la aplicación de un químico como lo es Steward.

Incidencia de Leptophobia aripa

Como se muestra en la tabla 4, la incidencia tiene diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos a lo largo del cultivo con un p-valor $<0,0001$ y un F de 334,3.

Tabla 4

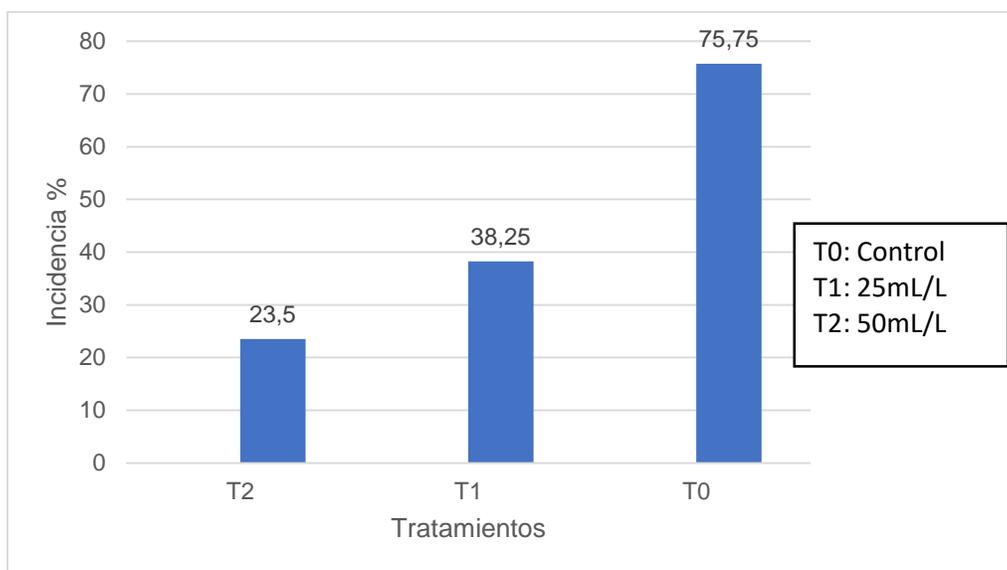
Anova Incidencia Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23420	5	4684	134,87	< 0,0001
Tratamiento	23220,67	2	11610,33	334,3	< 0,0001
Repetición	199,33	3	66,44	1,91	0,14
Error	1458,67	42	34,73		
Total	24878,67	47			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 10

Porcentaje incidencia de Leptophobia aripa en brócoli.



Nota. Existe una diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia

De acuerdo con resultados obtenidos Figura 10, en la incidencia se estimó que las diferentes dosis de caldo Sulfo-cálcico tuvieron la menor incidencia con 23,50% obtenido en T2 (50cc/1L), a diferencia del T1 y T0. González (2014), reporta en su investigación que a dosis más altas (500 y 350 mL) obtuvo un menor porcentaje de incidencia siendo esta la más

adecuada para reducir los ataques de plagas, el autor menciona que la dosis optima es de 500 mL por mochila de 20 litros para el control de plagas y enfermedades.

Severidad de *Leptophobia aripa*

Como se muestra en la Tabla 5, la severidad mostró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) durante el ciclo del cultivo con un p-valor $<0,0001$ y un F de 621,97.

Tabla 5

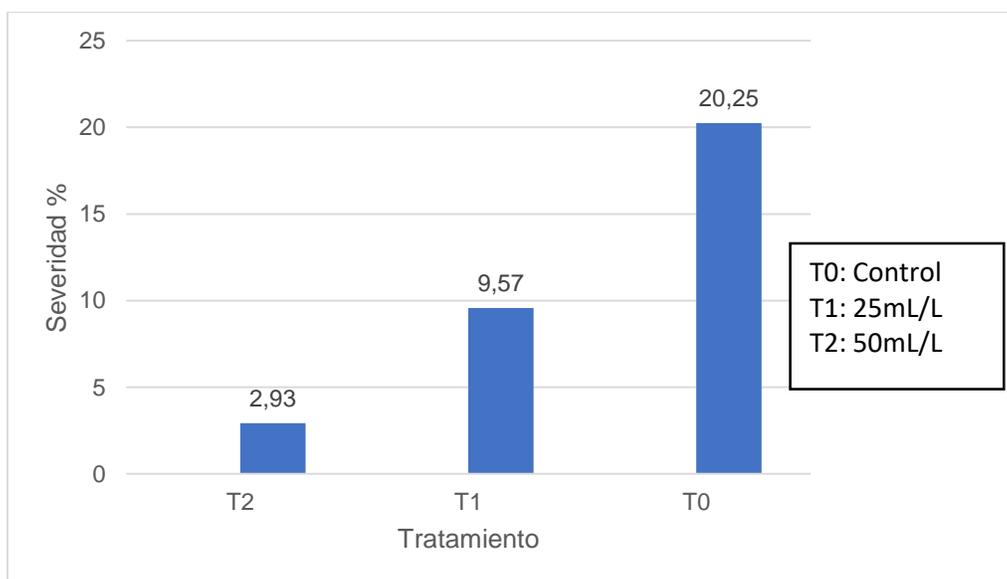
*Anova severidad de *Leptophobia aripa* en el cultivo de brócoli*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2449,83	5	489,97	249,51	$< 0,0001$
Tratamiento	2442,74	2	1221,37	621,97	$< 0,0001$
Repeticion	7,09	3	2,36	1,2	0,32
Error	82,48	42	1,96		
Total	2532,31	47			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 11

*Porcentaje de severidad de *Leptophobia aripa*.*



Nota. Existe una diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia

Como muestra la Figura 11, el tratamiento que logró menor severidad con un 2,93% controlando a *Leptophobia aripa* fue T2 (50mL/L), según Osnayo & Romero (2015), reportan en su investigación con el tratamiento (T2 – Caldo Sulfo-cálcico dosis de 50mL/L) obtuvieron un porcentaje de 3.81% de severidad por lo que se puede decir que la aplicación con altas dosis de caldo Sulfo-cálcico reduce el porcentaje de severidad.

Peso pella

En la (Tabla 6) se observan los resultados del análisis de varianza de la variable peso de pella donde presentó diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en los distintos tratamientos al finalizar el ciclo de cultivo con un p-valor $<0,0001$ y un F de 446,81.

Tabla 6

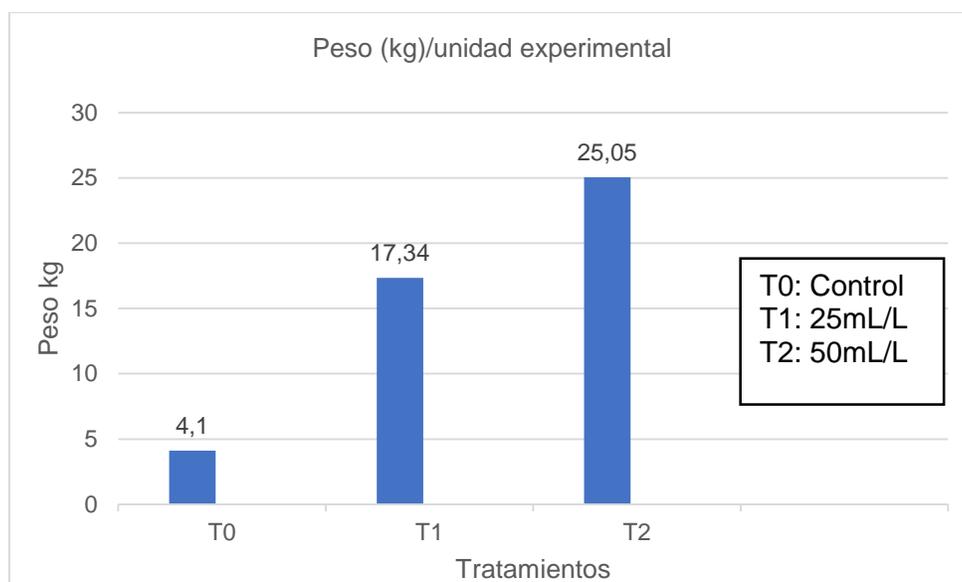
Anova peso de pella

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	901,09	5	180,22	179,21	< 0,0001
Tratamiento	898,65	2	449,32	446,81	< 0,0001
Repeticion	2,44	3	0,81	0,81	0,53
Error	6,03	6	1,01		
Total	907,13	11			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 12

Peso (kg) de pella por unidad experimental.



Nota. Existe diferencias significativas en los tratamientos. Autoría propia

Los resultados obtenidos en la (figura 12) se observa que el peso que se obtuvo en el T0 (control) fue un promedio de 4,10 kg, en T1(25mL/L) que se obtuvo un peso de 17,34 kg y en T2 (50mL/L) que dio un peso de 25,05 kg. Mamani (2020), reporta en sus resultados de investigación que obtuvo con respecto al peso en el Testigo (Sin Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico) un peso promedio de 3,29 kg; el T1 (Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico 1L/18L agua), con 12,76 kg, y el T2 (Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico 1.5L/18L agua) llegó a pesar 22,30 kg; por lo tanto las dosis de caldo Sulfo-cálcico producen los mismos resultados a pesar de las diferentes concentraciones.

Área foliar (cm²)

En la (Tabla 7) muestra que el análisis de varianza arroja que existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el área foliar de los diferentes tratamientos al final del ciclo de cultivo con un p-valor 0,0001 y un F de 67,36.

Tabla 7

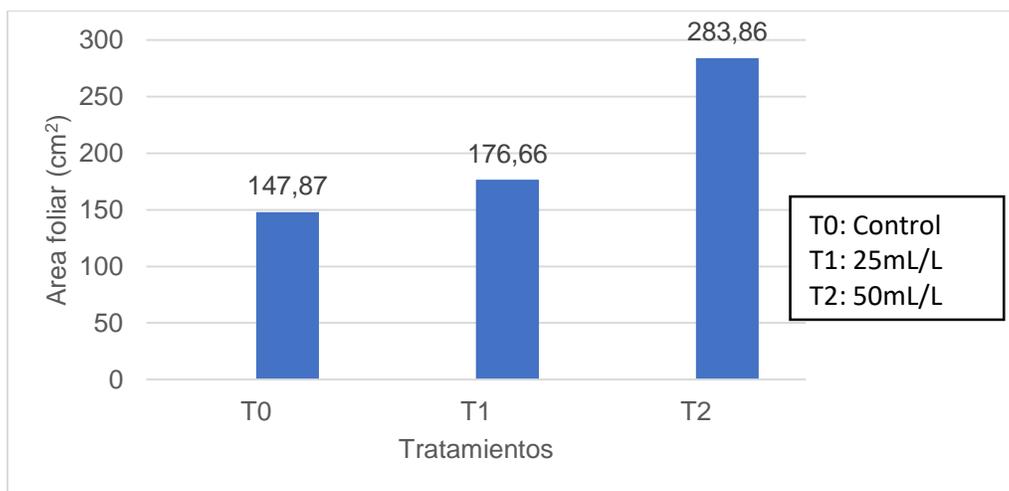
Anova área foliar (cm²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41519,52	5	20542,63	67,36	< 0,0001
Tratamiento	41085,26	2	20542,63	67,36	< 0,0001
Repetición	434,26	3	144,75	0,38	0,77
Error	2310,37	6	385,06		
Total	43829,90	11			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 13

Área foliar (cm²) de brócoli



Nota. Existe diferencia significativa entre T2 con respecto a T1 y T0. Autoría propia

La Figura 13, se observa que T2 con dosis de 50mL/L tuvo mayor área foliar con un valor de 238,86 cm² en comparación a T1 (25mL/L) en donde el área foliar fue de 176,65 cm² y el control T0 147,87 cm²; mientras que Mamani (2020), reporta en sus resultados con respecto al área foliar en T2 (Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico 75mL/ L agua), alcanzó los 620 cm² el

T1 (Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico 50mL/L agua) fue de 592 cm², por último el Testigo (Sin Aplicación de Caldo Sulfo-cálcico), llegó a 588 cm² de área foliar.

Diámetro pella (cm)

La Tabla 8, muestra la diferencia significativa en el diámetro con ($p \leq 0,05$) entre los diferentes tratamientos los datos se tomaron al momento de la cosecha, esta diferencia se encontró con un p-valor $<0,0001$ y un F de 1057,91.

Tabla 8

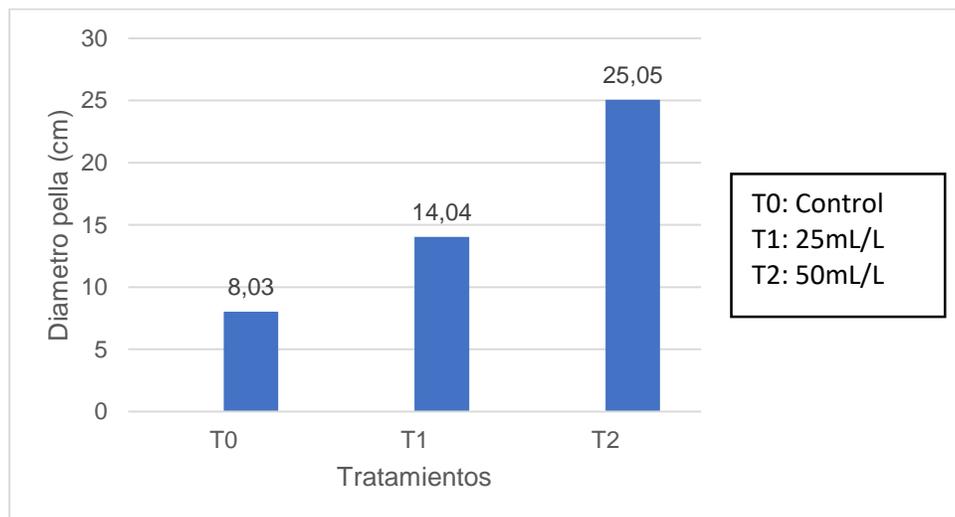
Anova diámetro de pella (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	598,15	5	119,63	424,41	$< 0,0001$
Tratamiento	596,4	2	298,2	1057,91	$< 0,0001$
Repetición	1,75	3	0,58	2,07	0,21
Error	1,69	6	0,28		
Total	599,84	11			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor $<0,0001$ en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 14

Diámetro de pella(cm) por tratamiento.



Nota. Existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia

Como se observa en la Figura 14, se logró un mayor diámetro de 25,05 cm para T2 (50mL/L) en comparación con otros tratamientos T1 (25mL/L) con 14,04 cm de diámetro y el control T0 con un valor de 8,03 cm; Salazar (2021) reporta que el caldo Sulfo-cálcico cambia la medida de diámetro al aplicarse en distintas dosis debido a que reduce el ataque de la plaga con respecto a un producto convencional, el caldo Sulfo-cálcico muestra mejores resultados con respecto a diámetros de pella de brócoli.

Rendimiento (kg/m²)

En la Tabla 9, se observa que hubo diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre los diferentes tratamientos los datos se obtuvieron a la cosecha, esta diferencia se encontró con un p-valor $<0,0001$ y un F de 427,40.

Tabla 9

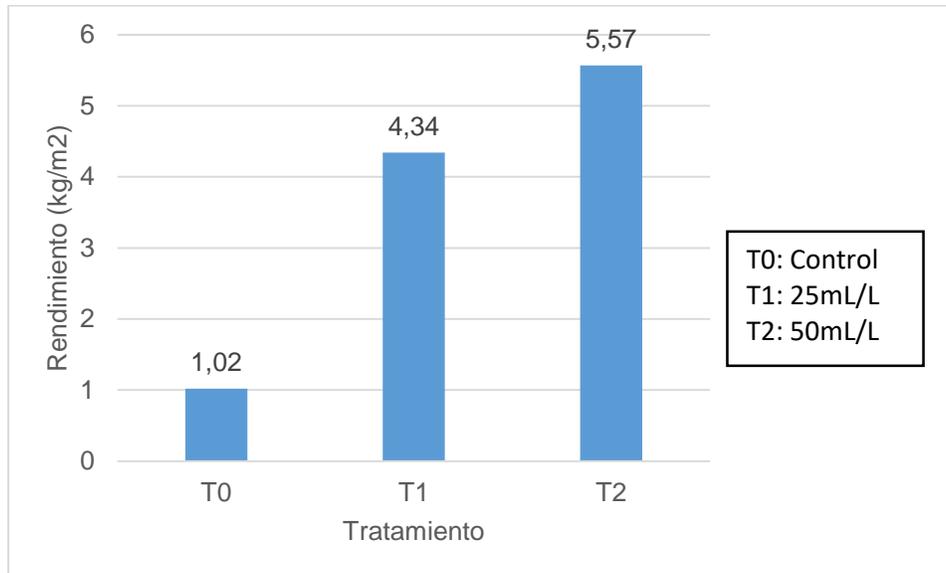
Anova rendimiento (kg/ m²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,36	5	8,87	171,52	< 0,0001
Tratamiento	44,21	2	22,11	427,40	< 0,0001
Repeticion	0,15	3	0,05	0,94	0,48
Error	0,31	6	0,05		
Total	44,67	11			

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

Figura 15

Rendimiento (kg/m^2) de cada tratamiento

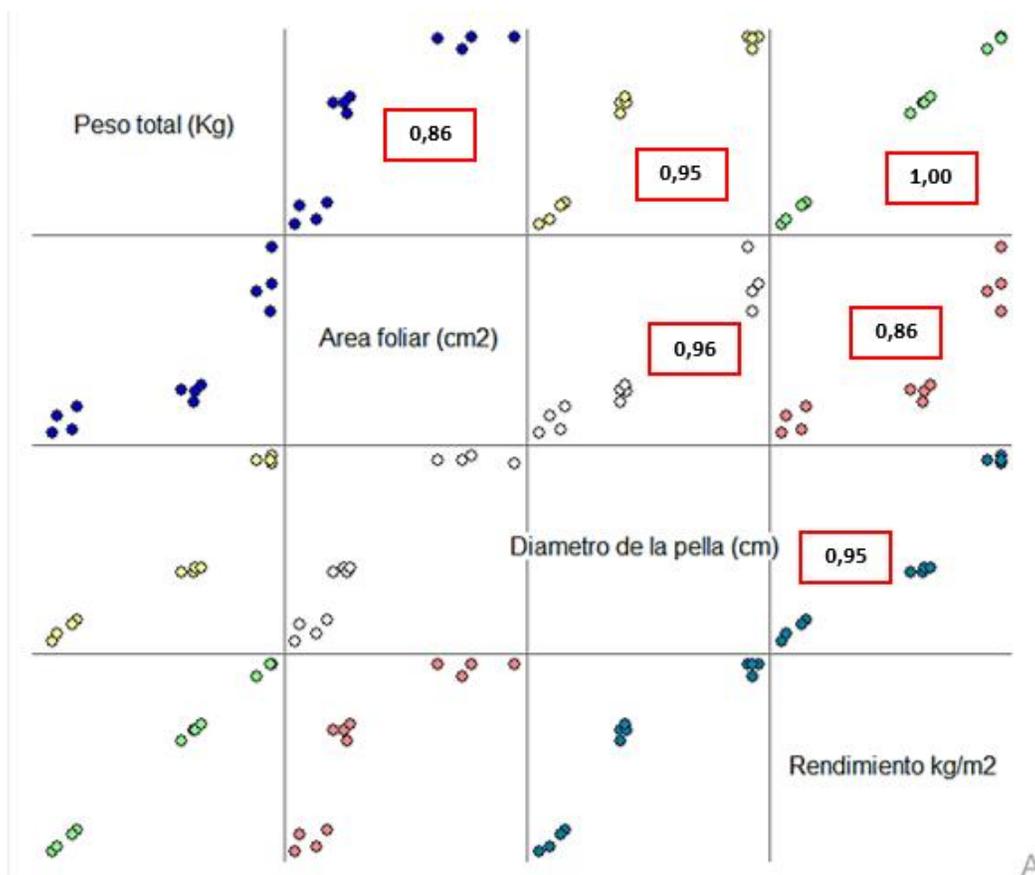


Nota. Existe diferencia significativa entre los tratamientos. Autoría propia

En la Figura 15, se muestra que T2 (50mL/L) se desempeña mejor dando un rendimiento de $5,57 \text{ kg}/\text{m}^2$, es decir, en cada metro cuadrado se obtuvieron 4 pellas de aproximadamente $0,62 \text{ kg}$, T1 (25mL/L) tuvo el rendimiento cercano con $4,34 \text{ kg}/\text{m}^2$, mientras que el control T0 tuvo rendimiento bajo con $1,02 \text{ kg}/\text{m}^2$. Según Salazar (2021), en su estudio mostró que el uso del caldo Sulfo-cálcico dio mejores resultados en el rendimiento en comparación con los productos convencionales y otros caldos minerales utilizados en diferentes tratamientos.

Figura 16

Correlación de Pearson de las variables agronómicas



Nota. Con la correlación de Pearson se logró calcular si hay asociación alta o baja.
Autoría propia

La Figura 16 muestra una correlación entre todas las variables; que existe una alta correlación en la variable del peso y el rendimiento ya que es completamente lineal con un valor de 1 seguido del diámetro de pella que está altamente correlacionada con el rendimiento teniendo un valor de 0,95, también se puede observar que el área foliar versus rendimiento y peso muestran baja correlación con un valor de 0,86.

Análisis económico de Presupuesto parcial de Perrín

En el análisis económico de los tratamientos con tres dosis de caldo Sulfo-cálcico para controlar *Leptophobia aripa* en el cultivo de brócoli, se utilizó el método propuesto por

Perrin (1988), en el que se determinaron los costos variables para el ensayo por tratamiento (Tabla 10). El costo variable se debe principalmente a las distintas dosis de caldo Sulfo-cálcico y a las frecuencias de aplicaciones que se hicieron durante el tiempo del ciclo de cultivo hasta antes de su venta. El cálculo del rendimiento ajustado se basó en la mortalidad del cultivo durante el período del estudio y se consideró en base a los costos de producción de cada tratamiento, el beneficio neto según (Tabla 10) que T1 (25mL/L) con aplicaciones cada 15 días fue el tratamiento más económico y con el beneficio neto más alto de \$94,34 sobre T0, que es el tratamiento menos costoso, pero tiene un beneficio neto más bajo.

Tabla 10

Costos variables y beneficio neto obtenidos en cada tratamiento

Variable	Tratamiento		
	Control	25mL/L	50mL/L
Rendimiento(Unidades)	200	200	200
Rendimiento ajustado(unidades)	192	185	190
Utilidad bruta	60	100	100
Costo T0(\$/tratamiento)	3,5	0	0
Costo T1(\$/tratamiento)	0	5,66	0
Costo T2(\$/tratamiento)	0	0	7,82
Total costo variable(\$/tratamiento)	3,5	5,66	7,82
Beneficio neto	56,5	94,34	92,18

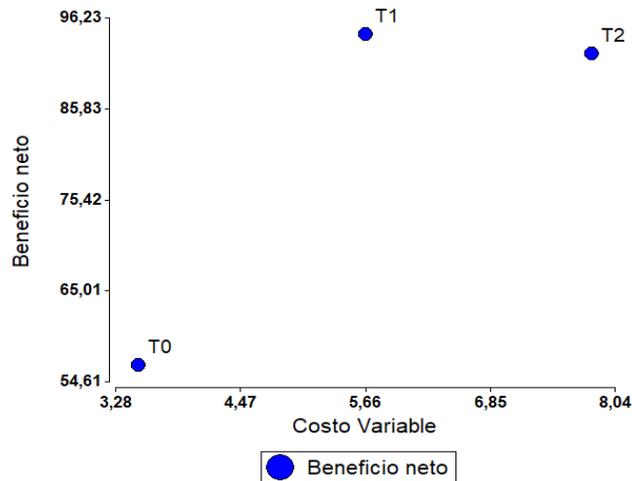
Nota. Se observan los valores de beneficio neto por cada tratamiento. Autoría propia

Dominancia de tratamientos

En el análisis de dominancia de los tratamientos se observa en la (Figura 17), donde encontramos que el control T0 es el tratamiento dominado con un costo variable más bajo de \$3,50 y un beneficio neto menor de \$56,50 en comparación con otros tratamientos estos fueron no dominados ya que se obtuvo un mayor beneficio neto.

Figura 17

Tratamientos dominados



Nota. Se observa la relación costo beneficio para saber tratamientos dominados. Autoría propia

En la tabla 11 se puede apreciar que T0 fue el tratamiento con menor relación costo beneficio y el T1 tuvo una mayor relación costo beneficio, pero todos los tratamientos fueron rentables debido a que presentan sus valores mayores a 1.

Tabla 11

Valores relación costo beneficio

Relación	Tratamiento		
	Control	25mL/L	50mL/L
Costo/Beneficio	3,05	4,57	4,04

Nota. Se indica los valores de costo beneficio por cada tratamiento.

Autoría propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- T2 (50mL/L), es la mejor dosis de caldo Sulfo-cálcico para el control de *Leptophobia aripa* con una eficacia de 49,89%, incidencia con un 23,5% y severidad de 2,93% de esta manera obtener una producción sana y evitando el uso de químicos que afectan la seguridad ambiental y social.
- El tratamiento con mejor rendimiento fue T2 (50mL/L) con 5,57 kg/ m², los resultados también mostraron que existe correlación entre diámetro y peso de la pella.
- El uso del caldo Sulfo-cálcico es eficiente a una dosificación de 50mL/L cada 15 días después del trasplante en vista que tienen mayor beneficio neto con \$94,34 de acuerdo al análisis de presupuesto parcial de Perrín en comparación a los T0 y T2.
- Con respecto a los costos el tratamiento más económico fue el T0 sin aplicación con un costo de 3,50, y observando el resultado después del análisis económico de Perrín T1 (50 mL/L, cada 15 días a partir del trasplante) con 4 aplicaciones fue el tratamiento más barato con un costo de \$5,66.

Recomendaciones

- El caldo Sulfo-cálcico es un producto orgánico que ayuda al control de insectos por lo que debe ser utilizado, siendo una alternativa para los pequeños productores, necesita la capacitación para su preparación y aplicación en distintos cultivos.
- Es recomendable la búsqueda de mercados selectivos donde exista un mejor pago por el tamaño de pella represente un mayor ingreso de manera que el uso de caldo Sulfo-cálcico a una dosis alta genere mejor relación costo beneficio.

- Continuar estudios con dosis más altas de caldo Sulfo-cálcico y comparando con un tratamiento químico como testigo para saber si se obtienen resultados similares entre ambos productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Acosta, J., Martínez, B., Cerdá, A., Ferrández, B., & Núñez, E. (2018). Alimentos de la región de Murcia: Brócoli. *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329758586_ALIMENTOS_DE_LA_REGION_DE_MURCIA_BROCOLI
- Agroramón. (2021). *Oruga de la col - Pieris brassicae y Pieris rapae*. Obtenido de <https://www.agroramon.com/wordpress/oruga-de-la-col-pieris-brassicae-y-pieris-rape/>
- Alomía, B., & Bustillo, A. (1977). *Ciclo de vida Leptophobia aripa (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae) Plaga del repollo de la col*. *Revista Colombiana de Entomología*, 1(4), 1-5. Obtenido de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/23734>
- Andujar, A., Barranco, P., Belda, E., & Cabello, T. (1977). *Análisis de Eficacia de Productos Fitosanitarios*. *Researchgate* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Cabello/publication/256445492_Analisis_de_eficacia_de_productos_fitosanitarios/links/54c76c2f0cf289f0cecd1c7d/Analisis-de-eficacia-de-productos-fitosanitarios.pdf
- Argenpapa*. (20 de Agosto de 2015). Obtenido de [https://www.argenpapa.com.ar/noticia/732-propiedades-de-la-cal-el-calcio#:~:text=LA%20CAL%20PUEDE%20ACTUAR%20COMO,larvas\)%20y%20afidos%20o%20pulgones](https://www.argenpapa.com.ar/noticia/732-propiedades-de-la-cal-el-calcio#:~:text=LA%20CAL%20PUEDE%20ACTUAR%20COMO,larvas)%20y%20afidos%20o%20pulgones).
- Borges, A. (20 de Agosto de 2019). *Usos del azufre en la agricultura*. Obtenido de IPNA: <https://www.ipna.csic.es/blog/usos-del-azufre-en-la-agricultura#:~:text=Usos%20en%20la%20agricultura&text=El%20azufre%20juega%20un%20papel,tienen%20azufre%20en%20su%20estructura>.
- Cachay, L. (2022). *Efecto residual de la aplicación de algunos insecticidas orgánicos-sintéticos y el azufre en larvas de 2do estadio de Chrysoperla externa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Obtenido de:

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5456/cachay-diaz-luis-alberto.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Cazorla, D., & Morales, P. (Diciembre de 2010). *Compatibilidad de 13 aislamientos de Beauveria bassiana patógenos para Rhodnius prolixus (Triatominae) con insecticidas químicos*. *Researchgate*. Obtenido de:

https://www.researchgate.net/publication/262739766_Compatibilidad_de_13_aislamientos_de_Beauveria_bassiana_patogenos_para_Rhodnius_prolixus_Triatominae_con_insecticidas_quimicos

Cermeli, M., & Díaz, G. (2016). *Control de insectos y plagas*. [Tesis de pregrado, Universidad central de Venezuela]. Obtenido de:

http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Competencia2/GUIA_CONTROL_QUIMICO_FMIP_2016.pdf

Céspedes, C. (2005). *Agricultura orgánica*. Obtenido de Instituto de investigaciones agropecuarias:

https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146419/Agriculturaorganica_principiosypracticasdeproduccion_BolINIA131.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cevallos, G. (2013). *"Influencia de dos medios de cultivo en la productividad de tres cultivares de coliflor (Brassica oleracea, l) de colores (Sunset, verde Trevi y Grafiti), bajo condiciones orgánicas de cultivo, a 2.450 m.s.n.m. el Quinche–Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Politecnica Salesiana]. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5075/1/UPS-YT00106.pdf>

Claros, J., Chungara, A., & Zeballos, G (2010). *Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades : experiencias en la zona biocultural subcentral Waca Playa, Tapacarí*. Obtenido de

<https://drive.google.com/file/d/1EVwvel0xy-DsyCyfhhBFlzjoSpyPOlR/view>

- Crespo, C., & Maxi, S. (Noviembre de 2018). *Lepidópteros y sus refugios de vida en la ciudad de Cuenca*. Obtenido de https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/1082_ecuador_lepidoptera_of_cuenca.pdf
- Di Rienzo, J., & al, e. (2001). InfoStat: software estadístico. *Researechgate*.
- FAO. (2008). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ad818s/ad818s03.htm>
- FAO. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>
- Gómez, R. (2019). *Universidad de El Salvador sistema bibliotecario*. Evaluación de la calidad microbiológica de hortalizas tratadas con preparados bioorgánicos en la Asociación Cooperativa de productos agropecuarios y servicios múltiples productos orgánicos (ACOPO de R. L.). [Tesis de posgrado, Univerversidad El Salvador]. Obtenido de: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19731/>
- Gonzáles, K. (2014). *Aplicación de tres abonos orgánicos con tres dosis de caldo sulfocálcico en el cultivo de orégano (Origanum vulgare L.) en el sector de Otorá distrito de Totorá departamento de Moquegua*. [Tesis de pregrado, Univerversidad Nacional Jorge Basadre Grhomann Tacna]. Obtenido de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1752/569_2015_gonzales_santos_kd_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jica. (2013). *Pasos para elaboración de caldos minerales*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/46_instrucciones_03.pdf
- Maldonado, J., Ramírez, J., Arturo, J., & Pérez, N. (2017). El sistema de producción del brócoli desde la perspectiva del campo social de Pierre Bourdieu. *Scielo*, 27(50), 1-18. Obtenido de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572017000200009#:~:text=El%20br%C3%B3coli%20es%20una%20hortaliza,suelos%20ricos%20en%20materia%20org%C3%A1nica.

- Mamani, N. (2020). *Efecto del caldo sulfocalcico para el control del pulgón en cultivo de lechuga (Lactuca sativa) en ambiente protegido en el municipio de Patacamaya*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor San Andrés]. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25770/TS-2859.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Molina, A. (2015). *“Rendimiento y calidad del cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) manejado con abonos orgánicos.”*. Obtenido de Universidad de Cuenca. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22345>
- Nutter, F., & Esker, P. (2006). *Springer Link*. Recuperado el 9 de Marzo de 2022, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-005-1230-z>
- Osnayo, I., & Romero, M. (2015). *Eficiencia de tres compuestos de origen mineral, botánico y químico en el control de Alternaria porri en cebolla, Cassida vittata en acelga y Bemisia tabaci en zucchini, en la asociación de turismo comunitario tambo jatarishun-cotacachi*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6865/4/03%20AGP%20183%20ARTICULO.pdf>
- Perera, S., Trujillo, L., Coello, A., & Pino, M. d. (2009). *Ensayo de eficacia de productos fitosanitarios en el control de lepidópteros en el cultivo de la col*. Obtenido de Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Obtenido de: https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_244_L_ensayo_lepi_col.pdf
- Perrin. (1988). *CIMMYT Publications Repository*. Obtenido de La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos : libro de respuestas. Obtenido de: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Reynaga, C., Atalaya, A., & Zeballos, G. (2010). *Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades: experiencias en la zona*

- biocultural subcentral Waca Playa, Tapacarí.* Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/agruco/20170929043449/pdf_546.pdf
- Sakata. (2020). *Avenger y Imperial garantizan una producción de calidad durante todo el año.* Obtenido de <https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger-y-imperial-garantizan-una-produccion-de-calidad-durante-todo-el-ano/>
- Salazar, M. (2021). *Control del tizón temprano (Alternaría solani) con productos organicos del tomate (Solanum lycopersicum L.) en la estación experimental de sapecho del municipio de palos blancos.* [Tesis de pregrado, Univerversidad Mayor San Andrés]. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25612/T-2825.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). *Producción de brócoli en ecuador..* Obtenido de https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N38.pdf
- Triadani, C. (2019). *Caldo Sulfocálcico.* INTA. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_practica_2_caldo_sulfocalcico.pdf
- Velazquez, P., & Ruiz, H. (2014). Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de Macrotunel en Suelo. . *Revista de Ciencias Agrícolas* , 93-105. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352014000200008
- Zamora, E. (2016). *Cultivo de brócoli.* Universidad de Sonora. Obtenido de : <https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zapata, L. (2013). *Efecto de las diferentes concentraciones de extracto de neem y caldo sulfocálcico sobre Bauveria bassiana en conciciones de laboratorio.* Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3687/Zapata%20Caba%C3%B1as%2C%20Leydi.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>