

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de tres insecticidas orgánicos para el control de trips
(*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de arveja dulce (*Pisum
sativum*)

Trabajo de graduación presentado por Elmer David Ixcol Ixcol para optar el
grado académico de Licenciado en Ingeniería Agroforestal

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




Evaluación de tres insecticidas orgánicos para el control de trips
(*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de arveja dulce (*Pisum
sativum*)

Trabajo de graduación presentado por Elmer David Ixcol Ixcol para optar el
grado académico de Licenciado en Ingeniería Agroforestal

Guatemala

2022

Vo. Bo.:

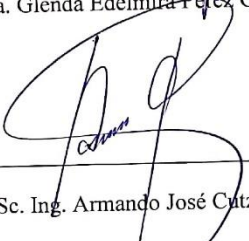
(f) 

M.A Manuel Zacarias Ixmatá Guarchaj

Tribunal examinador:

(f) 

Inga. Glenda Edelmira Pérez García

(f) 

MSc. Ing. Armando José Cutz Tax

(f) 

M.A Manuel Zacarias Ixmatá Guarchaj

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala 12 de Enero 2022

Índice

Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras	xi
Resumen.....	xii
I. Introducción	1
II. Antecedentes.....	3
III. Justificación.....	4
IV. Objetivos	5
1. Objetivo general	5
2. Objetivo específico.....	5
V. Hipótesis.....	6
1. Hipótesis alterna.....	6
2. Hipótesis nula.....	6
VI. Marco teórico	7
2. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	7
2.1 Biología de la especie	7
2.2 Descripción taxonómica	8
2.3 Especies de trips reportados para Guatemala	8
2.4 Ciclo reproductivo	9
2.5 Reproducción.....	9
2.6 Dispersión	9
2.7 Fluctuación poblacional del trips	9
2.8 Daños ocasionados por trips	10
3. Métodos de control para trips	10

3.1 Control químico	10
3.2 Control cultural	11
3.3 Control biológico	11
3.4 Control etológico	11
3.5 Control orgánico	11
4. Cultivo de arveja dulce.....	11
4.1 Importancia del cultivo	11
4.2 Importancia económica.....	12
5. Agricultura orgánica.....	12
5.1 Insecticidas orgánicos	12
5.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas orgánicos	12
VII. Metodología.....	14
1. Descripción del área de estudio.....	14
1.1 Uso actual de la tierra y potencial productivo	14
2. Fases del estudio.....	14
2.1 Manejo agronómico del cultivo	14
2.2 Segunda fase (preparación de los insecticidas orgánicos)	16
2.3 Tercera fase (aplicación de los insecticidas orgánicos)	18
2.4 Cuarta fase (recolección de datos en campo)	18
3. Diseño estadístico.....	20
3.1 Modelo estadístico	20
3.2 Número de repetición a través de Grados de libertad del Error (GLE)	20
3.3 proceso de aleatorización.....	21
3.4 Variable respuesta.....	21
3.5 Software utilizado	21
3.6 Análisis estadístico	21
3.7 Tratamientos	21

3.8 Periodo de aplicación de los tratamientos	22
VIII. Resultados y discusión	24
1. Eficacia de los tratamientos.....	24
2. Vainas afectada por trips	26
3. Rendimiento	29
4. Análisis económico	31
IX. Conclusiones	33
X. Recomendaciones	34
XI. Cronograma de actividades	35
XII. Bibliografía	36
XIII. Anexo	39

Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del trips	8
Cuadro 2. Programa fitosanitario para el control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) .	16
Cuadro 3. Concentraciones de los insecticidas orgánicos.....	22
Cuadro 4. Concentración del tratamiento testigo	22
Cuadro 5. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados sobre la población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>), Santa Lucía Utatlán, Sololá, 2021.....	24
Cuadro 6. Vainas dañadas por trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en kg/ha en arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>).....	27
Cuadro 7. Análisis de varianza de los daños afectados en kg/ha de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>).....	28
Cuadro 8. Prueba de medias (Tukey 5%) de vainas de arveja dulce afectadas por trips en kg/ha	28
Cuadro 9. Rendimiento en kg/ha de vainas limpias en cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja dulce	29
Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>) bajo los tratamientos en estudio	30
Cuadro 11. Análisis prueba de medias (Tukey 5%) de rendimiento en kg/ha	31
Cuadro 12. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo uno antes de la aplicación de los tratamientos	40
Cuadro 13. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo uno después de la aplicación de los tratamientos	40
Cuadro 14. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo uno, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	40
Cuadro 15. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo dos antes de la aplicación de los tratamientos	41
Cuadro 16. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo dos después de la aplicación de los tratamientos	41

Cuadro 17. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo dos, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	41
Cuadro 18. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo tres antes de la aplicación de los tratamientos	42
Cuadro 19. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo tres después de la aplicación de los tratamientos	42
Cuadro 20. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo tres, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	42
Cuadro 21. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo cuatro antes de la aplicación de los tratamientos	43
Cuadro 22. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo cuatro después de la aplicación de los tratamientos	43
Cuadro 23. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo cuatro, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	43
Cuadro 24. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo cinco antes de la aplicación de los tratamientos	44
Cuadro 25. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo cinco después de la aplicación de los tratamientos	44
Cuadro 26. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo cinco, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	44
Cuadro 27. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo seis antes de la aplicación de los tratamientos	45
Cuadro 28. Población de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) muestreo seis después de la aplicación de los tratamientos	45
Cuadro 29. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo seis, de los tratamientos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	45
Cuadro 30. Área Bajo la Curva del Progreso de la Eficiencia de los tratamientos evaluados	46
Cuadro 31. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T1/ha	46
Cuadro 32. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T2/ha	47

Cuadro 33. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T3/ha	47
Cuadro 34. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T4/ha	48

Índice de figuras

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos.....	23
Figura 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados, para el control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>), Santa Lucía Utatlán, Sololá, 2021.....	25
Figura 3. Área bajo la curva del progreso de la eficiencia de los tratamientos evaluados.....	26
Figura 4. Análisis económico de cada tratamiento	32
Figura 5. Muestreo de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en el cultivo de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>).....	48
Figura 6. Aplicación de los insecticidas orgánicos	49
Figura 7. Daños en mancha blanca ocasionada por trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) ..	49
Figura 8. Cosecha de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>) de buena calidad.....	50
Figura 9. Adulto de <i>Frankliniella occidentalis</i> , colectado de la investigación.....	50
Figura 10. Información complementaria de <i>Frankliniella occidentalis</i>	51
Figura 11. Ciclo reproductivo del trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	51

Resumen

Una de las plagas de importancia económica en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*) es el trips (*Frankliniella occidentalis*) el daño de esta plaga consiste en manchas superficiales en las vainas, reduciendo la calidad del producto exportable, el uso excesivo de plaguicidas para su control del trips, ha provocado alteraciones a los recursos naturales y son tóxicos para los seres humanos, una de las alternativas ante esta problemática se propone la aplicación de insecticidas orgánicos, con el fin de minimizar el uso de los productos sintéticos, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia del uso de tres insecticidas orgánicos para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*) en Santa Lucía Utatlán, Sololá. Donde se implementó un diseño experimental de bloques completamente al azar comenzando las aplicaciones a los 72 días después de la siembra hasta que finalizó la cosecha, con intervalos de aplicación a cada 4 días, se aplicó tres tratamientos de insecticidas orgánicos las cuales fueron: Caldo sulfocalcico, Tabacol 20, Tomatol, comparando estos con testigo químico, consistente en la aplicación de insecticida con ingrediente activo Spinetoram, y con un testigo absoluto, la investigación demostró que el tratamiento tres (Tomatol) obtuvo un 60% de eficacia y con un rendimiento de 6207.55 kg/ha con una rentabilidad de 66% por ende con un mejor beneficio costo de Q. 1.66 además está el tratamiento dos (Tabacol 20) con un 58% de eficacia con un rendimiento de 5835.17 kg/ha, una rentabilidad de 56% y un beneficio costo de Q. 1.56, ambos tratamientos presentaron mayor efectividad en el control de la población de trips, así como el incremento en el rendimiento de arveja dulce (*Pisum sativum*), superando al testigo comercial. Sin embargo la aplicación de Tomatol y Tabacol 20 equivale a un entorno más eficaz para los agricultores, como también para la conservación y cuidado de los diferentes ecosistemas naturales.

I. Introducción

La arveja dulce (*Pisum sativum*) ha destacado en el mercado internacional y su cultivo va extendiendo principalmente en el altiplano occidental debido a las condiciones climáticas es óptimo para dicho cultivo, además estas pueden consumirse con o sin vaina.

Hoy en día las instituciones buscan generar alianzas con productores y establecer contratos para garantizar la entrega de la producción, dado que ha sido muy relativo los precios, pero presenta altos riesgos para el productor debido a la incidencia de trips en sus cultivos (González, 2014)

Los trips ocasionan una variedad de síntomas en el tejido vegetal generado por su alimentación, entre ellos se destaca el trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*) causando daños a las hojas, flores y principalmente manchas en las vainas, provocando una baja calidad de la producción, los adultos ovipositan en los tejidos tiernos de la planta y se alimentan de la savia, además son vectores de enfermedades (Toledo, 2017). Además el incremento de la población de trips se relaciona con la época del año en verano son muy susceptibles a las bajas temperaturas, mientras que en invierno son tolerantes.

Este cultivo es una de las alternativas de producción más segura para los productores, pero en muchas ocasiones para combatir la densidad poblacional de trips se han enfocado al el uso de químico, sin embargo no ha resultado muy efectiva ya que ha provocado la resistencia de la plaga ante los plaguicidas y la presencia de residuos en la cosecha, generando pérdidas en su producción, según Ajiquichí (2013) especifica que los insecticidas orgánicos poseen un alto espectro de acción para controlar dicha plaga.

Ante esta problemática en la presente investigación se evaluó la efectividad de tres insecticidas orgánicos, con el fin de controlar las poblaciones de trips (*Frankliniella occidentalis*), se determinó con la investigación que el tratamiento tres (Tomatol) y el tratamiento dos (Tabacol 20) siendo orgánicos, presentaron los mejores resultados, tomando en cuenta la calidad de la vaina que es el factor más importante a comercializar, considerando un buen beneficio costo de producción. Por lo tanto esto es una alternativa eficiente para poder emplearla dentro del manejo integrado de plagas (MIP).

Esta información permitirá a los productores de arveja dulce (*Pisum sativum*) en la región emplear este tipo de control en sus parcelas de arveja, haciendo el manejo más efectivo ya que es

amigable con el medio ambiente y de mínimo riesgo para el consumidor, sin embargo se recomienda realizar pruebas toxicológicas para minimizar riesgos de salud.

II. Antecedentes

Ajiquichí (2013), en su tesis titulada: evaluación de extractos vegetales para el control de trips *Frankliniella occidentalis* (Thripidae; Thysanoptera) en ejote francés *Phaseolus vulgaris* (fabaceae) en el municipio de Sacapulas, demostró que el uso de extractos vegetales es muy efectivo para el control de trips comparado con el testigo químico (Lamda-cihalotrina). Los resultados mostraron, que al utilizar los extractos obtuvo un mayor rendimiento comparado con el testigo, disminuyendo en un 37% el daño en vainas. Pero el mejor tratamiento fue el tratamiento dos (extracto de higuierillo) a una concentración del 10%, alcanzando una rentabilidad del cultivo de 76% y un costo beneficio de 1.76, lo cual permitió alcanzar un alto potencial productivo del cultivo de ejote francés.

Marroquín (2015), en su investigación titulada: evaluación de cuatro extractos vegetales para el control de trips con el propósito de disminuir el daño en la vaina de la arveja china (*Pisum sativum l.*), realizada en la empresa tierra de árboles S.A, Municipio de Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala. Utilizando el testigo (Lamda-cihalotrina). Iniciando aplicar los extractos vegetales a los 48 días después de la siembra, por lo que determina que la aplicación de los extractos vegetales de (manzanilla, ajo y cebolla) presentaron efectos positivos sobre la plaga pero no lo suficientemente para demostrar diferencias significativas en el control de trips, por lo que recomienda aumentar las dosis de (manzanilla, ajo y cebolla) para observar su efecto en dicho cultivo, así también utilizar por separado la manzanilla, ajo y la cebolla para seguir explorando la utilización de estos productos en cultivos, para efectos prácticos se debe de continuar con las aplicaciones de testigo.

Auquilla (2012) en su tesis titulada: evaluación de la eficacia de cuatro productos orgánicos con tres dosis de aplicación para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosa (*Rosa spp.*), variedad esperance, bajo invernadero, realizado en Riobamba, Ecuador. Mediante los resultados obtenidos se logró la mayor efectividad se obtuvo con la dosis media de los productos orgánicos X- Trac, Quamar, Peganon y Repel, en el control de Trips (*Frankliniella occidentalis*), en el cultivo de la Rosa, pero los mejores resultados de esta investigación se obtuvieron con la aplicación de X-Trac con una dosis de 1 cc/l, obteniendo la severidad de la plaga con 3,7 grado de daño, porcentaje de eficacia con 10,08 %, además el Análisis económico, con mayor beneficio neto se obtuvo con la aplicación de X-Trac 0,5 cc/l, con \$3205,10. Por lo tanto ambos tratamientos son muy efectivos para el control de Trips, esto contribuye a enfocarse más en la agricultura orgánica

III. Justificación

En la actualidad muchos productores se están incursionando en la producción del cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*), Según el MAGA (2016), Guatemala produce anualmente 30,836.61 toneladas métricas/año de arveja. Uno de los principales problemas para el cultivo, es la pérdida de la calidad de las vainas derivado del daño ocasionado por la plaga denominada trips al alimentarse y ovipositarse en ella, debido a que “presentan un aparato bucal succionador – raspador, dañando la epidermis de los frutos” (Fasagua, 2012). Lo que trae como consecuencia la depreciación del producto por los agro-exportadores, Según la asociación de agricultores el Altiplano, ubicada en la Aldea el Novillero, Santa Lucia Utatlán, consideran al trips una de las plagas más dañinas en el cultivo de arveja dulce, provocando una baja calidad de la producción, esto es derivado de los daños causados por dicha plaga, de la misma manera se está luchando para combatir con la plaga día tras día, constituyéndose así el principal problema para los agricultores.

La especie de trips (*Frankliniella occidentalis*) ha provocado daño en vainas, hojas, flores, ápices y los huevecillos son colocados en los tejidos tiernos de la planta, principalmente se han vistos daños más severos en las vainas, que consiste en manchas superficiales, como producto de alimentación, dicha plaga puede causar hasta un 40 a 60% de daño en las vainas, por lo que genera pérdidas en el rendimiento del cultivo de arveja (Toledo, *et al* 2018), generalmente el porcentaje de daño es muy alto, sobre todo esta problemática afecta fuertemente a los productores, Además AGEXPORT (2019), el sector de arveja está conformado alrededor de 30,000 agricultores, en 200 comunidades rurales, con una superficie total de plantación de 11 mil hectáreas, Así mismo Porres (2017) establece a lo largo de los años los agricultores utilizan únicamente productos químicos para el control de las poblaciones de trips, por lo tanto se está buscando métodos efectivos hacia su control, es el uso de insecticidas orgánicos.

Dentro de las opciones racionales de manejo de trips y que son congruentes con la producción sostenible es promover la agricultura orgánica y el aporte al cuidado del medio ambiente, actualmente ha tomado auge el uso de productos naturales y biológico, siendo estos como una alternativa para disminuir el daño derivado del uso de químicos (Marroquín, 2015). Sin embargo con la aplicación de insecticidas orgánicos como medios de control es para garantizarle un buen mercado al agricultor produciendo arveja dulce libre de contaminación química sobre todo satisfacer las exigencias del mercado internacional y contribuir a mejorar su ingreso económico, también contribuye a la disminución del uso de productos sintéticos, evitando la resistencia de la plaga, así mismo estará aplicando menos productos que desfavorezcan al medio ambiente.

IV. Objetivos

1. Objetivo general

Comparar la efectividad de tres insecticidas orgánicos como una alternativa ecológica para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*)

2. Objetivo específico

- Establecer el efecto del insecticida orgánico sobre la disminución de trips (*Frankliniella occidentalis*) en la flor de la arveja dulce (*Pisum sativum*)
- Determinar el rendimiento de arveja dulce en kg/ha mediante cada uno de los tratamientos a evaluar.
- Cuantificar el porcentaje de rechazo de la producción de vainas de arveja dulce por la incidencia de trips.
- Determinar mediante análisis económico la rentabilidad y beneficio costo de los tratamientos a evaluar.

V. Hipótesis

1. Hipótesis alterna.

Ha:

Al menos uno de los insecticidas bajo estudio, presentará efecto sobre la población de trips en el cultivo de arveja dulce

2. Hipótesis nula.

Ho:

Ninguno de los insecticidas bajo estudio, presentará efecto sobre la población de trips en el cultivo de arveja dulce

VI. Marco teórico

Guatemala se ha caracterizado por ser un país que favorece la producción de varios vegetales que son de importancia en el sector agrícola. La arveja china y arveja dulce, que se producen para su exportación, junto con el ejote francés, debido a que en el país cuenta con zonas con condiciones favorables para su producción. Últimamente Guatemala ha tenido mucho éxito en el cultivo de arveja dulce para su exportación al extranjero, la demanda de arveja dulce en el mercado internacional es cada vez más alto, así también como las variedades de consumo fresco para el mercado local, puede decirse que su cultivo es todo el año, en verano con riego.

Según Tohom (2018), la gran diversificación de plagas presentes en los cultivos de importancia económica ocasionan la mayor pérdida de las cosechas, se estima una pérdida anual del 40% de la producción mundial de fibras y alimentos, a pesar que los propios productores tratan de controlar a las plagas aplicando únicamente plaguicidas que presentan altos riesgos para la salud humana y medio ambiental.

Actualmente las pérdidas causadas por las plagas son cada vez mayores a diferencia con otros años anteriores, cuando los plaguicidas no son muy utilizados para su control como hoy en día, generalmente en el presente hace falta tener una buena correlación entre los volúmenes de plaguicidas utilizados por los propios productores y el monto de los daños ocasionados por las plagas.

2. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

El trips es una plaga muy importante en los cultivos agrícolas, tanto en campo abierto como bajo invernadero, son muy difíciles de observar a simple vista, porque son insectos que poseen un cuerpo pequeño, delgados y son muy ágiles, están presentes en las flores y en otras partes de la planta donde se alimentan de ella, cuando se les molesta se esconden rápidamente, saltan o se alejan de la planta.

<< El trips occidental de las flores fue introducido en Almería en 1986, con origen en California causando daños en algodónero, a través del material vegetal desde Holanda, [...] los principales cultivos atacados son el pimiento, berenjena, pepino, judías, calabacín, sandía, melón y tomate en invernadero >> (Infoagro.com, 2003).

2.1 Biología de la especie

Plaga del orden *Thysanoptera*: Thysano, flequillo; ptera: alas. Llegan a medir de 1-1,15 mm de largo, delgados, poseen alas y antenas cortas de 8 segmentos, presentan un aparato bucal succionador-raspador, las hembras tiene un ovipositor aserrado lo que les permite depositar sus huevos en los tejidos de la planta. (Fasagua, 2012).

<< Las hembras depositan en hojas, pétalos de flores y tallos, sus huevos (entre 40 y 300) y los dejan incubando. Los huevos son muy sensibles a las temperaturas: progresan de forma ideal a los 30°, pero apenas cinco grados más les resultan mortales>> (Torres, 2017)

Según Ajjiichí (2013) la metamorfosis del trips (*Frankliniella occidentalis*), es intermedia entre simple y compleja consistente de cinco estadios: adulto, huevo, larvas, prepupa y pupa. Entre estos se encuentra dos estadios larvarios. Ambos prepupa y pupa son quiescentes, es decir estadios que no se alimentan durante su desarrollo. Mientras que los adultos emergen continuamente para buscar alimento durante los meses cálidos. Los adultos y los inmaduros están disponibles en las partes florales y brotes tiernos de las plantas, y se pueden localizar en cualquier época durante la estación de crecimiento. Las hembras llegan a depositar sus huevos en las partes tiernas de la planta y la eclosión se presenta en 2 a 14 días, dependiendo de la temperatura (alrededor de 5 días durante los meses de verano). Así mismo las larvas del primer estadio comienzan su alimentación después de haber eclosionado. Pero comúnmente los estadios inmaduros tienden a retomar de 5 a 7 días para completar su desarrollo

Por consiguiente los trips se caracterizan por tener un par de lacinias maxilares como agujas, permitiendo de una mejor manera la función de la lengua, contiene un par de mandíbulas, pero la mandíbula izquierda es la que se encuentra bien desarrollada y junto con los estiletes maxilares lo utilizan para una mejor succión de la savia y ocasionando debilitamiento a la planta, además pueden ser transmisores de enfermedades virosas (Toledo, 2017)

2.2 Descripción taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del trips

Reino	Animalia
Clase	Hexápoda
Sub-clase	Pterygota
Orden	Thysanóptera
División	Exopterygota
Familia	Thripidae
Género	<i>Frankliniella</i>
Especie	<i>Frankliniella occidentalis</i>

Fuente tomada de: (Tohom, 2018)

2.3 Especies de trips reportados para Guatemala

En el documento oficial del MAGA, “Lista general de plagas reportadas en Guatemala”, únicamente se encuentran reportadas *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *Thrips tabaci*, (Cano, 2007) citado por (Tohom, 2018)

2.4 Ciclo reproductivo

Según Tohom (2018) la gran diversificación de especie existente, su coloración varía de un color pardo, café, verde y amarillo, la duración de su ciclo biológico va dependiendo de la temperatura, planta hospedera y la cantidad de alimento disponible, la especie *Frankliniella occidentalis* en su primer estado larvario tiende a tener una coloración transparente. El segundo estado larvario es muy parecido a los adultos con una coloración amarillo dorado, se conoce que el primero y el segundo estado larvario que se esconden entre las yemas y flores de la arveja.

En los estados ninfales dejan de alimentarse de la planta al momento de trasladarse al suelo hasta 10 mm bajo el suelo, teniendo un mejor desarrollo en suelos húmedos, en estado adulto la hembras son más largas que los machos, ambos emergen en el suelo de dos a cinco días, al mantenerse en el suelo pueden llegar a vivir de treinta a cuarenta días.

El ciclo de vida de los trips (*Frankliniella occidentalis*) va dependiendo de la altura en que se encuentra ubicada la plantación en altitudes que van de 1500-2100 msnm hay un mayor incremento de Trips, en altitudes que van de 2100-3000 msnm hay una menor proliferación de la plaga, pero también la población de trips va en relación con las épocas del año en verano son muy susceptibles a las bajas temperaturas, mientras que las poblaciones de invierno son tolerantes (Asociación de agricultores el Altiplano, 2020). <<Los trips se desarrollan más rápido a 30° C, mientras que por encima de los 35° C no hay desarrollo en absoluto, debajo de los 28° C hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo>> (Infoagro.com, 2003)

2.5 Reproducción

<<La reproducción de *Frankliniella occidentalis* puede ser tanto sexual como asexual. Hembras no fecundadas dan descendencia masculina, mientras que la de las fecundadas está compuesta por un tercio de machos y dos tercios de hembras >> (Auquilla, 2012) Al principio se pueden encontrar una gran cantidad de machos que hembras, conforme va pasando el tiempo el porcentaje se invierte.

2.6 Dispersión

Frankliniella occidentalis se encuentra principalmente en las partes altas de la planta, es poco frecuente que este en las hojas y se pueden localizar en los puntos de crecimiento, generalmente el punto más atractivo y fácil de localizar es en las yemas florales y flores. Sin embargo en el día se pueden descubrir mucho más adultos en las flores. A primera hora de la mañana se hacen más activos, después abandonan sus refugios. (López, 2015)

2.7 Fluctuación poblacional del trips

De acuerdo con Rivera (2003) considera un promedio entre 1.5 y 2.5 de trips por flor de arveja, lo cual indica que el daño ocasionado por el trips en las vainas de arveja dulce va

conforme a la variedad que se cultiva, además indica que los daños se observan durante la segunda y tercera semana de cosecha con un 30% y 40%.

2.8 Daños ocasionados por trips

Los trips afectan las hojas, tallos, flores y vainas siendo el principal problema en las vainas, por ser el producto comercial. Los principales daños a nivel de arveja son:

- **Daño en roncha:** Se denomina también como “piquete de zancudo” se caracterizan por pequeñas lesiones a manera de ronchas de color negra que se encuentran distribuidas en la vaina. Se distingue el daño aislados o también en grupos son muy numeroso y se encuentran en ambos lados de la vaina. Este síntoma es producida por el hábito de ovoposición de trips, y es provocado al momento de eclosionar (Marroquín, 2015).
- **Daño de mancha negra:** Son pequeñas lesiones presentándose en forma de puntos rectangulares o se puede encontrar de forma alargada, teniendo una coloración negra, que están dispersos en el tejido de las vainas, esta mancha la causa el aparato bucal que tiende a ser raspador-chupador al momento de alimentarse de la vaina (Marroquín, 2015).
- **Daño de mancha blanca:** Se caracterizan por lesiones circulares de color blanco, se encuentran en la parte superior de la vaina, correspondientes a la oviposición de algunas especies de trips (Marroquín, 2015).
- **Daños en hojas y tendrilos:** Presentándose en pequeñas lesiones que son provocadas por los trips, cuando se alimenta de los tejidos de la planta y se encuentran en forma de puntos de color café, distribuidos en el envés de las hojas. Dichos puntos son pequeñas lesiones de forma alargada, no mayores a un mm de diámetro. (Tohom, 2018)
- **Daño en las flores:** Este es un síntoma, debido a la presencia del trips dentro de la flores, siendo estos daños por la alimentación, la cual se presentan con manchas de color café claro en los pétalos se encuentran distribuidos en ambos lados de la flor (Tohom, 2018).

3. Métodos de control para trips

3.1 Control químico

Es un método químico que puede presentarse dificultad al momento del control de insecto debido a su comportamiento, además las larvas y los adultos hospedan en las flores y el adulto por su gran movilidad, por lo tanto las aplicaciones deben cubrir toda la planta principalmente en el envés de las hojas y flores, procurar el control de la plaga al inicio del cultivo y sobre todo antes de la floración. (Fasagua, 2012)

3.2 Control cultural

Este tipo de control es muy importante incluir dentro del MIP en los cultivos agrícolas dado que es un elemento muy básico para el control de trips, es decir estas prácticas son de carácter preventivo, incluye: uso de barreras vivas, rotación de cultivos, las podas, asocio de cultivos, fertilización adecuada, destrucción de malas hierbas y rastrojos. (Fasagua, 2012)

3.3 Control biológico

Para el control de trips se disponen de varias especies de depredadores que se introducen de manera preventiva en el cultivo. Las especies más utilizadas pertenecen a dos grupos distintos: los ácaros depredadores del género *Amblyseius* y las chinches, perteneciendo al género *Orius*. Ambas especies no solamente son depredadores, sino también son capaces de sobrevivir y reproducirse a base del polen. Por tanto, las poblaciones pueden crecer y mantenerse a base de una dieta vegetal y por la presencia de presa viva. (Infoagro.com, 2003)

3.4 Control etológico

Es un método muy eficaz utilizado como atrayente aprovechando el comportamiento de los insectos a manera de estereotípica a diversas señales o estímulos visuales, generalmente las trampas cromáticas de color azul es específicamente de trips y el uso de feromonas, estas trampas son un mecanismo de control de insectos-plagas en la agricultura ecológica, es muy favorable, no provoca ningún daño a los insectos benéficos (avispa, mariquitas entre otros) cabe resaltar también que son muy efectivos ante los insectos más pequeños que comúnmente son los más difíciles de controlar y capturarlo con la mano. Por lo tanto el trampeo masivo es usado para reducir la población de plagas en los cultivos agrícolas. (Tohom, 2018)

3.5 Control orgánico

Los insecticidas orgánicos son muy importantes en el marco de los cultivos orgánicos, ya que son productos que contienen sustancias totalmente naturales, causando efectos repelentes o muerte en los insectos, es decir las sustancias llegan a estimular cierta alteración poblacional que mantiene a las plagas en niveles tolerables. Además estos productos son muy amigables con el medio ambiente, al mismo tiempo no afecta a los insectos benéficos. (López, 2015)

4. Cultivo de arveja dulce

4.1 Importancia del cultivo

La arveja dulce (*Pisum sativum*) está tomando auge en el mercado internacional y su cultivo va extendiendo principalmente en el altiplano occidental, pueden consumirse con o sin vaina, pero <<En términos de su ubicación en el contexto del mercado internacional, la

arveja dulce es considerada como un producto de exportación [...] se estima que Guatemala exporta alrededor de 40,384 TM que equivale más o menos al 89% de su producción nacional >> citado por (González, 2014)

Actualmente las cooperativas o instituciones buscan generar alianzas con productores y establecen contratos para garantizar la entrega de la producción y también se les permite a obtener mejores precios, por lo que la demanda internacional de arveja dulce (*Pisum sativum*) va en aumento, Según Tohom (2018) determina que << La producción de la arveja ha ido en aumento creciendo en un 15 % cada año, sin embargo la demanda del mercado internacional excede por mucho a la oferta, lo que ha originado que los exportadores busquen más grupos de productores >>

4.2 Importancia económica

Según Agexport (2019), Guatemala es uno de los principales productores de arveja a nivel mundial, la producción nacional de arveja se estima que se cultivan alrededor de 11 mil hectáreas, logrando obtener 70 millones de libras de arveja al año, su mercado de exportación se distribuyen de la siguiente forma: el 65% es exportado a Estados Unidos, 30% a Europa y el 5% restante se exporta a Canadá, Centro América y Asia. estableciendo el 94.5% del área sembrada se concentra en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Huehuetenango, Sololá y Jalapa, sobre todo estos departamentos poseen condiciones edafoclimáticas que son ideales para su cultivo.

5. Agricultura orgánica

De acuerdo con la FAO (2003) establece la agricultura orgánica como un método de control que respetan y conservan el medio ambiente, la producción orgánica se basa en todo el sistema para poder producir, hasta entregar el producto al consumidor final, haciendo el uso mínimo de los fertilizantes y plaguicidas sintéticos, dan como consecuencia la degradación del suelo, agua, la biodiversidad y los servicios ecológicos que dependen de la producción de alimentos, en términos generales hacer uso de los recursos naturales, para cambiar la agricultura convencional a un sistema de manejo orgánico.

5.1 Insecticidas orgánicos

<<La protección natural de cultivos reduce el riesgo de la resistencia en los insectos, tiene menos consecuencias letales para los enemigos naturales, reduce la aparición de plagas secundarias, es menos nocivo para el hombre, y no ocasiona daños en el medio ambiente >> (Auquilla, 2012)

5.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas orgánicos

- **Ventajas**
 - Son productos que se degradan rápidamente

- No contaminan el medio ambiente
- No provoca ningún daño sobre los insectos benéficos
- Pueden ser aplicados con poco tiempo antes de la cosecha
- Mantiene el equilibrio biológico
- No es tóxicos para la salud del agricultor
- Se obtiene alimentos más sanos

- **Desventajas.**
 - Su forma de acción es más lenta
 - Se descomponen rápidamente por los rayos ultravioleta
 - No existe un registro sobre los ingredientes activos que tienen
 - Las recomendaciones que manejan los agricultores no están comprobadas científicamente.

VII. Metodología

1. Descripción del área de estudio

Según Sarat (2011) el municipio de Santa Lucía Utatlán, se encuentra situado a 152 kilómetros de la ciudad capital, al occidente del país, es uno de los diecinueve municipios del departamento de Sololá, con distancia a 25 kilómetros de la cabecera departamental, Cuenta con una superficie de 44 kilómetros cuadrados siendo esto el 15% del territorio departamental.

El municipio forma parte de la cuenca del lago de Atitlán, por sus montañas, que se mencionan que tienen una altura promedio de 2,446 msnm. Cuenta con riachuelos que convergen y que son principales afluentes de vida del Lago. La ubicación geográfica de la cabecera municipal está comprendida dentro de las coordenadas de 14^o 46' 4" y se encuentra a una altura de 2,492 msnm. Santa Lucía Utatlán, colinda con los siguientes municipios al Norte con Nahualá y Totonicapán; al Este con San José Chacayá; al Sur con San Marcos La Laguna y Santa Clara La Laguna; al con Santa Catarina Ixtahuacán.

En el territorio municipal, pasa la carretera Interamericana, que une a América del norte y Sudamérica. Para ingresar al Municipio de Santa Lucía Utatlán, se toma la ruta Interamericana y se desvía en el Km 148, cuyo recorrido para la cabecera Municipal es de 4 kilómetros, carretera asfaltada, luego para el acceso a las comunidades, algunas poseen calles adoquinadas y otras de terracería.

1.1 Uso actual de la tierra y potencial productivo

En el municipio durante el periodo 2009 las actividades agrícolas y artesanales, representan el 67% de la ocupación de los pobladores. Los habitantes que se dedican a alguna actividad productiva, lo hacen en terrenos propios o arrendados. El uso principal de la tierra es para la actividad agrícola, donde predomina el cultivo de maíz, frijol, durazno, manzana y cosechas anuales. Además, se cultivan haba, papa y hortalizas con dos cosechas al año (Sarat, 2011).

2. Fases del estudio

2.1 Manejo agronómico del cultivo

➤ Delimitación del área de estudio

El lugar donde se realizó el experimento ocupó un área total de 240m², distribuidos en 20 unidades experimentales.

➤ **Preparación del suelo y trazado de los surcos**

La preparación del terreno se trabajó de forma manual, a una profundidad del arado de 30 cm. Al mismo tiempo se procedió a trazar los surcos para los tratamientos con un distanciamiento entre surcos a 1m. Según Asociación de agricultores el Altiplano (2020) establece que después del arado se debe de incorporar al fondo del surco materia orgánica a una cantidad de 1515 kg/ha

➤ **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual, a un distanciamiento de 5 cm entre si y a 2-5 cm de profundidad, que es lo recomendable para la arveja dulce variedad SL.

➤ **Tutorado y piteado**

Se utilizaron postes de bambú amarillo (*Bambusa vulgaris*), con una medida de 2 metros de altura, con un diámetro de 8-10 cm, los tutores fueron colocados a lo largo de los surcos uno a cada 2.5 metros; la colocación de la rafia (pita) es muy importante porque le sirve de sostén a la planta, la primera hilera de la rafia se colocó a 20 cm, las siguientes se colocaron a cada 20 cm, hasta completar de 4-5 hileras de rafia. En cada hilera llevó dos hiladas de rafia uno en cada lado del poste y fuertemente amarrados a los mismo.

➤ **Fertilización**

Se aplicaron fertilizantes que comúnmente emplean los agricultores de la región, al inicio o momento de la siembra se aplicó 10-50-0 (10%N-50%P-0%K) al fondo del surco 252 kg/ha, a los 30 días se procedió a la primera aplicación de 15-15-15 (15%N-15%P-15%K) 454 kg/ha, y a los 45 días se realizó una última aplicación de 15-15-15 (15%N-15%P-15%K) 454 kg/ha. (Asociación de agricultores el Altiplano, 2020)

➤ **Riego:**

Se implementó un sistema de riego por goteo y el calendario de riego se realizó cada tres días durante 30 minutos debido que << El requerimiento hídrico es de 250 a 380 milímetros de agua con mayor demanda en las etapas de crecimiento y floración >> (Ramírez, 2018)

➤ **Control de malezas**

En los primeros 25 días después de la siembra, se eliminaron las malezas que se encuentran en el cultivo, esto se realizó de forma manual, luego a los 40 días se realizó nuevamente la eliminación de maleza de forma manual, estas labores se realizaron debido que las malezas compiten por los nutrientes que están en el suelo, como también son hospedantes alternos de las diversas plagas y enfermedades que atacan al cultivo.

➤ **Control de enfermedades**

En el caso de Mildiu polvoriento (*Erysiphe pisi*) y manchas foliares (*Ascochyta pisi*), se realizaron aplicaciones de Azoxystrobin 250 gr/ha + Clorotalonil con una dosis de 1.5 L/ha, estos productos son totalmente indispensables para dicho cultivo.

➤ **Control de plagas**

Para controlar las plagas como mosca minadora (*Liriomyza* sp), pulgones (*Myzus* sp) se realizaron aplicaciones de Chlorpyrifos y Thiametoxam con una dosis de 0.10L/ha, (comúnmente utilizado por los agricultores de la región). Para el control de trips se utilizaron los insecticidas orgánicos

➤ **Programa fitosanitario para el control de trips**

Los programas fitosanitarios se enfocó principalmente en la utilización de métodos basados en el manejo integrado de plagas. Por tal razón es importante conocer las etapas fenológicas del cultivo de arveja y el tiempo de apareamiento de la plaga. En este caso para el control de Trips se aplicaron los insecticidas orgánicos. El plan se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Programa fitosanitario para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

Actividad	Etapas fenológicas	Procedimiento
Monitoreo	0-70 días después de la siembra	Si la población de trips en cada una de las etapas fenológicas es mayor a 2 trips por flor, se tomará la decisión de control
Decisión de control	Cuando las poblaciones de la plaga son mayores a los niveles críticos establecidos	Iniciar la aplicación de insecticidas antes de la floración, ya que los trips se hospedan principalmente en las flores
Estrategia	Cuidado del medio ambiente y a la salud humana al mismo tiempo proteger a otros insectos benéficos	Asperjar en horarios de (6:30-8:30 A.M) o bien de (4:00-6:00 P.M)
Táctica a aplicar	Aplicación de insecticidas orgánicos a los 72 días después de la siembra	Productos únicamente de origen natural
Frecuencia de aplicación	Intervalos de aplicación cada 4 días	Se debe de asperjar en horarios indicados
Evaluación	Evaluar la efectividad de los insecticidas orgánicos	Verificar si existe un buen control de la plaga

2.2 Segunda fase (preparación de los insecticidas orgánicos)

➤ **Caldo sulfocálcico**

Controla enfermedades fúngicas en hortalizas como: (*Ascochyta pisi*), en frutales como: Antracnosis (*colletotrichum gloesporoides*), plagas que controla; ácaros de la familia (*Acary tetranychidae*), gusano cogollero (*helicoverpa armígera*), trips (*Frankliniella occidentalis*), pulgones (*Myzus persicae*), además tiene funciones como biofertilizantes. (López *et al*, 2019)

1 kg de azufre
1 kg de cal
20 litros de agua.

Preparación

Hervir el agua, después se le agrega el azufre con la cal previamente disueltos. Dejarlo hervir durante 30-40 minutos y hay que estar removiendo a cada instante para que no se concentra en un solo lugar. Se le aplica 1-2 cm de aceite de cocina para que el aire no lo descomponga, finalmente se debe de colar y listo, esto tiene un promedio de caducidad de 6-12 meses (López *et al*, 2019)

➤ **Tabacol 20**

Controla varias plagas en frijol tales como: pulgones (*Myzus sp*), minadores de la hoja (*Phyllocnistis citrella*), orugas de la familia (*Noctuidae*), trips (*Frankliniella occidentalis*), en tomate controla plagas como: mosca blanca (*Bemisia tabaci*, trips (*Frankliniella occidentalis*), barrenador del tallo (*Plagiohamus maculosus*), en hortalizas controla plagas como: palomillas del orden (*Lepidoptera*), pulgones (*Myzus sp*), minadores de la hoja (*Phyllocnistis citrella*), orugas de la familia (*Noctuidae*) y en frutales controla plagas como: barrenador del tallo (*Plagiohamus maculosus*), gorgojos (*Sitophilus oryzae*), minadores de la hoja (*Phyllocnistis citrella*), ácaros de la familia (*Acary tetranychidae*), (Manual de agricultura orgánica s.f).

20 unidades de tabaco (en rollo)
½ libra de Maguey manso (*Agave salmiana*)
½ barra de jabón azul
10 ml de alcohol
20 litros de agua.

Preparación:

Como primera parte se trituró el tabaco y se cortó en trocitos el maguey manso (*Agave salmiana*), luego se colocó al fuego durante ½ hora en 5 litros de agua. Al terminar este proceso se dejó reposar durante 24 horas, finalmente se debió colar, agregándole el alcohol y se completó los 20 litros de agua que se requería y listo para aplicarlo a las plantas. Manual de agricultura orgánica (s.f).

➤ **Tomatol**

Controla enfermedades como tizón tardío (*Phytophthora infestans*), plagas como; cogollero (*helicoverpa armígera*), barrenador del tallo (*Plagiohamus maculosus*), trips

(*Frankliniella occidentalis*), pasador especialmente para tomate (*Neoleucinodes elegantalis*). (Manual de agricultura orgánica s.f).

	Ingredientes Activos
100 gramos de ajo (<i>Allium sativum</i>)	(alliína)
1 kg de apazote (<i>Dysphania ambrosioides</i>)	(Ascaridol)
15 gramos chile caballo (<i>Capsicum pubescens</i>)	(capsaicina)
1 kg de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	(Saponinas, eugenol, linalol)
1 libra de cebolla (<i>Allium cepa</i>)	(alicina, alipropino)
5 litros de agua	

Preparación

Macerar el ajo, el apazote, el chile caballo, la albahaca y la cebolla. A esta mezcla realizada se le adicionan los 5 litros de agua y dejarlo en fermentación durante 2 días luego se cuela y listo para su aplicación. (Manual de agricultura orgánica, s.f).

➤ Testigo (utilización de producto químico)

Se utilizó un producto sintético con ingrediente activo Spinetoram, es lo más utilizado por los agricultores para combatir el trips dentro de la plantación de arveja dulce.

➤ Testigo absoluto sin aplicación

2.3 Tercera fase (aplicación de los insecticidas orgánicos)

Se rotuló cada unidad experimental con su respectivo número de tratamiento y repetición para no tener confusiones en el área experimental, los insecticidas se prepararon con anticipación. La aplicación de los tratamientos se comenzó a los 72 días después de la siembra, a condición del estado fenológico de la planta es muy corta, las aplicaciones deben ser asperjadas en toda la planta principalmente en los botones florales, a manera que los trips se encuentran refugiados dentro de la flor de la arveja.

Luego se aplicaron los productos con dosis establecidas por cada tratamiento, la cual se utilizó una bomba de mochila con capacidad de 16 litros y se asperjó cada cuatro días.

2.4 Cuarta fase (recolección de datos en campo)

Se recolectó la información en campo para evaluar las variables de respuestas y posterior a eso se realizó el análisis estadístico de cada información recolectada. Trabajando de la manera siguiente:

- **Porcentaje de eficacia de los tratamientos:** se realizó a través de un conteo de trips al inicio de la floración, utilizando el muestro al azar donde se realizó el debido conteo en 32 flores de arveja, sacudiendo las flores en un recipiente de plástico o en una cartulina blanca, por lo que se debió muestrear la población de trips antes de la aplicación de los insecticidas orgánicos y se muestrearon un día después de ser

aplicado los productos orgánicos. Los especímenes recolectados se colocaron en una caja Petri posteriormente se llevó al laboratorio de entomología de la universidad del Valle de Guatemala para su respectivo diagnóstico de la especie.

La fórmula que se utilizó para expresar el Porcentaje (%) de eficacia de cada tratamiento es:

Si la población de trips es heterogéneas entonces se utiliza la:

Formula de Henderson-Tilton

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100$$

Datos:

Ta = Infestación en la parcela antes del tratamiento.

Td = Infestación en la parcela tratada después del tratamiento.

Ca = Infestación en la parcela testigo antes del tratamiento.

Cd = Infestación en la parcela testigo después del tratamiento.

Si la población de trips es homogénea, entonces se utiliza la:

Formula de Abbott

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd) \times 100 = (Cd - Td / Cd) \times 100$$

Datos:

Td = Infestación después del tratamiento.

Cd = Infestación en testigo después del tratamiento.

➤ **Área Bajo la Curva del Progreso de la Eficiencia (AUDPC) de los tratamientos evaluados**

Se determinó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Eficiencia (AUDPC) que fue calculando a partir de los porcentajes estimados de la eficacia de los insecticidas orgánicos evaluados, comparado con el testigo comercial, registrados en diferentes momentos durante su aplicación.

La fórmula que se utilizó para expresar el Porcentaje (AUDPC) fue:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Datos:

t: tiempo (días) de cada lectura

y: Porcentaje de eficacia de cada tratamiento

n: número de lecturas

- **El porcentaje de vainas afectada por trips:** Se determinó durante cada corte, donde se seleccionaron las vainas dañadas, tomando en cuenta los daños en roncha

blanca, luego se pesaron y calcular el porcentaje de daño en cada uno de los tratamientos y repeticiones.

- **El rendimiento por kg/ha:** Se determinó después de la cosecha, en cada corte se debió de pesar cuanto fue lo que se cosechó de vainas limpias por tratamiento, siempre y cuando se tomó en cuenta la calidad de producto que puede ser exportable, al final de la cosecha se unificó los datos, para establecer la producción neta en cada tratamiento.
- **Análisis económico:** Según Ajiqichí (2011). Para el análisis económico fue necesario calcular los costos de producción directos e indirectos, administrativos y estimar el precio del mercado de exportación, de la venta de la arveja en kg para luego calcular la rentabilidad del cultivo con base en la calidad del producto cosechado, así mismo se determinó el indicador de costo beneficio, para cada uno de los tratamientos.

3. Diseño estadístico

De acuerdo con la investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar. Según Bautista (2008) este diseño es conveniente a utilizar cuando los bloques se construyen perpendiculares a la dirección de la gradiente de variabilidad como: la altitud del lugar donde se llevó a cabo el experimento, el grado de inclinación del terreno, la temperatura, dirección del viento y otros. Eso hace que este influyendo sobre los tratamientos. En la que se implementaron cinco tratamientos y cuatro repeticiones, lo que hace un total de 20 unidades experimentales.

3.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

3.2 Número de repetición a través de Grados de libertad del Error (GLE)

GLE = (t-1) (r-1) donde "t" se refiere al número de tratamiento y "r" al número de repeticiones.

$$GLE = (t-1) (r-1) = 12$$

$$(5-1)(r-1) = 12$$

$$4(r-1) = 12$$

$$4r-4 = 12$$

$$4r = 12+4$$

$$r=16/4$$

$$r=4$$

3.3 proceso de aleatorización

La aleatorización se realizó de forma manual quedando totalmente distribuidos, según los grados de libertad nos indican 4 repeticiones de cada tratamiento y al momento de realizar este proceso hay que evitar el sesgo para no tener imprevistos durante el experimento.

3.4 Variable respuesta

- Porcentaje de eficacia de los tratamientos
- Porcentaje de vainas afectadas por trips
- Rendimiento kg/ha
- Análisis económico

3.5 Software utilizado

Se utilizó el Software Infostat, esto permitió medir el efecto entre variables a través del Análisis de Varianza y contrastarlo con el valor tabulada de Fisher.

3.6 Análisis estadístico

Se utilizó el procedimiento de análisis de (ANDEVA), para cada una de las variables evaluadas, estableciendo el efecto entre cada uno de los tratamientos, para obtener los datos de la F calculada.

3.7 Tratamientos

Se trabajó con tres tratamientos orgánicos más el testigo relativo (manejo químico), y el testigo absoluto sin aplicación, cada tratamiento se aplicó a 600 plantas en 12 metros lineales.

Tratamiento Uno: Caldo sulfocalcico

Tratamiento Dos: Tabacol 20

Tratamiento Tres. Tomatol

Tratamiento cuatro: Testigo relativo o comercial (Spinetoram)

Tratamiento cinco: Testigo absoluto (Sin aplicación)

Cuadro 3. Concentraciones de los insecticidas orgánicos

Tratamiento	Concentraciones de insecticida orgánico	Momento de aplicación
T1 (Caldo sulfocalcio)	1/2 litro en 16 litros de agua	Se asperjó en horas de la tarde y en días poco soleados cada 4 días
T2 (Tabacol 20)	2 litros en 16 litros de agua	Se asperjó en horas de la tarde y en días poco soleados cada 4 días
T3 (Tomatol)	2 litros en 16 litros de agua	Se asperjó en horas de la tarde y en días poco soleados cada 4 días
T4 (Testigo comercial)	Tratamiento de testigo (manejo tradicional)	Se asperjo en horas de la mañana y tarde cada 7 días.

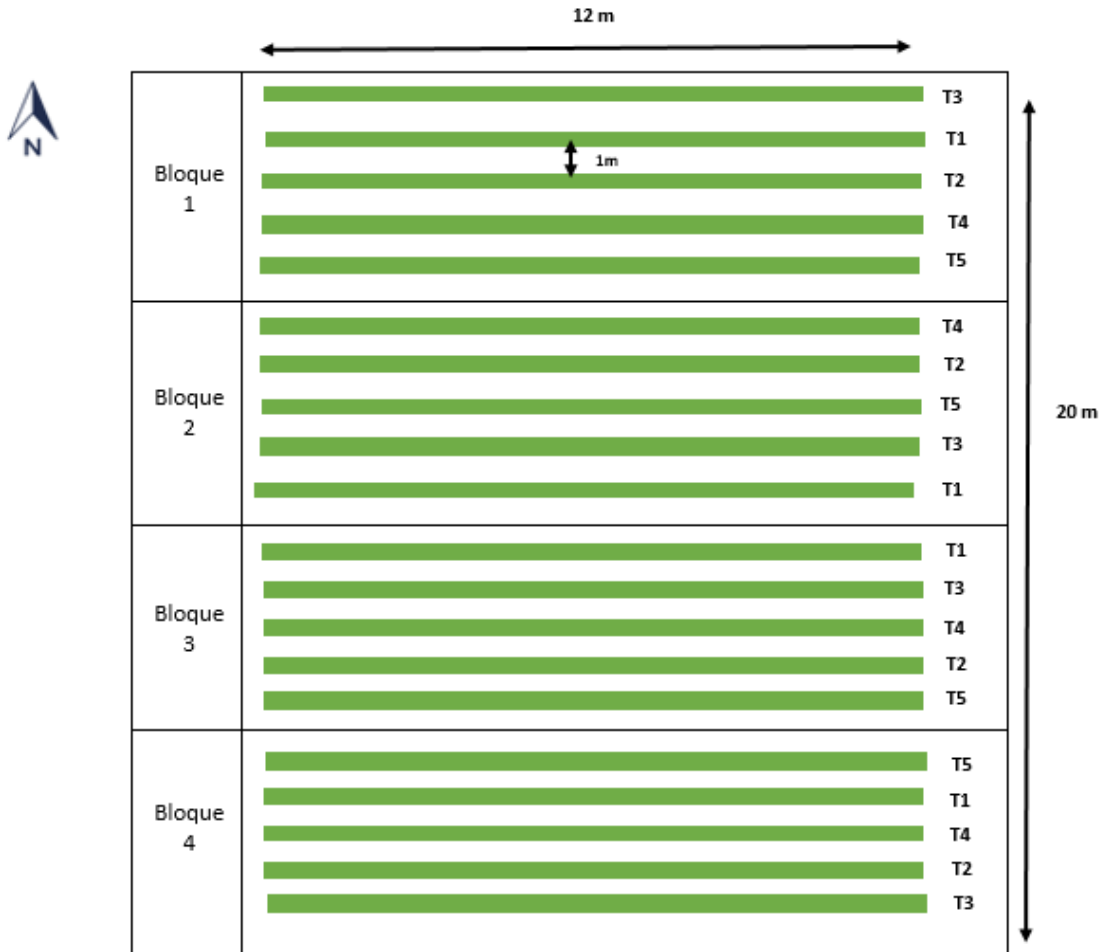
Cuadro 4. Concentración del tratamiento testigo

Programa de aplicación del tratamiento testigo			
Ingrediente activo	Dosificación	Días a cosecha establecido	Frecuencia de aplicación
Spinetoram	0.6 cc/1 lt de agua	1 día	Cada 7 días

3.8 Periodo de aplicación de los tratamientos

Se realizaron aplicaciones de los insecticidas orgánicos de forma foliar, comenzando a los 72 días después de la siembra, con intervalo de aplicación a cada 4 días hasta la finalización de la cosecha, se le aplicó en esta etapa, debido que los trips empiezan con su alimentación, dañando a la arveja desde muy pequeña; se conoce también por la necesidad de oviposición, se observa con facilidad en la parte superior de la vaina.

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos establecidos de forma lineal con una cantidad de 600 plantas cada una.



VIII. Resultados y discusión

1. Eficacia de los tratamientos

Para determinar esta variable de eficacia se realizaron muestreos previos a realizar las aplicaciones y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos, la unidad de muestreo fueron las flores de arveja dulce (*Pisum sativum*) y en cada parcela neta se tomaron al azar 8 plantas por tratamiento, en cada punto de muestreo se seleccionaron 4 flores por planta, sumando un total de 32 flores por tratamiento, de acuerdo a dichas poblaciones se establece el porcentaje de eficacia después de cada aplicación de los tratamientos.

Cuadro 5. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados sobre la población de trips (*Frankliniella occidentalis*) en arveja dulce (*Pisum sativum*), Santa Lucía Utatlán, Sololá, 2021.

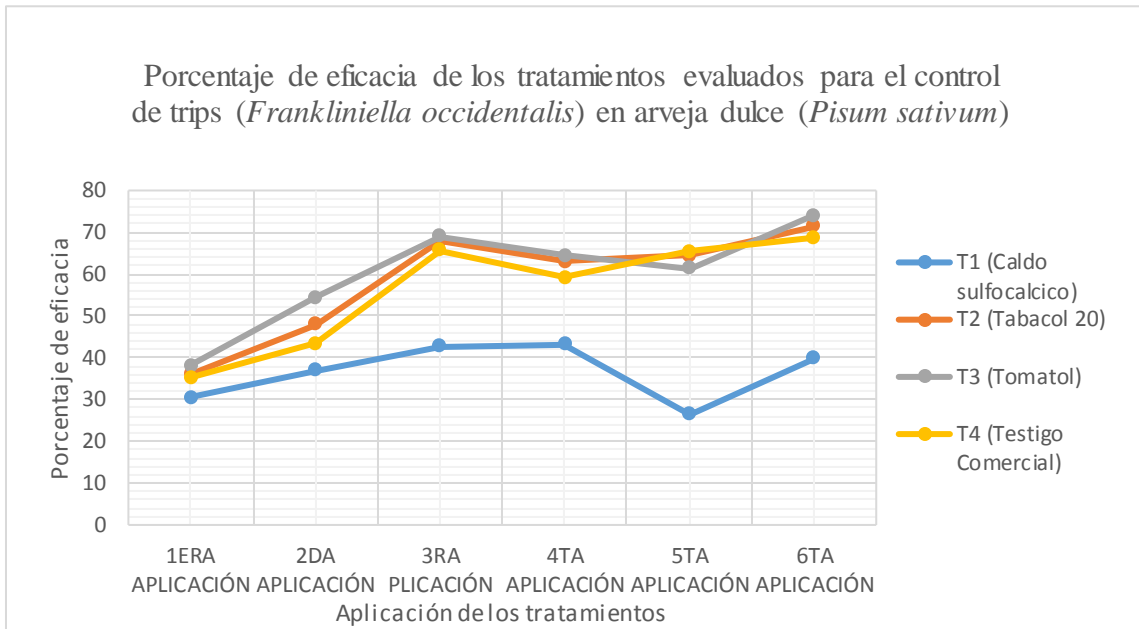
Tratamientos	1era aplicación	2da aplicación	3ra aplicación	4ta aplicación	5ta aplicación	6ta aplicación
T1 (Caldo sulfocalcico)	30.44	36.86	42.76	43.08	26.37	39.84
T2 (Tabacol 20)	36.05	48.06	67.77	63.06	64.47	71.31
T3 (Tomatol)	38.25	54.52	68.88	64.43	61.44	74.09
T4 (Testigo commercial)	35.28	43.35	65.64	59.24	65.46	68.71

En el cuadro anterior, se muestran los promedios de eficacia de los tratamientos en cada aplicación, por lo tanto se presenta dos de los insecticidas orgánicos tuvieron efecto sobre las poblaciones de trips, superando al testigo relativo.

Tomando en cuenta que la investigación se llevó a cabo a campo abierto por lo que no se pudo controlar equitativamente las poblaciones de trips, en cada uno de los bloques, de acuerdo con Fasagua (2012) indica que los adultos realizan vuelos cortos de planta en planta, aunque sin elevarse demasiado pueden ser arrastrados o desplazados por las

corrientes de aire. Sin embargo se consideró que las poblaciones de trips fueron heterogéneas, el comportamiento de estos datos se ilustra en la siguiente figura.

Figura 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados, para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en arveja dulce (*Pisum sativum*), Santa Lucía Utatlán, Sololá, 2021.

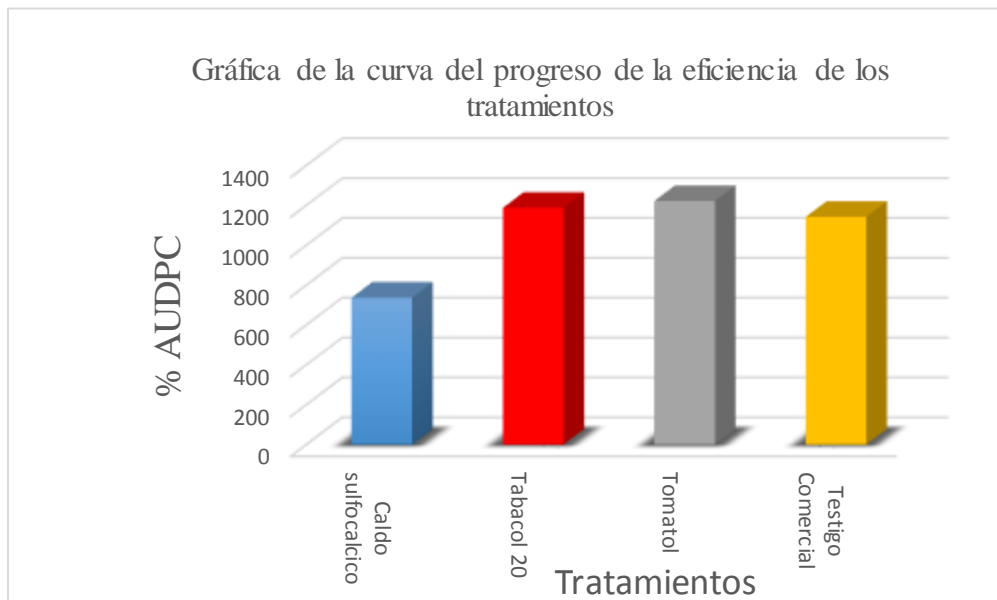


Los resultados obtenidos muestran, que el tratamiento Tomatol tuvo mejor efecto sobre las poblaciones de trips, con un 38.25% de eficacia a partir de la primera aplicación y un 74.09% de eficacia en la sexta aplicación, se determina para este tratamiento que la eficacia aumenta conforme se hacen las aplicaciones, esto se debe a la presencia del ingrediente activo que contiene ajo (alliína), apazote (ascaridol), chile caballo (capsiacina) y otros, según Ajiquichí (2013), demuestra que la albahaca (*Ocimum basilicum*) y el apazote (*Dysphania ambrosioides*) contienen alcaloides que es el principal responsable del aroma del apazote (*Dysphania ambrosioides*), causando efectos tóxicos y permitiendo controlar la población de trips.

La eficacia del tratamiento Tabacol 20, se encuentra en la segunda posición, alcanza un 36.5% de eficacia y un 71.31% en la sexta aplicación, la eficacia del testigo comercial (Spinetoram) que se encuentra posicionado en el tercer lugar, con un 35.28% de eficacia en la primera aplicación y con un 68.71% en la sexta aplicación, actuando principalmente sobre el sistema nervioso del insecto, provocando convulsiones, parálisis y finalmente la muerte del insecto. Sin embargo es un producto comercial hay que evitar residuos químicos en la cosecha de arveja dulce (*Pisum sativum*), por lo que las aplicaciones se llevaron a

cabo después de cada cosecha, ya que el intervalo entre la última aplicación y la cosecha es de un día.

Figura 3. Área bajo la curva del progreso de la eficiencia de los tratamientos evaluados



En la Figura 3, se puede apreciar la curva del progreso de la eficiencia de cada tratamiento, se observa nuevamente que el tratamiento tres (Tomatol) y tratamiento dos (Tabacol 20) fueron los más eficientes sobre el control de la población de trips comparado con el testigo comercial, mientras que Caldo sulfocalcico presentó la menor eficiencia en cuanto al control, es decir no influyó en el control de la población de trips.

De acuerdo a resultados presentados tanto el tratamiento tres (Tomatol) y el tratamiento (Tabacol 20), demostraron efectos positivos sobre la plaga, por lo mismo tomar en cuenta la correcta aplicación de los dos tratamientos que sea en el horario adecuado principalmente en horas frescas de 6-8 a.m. de la mañana y en horarios de 4-6 p.m. de la tarde, así proporciona un mejor control sobre la población de trips.

2. Vainas afectada por trips

Las vainas dañadas por trips se determinó en kg/ha, según Tohom (2018) *Frankliniella occidentalis* es uno de los vectores más importantes en la transmisión de virus del género tospovirus, provocando daños indirectos además los efectos son más severos los que genera dicha plaga. Asimismo el insecto adquiere el virus al alimentarse de tejidos infectado, y lo adquiere el insecto en el estadio ninfal, los principales daños que genera el virus son decoloraciones, necrosis y presentándose como deformaciones y distorsiones de las plantas y frutos.

Las vainas que fueron eliminados presentaban las siguientes características; manchas blancas, mancha verde y macha café, deformaciones, que fueron ocasionados por trips, eso implica que las vainas ya no son aceptable en el mercado internacional.

Cuadro 6. Vainas dañadas por trips (*Frankliniella occidentalis*) en kg/ha en arveja dulce (*Pisum sativum*)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio	Porcentaje de rechazo
T1 (Caldo sulfocalcico)	2375.32	2965.76	2685.4	3840.88	2966.84	14.00%
T2 (Tabacol 20)	2257.34	2410.67	2660.89	2280.4	2402.33	13.31%
T3 (Tomato)	2189.12	2396.7	2393.12	2290.06	2317.25	12.90%
T4 (Testigo comercial)	2358.4	2545.15	2590.45	2545.6	2509.90	13.90%
T5 (Testigo absoluto-sin aplicación)	7785.56	7873.56	7850.25	7870.56	7844.98	45.89%

Con base en los resultados obtenidos se puede notar que los tratamientos en donde hubo mayor daño en frutos, fue en el testigo absoluto dado que no se realizó ninguna aplicación y en el tratamiento uno (Caldo sulfocalcico) hubo menos daño es decir se controló la población de trips pero su uso no fue factible, según CENTA (2011) indica que al usar caldo sulfocalcico en leguminosa y cucurbitácea causa una decaída de floración por la misma razón no se logró un buen rendimiento.

Según Porres (2017) indica que las poblaciones de trips incrementan en los periodos de formación de botones y floración, por ende generan más daños. Pero los daños en frutos fueron disminuidos considerablemente a comparación del testigo comercial. Cabe mencionar también que la población de trips se va disminuyendo cuando la planta entra en senescencia, por lo tanto los daños se minimizan.

Cuadro 7. Análisis de varianza de los daños afectados en kg/ha de arveja dulce (*Pisum sativum*)

F.V.	SC	GL	CM	F	FT	
					5%	1%
Modelo	91117845.62	7	13016835.09	156.41		
Tratamiento	90754471.57	4	22688617.89	272.62 **	3.26	5.412
Repeticiones	363374.05	3	121124.68	1.46		
Error	998701.69	12	83225.14			
Total	92116547.31	19				

NS = No significativo; * = Significancia estadística; ** = Altamente significativo
CV = 8.00

El análisis de varianza sobre las vainas afectadas por trips manifiesta que el valor FC para los tratamientos es altamente significativo al compararlo con F calculada (Fcal - es mayor que la F tabulada) por lo que se tuvo que realizar la prueba de Tukey al 5% para establecer la diferencia estadística entre los mismos.

Cuadro 8. Prueba de medias (Tukey 5%) de vainas de arveja dulce afectadas por trips en kg/ha

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 (Tomatol)	2317.25	4	144.24 A
T2 (Tabacol 20)	2402.33	4	144.24 A
T4 (Testigo comercial)	2509.90	4	144.24 A
T1 (Caldo sulfocalcico)	2966.84	4	144.24 A
T5 (Testigo absoluto)	7844.84	4	144.24 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Se puede observar los resultados obtenidos del Cuadro 8 prueba de Tukey al 5% se logró formar dos grupos, en el primer grupo se encuentra el testigo absoluto presentándose con un mayor peso de vainas dañadas con una media de 7844.84 kg/ha, esto indica que no realizar ningún tipo de control los rechazos son más altos. Según Tohom (2018) establece que las vainas de la arveja dulce son sumamente dulces y las poblaciones de trips tienden a incrementarse con más facilidad con esas condiciones, provocando más daños. En el segundo grupo se encuentran los tratamientos Tomatol) y Tabacol 20 son los que presentaron un menor peso de las vainas dañadas y por lo mismo menos rechazo, y son los tratamientos que presentaron un buen porcentaje de eficacia a diferencia del testigo comercial. Según Ajiquichí (2013), en su investigación demostró que los extractos utilizados fueron muy factibles sobre las poblaciones de trips, por lo que los daños fueron disminuidos considerablemente a comparación del testigo comercial, con el extracto de apazote al 5% logró reducir el daño hasta un 37% y presentó menos rechazo de vainas. En el caso de Caldo sulfocalcico también presentó menos rechazo es decir sí controló la

población de trips, pero no se logró un buen rendimiento ya que este tratamiento hizo efecto sobre la caída de flores por lo mismo no fue muy factible.

3. Rendimiento

Los resultados de rendimiento en cada tratamiento expresado en kg/ha consistió en cuantificar la cantidad de arveja sin daño (vainas limpias) de trips y con las características para poder exportarla. La incidencia de la plaga puede provocar el surgimiento de enfermedades viróticas, las cuales afectan el desarrollo vegetativo y reproductivo de la arveja dulce provocando una disminución en los rendimientos.

De acuerdo con Fasagua (2012), los trips (*Frankliniella occidentalis*) provocan serios daños directos producidos por la alimentación de ninfas y adultos sobre los tejidos vegetales, principalmente producen daños en los frutos, reduciendo la calidad de la vaina, creando un elevado porcentaje de productos de baja calidad y que en el mercado internacional ya no es aceptable. En el Cuadro 9, se presenta la tabulación de los datos para la variable de rendimientos en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 9. Rendimiento en kg/ha de vainas limpias en cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja dulce

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1 (Caldo sulfocalcico)	3700.50	3937.60	3850.21	3889.66	3844.49
T2 (Tabacol 20)	5690.70	5789.10	5880.78	5980.10	5835.17
T3 (Tomatol)	5587.70	6980.50	6516.50	5745.50	6207.55
T4 (Testigo comercial)	5495.34	6100.00	5674.65	5310.14	5645.03
T5 (Testigo absoluto-Sin aplicación)	765.25	678.90	589.10	445.80	619.76

En el cuadro anterior se determinó que el tratamiento con un mejor rendimiento fue el tratamiento Tomatol con una media estadística de 6207.55 kg/ha, por lo tanto demuestra que hubo menos incidencia de trips y representó un incremento en la productividad, Según Fernández, *et al* (2018) establece la productividad media de arveja dulce (*Pisum sativum*)

en Guatemala que es equivalente a 8863.63 kg/ha, el rendimiento obtenido es inferior a este dato, pero ya sumado con los daños hace una referencia de 8524.8 kg/ha lo que significa que es inferior por una mínima diferencia del rendimiento que se presenta, Seguido del tratamiento Tabacol 20 con una media de 5835.17 kg/ha, asimismo el Testigo comercial se posiciona como tercero con una media de 5645.03 kg/ha, a diferencia de Caldo sulfocalcico y el Testigo absoluto obtuvieron los resultados más bajos.

Según Ajiquichí (2013), una mínima variación de los rendimientos es en cuanto a la dificultad para el control del trips (*Frankliniella occidentalis*), es debido a su forma de vivir y su ciclo de vida, sin embargo la fecundidad de la hembra es muy alta a lo largo de su ciclo de vida, además sus huevecillos depositan dentro de los tejidos vegetales de la arveja, mientras que la población de ninfas y adultos vive alimentándose de frutos y sobre todo flores, refugiándose en las hendiduras de la planta, resultando todos ellos lugares inaccesibles de los tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) de arveja dulce (*Pisum sativum*) bajo los tratamientos en estudio

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	FT	
					5%	1%
Modelo	86555114.83	7	12365016.40	135.36		
Tratamiento	85884874.96	4	21471218.74	235.04**	3.26	5.412
Repeticiones	670239.87	3	223413.29	2.45		
Error	1096221.26	12	91351.77			
Total	87651336.08	19				

NS = No significativo; * = Significancia estadística; ** = Altamente significativo
CV = 6.82

Con base en el análisis de varianza se determinó al menos uno de los tratamientos presenta diferencias significativas, la F calculada (Fcal - es mayor que la F tabulada) es decir hubo variación en cuanto al rendimiento del cultivo obtenido, previo a eso se obtuvo un coeficiente de variación de 6.82%, indicando que el experimento no sufrió cambios en cuanto a los factores ambientales.

Posteriormente se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey al 5% para el tratamiento, con el fin de establecer la diferencia estadística entre los mismos.

Cuadro 11. Análisis prueba de medias (Tukey 5%) de rendimiento en kg/ha

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 (Tomatol)	6207.55	4	151.12	A
T2 (Tabacol 20)	5835.17	4	151.12	A
T4 (Testigo comercial)	5645.03	4	151.12	A
T1 (Caldo sulfocalcico)	3844.49	4	151.12	B
T5 (Testigo absoluto)	619.76	4	151.12	C

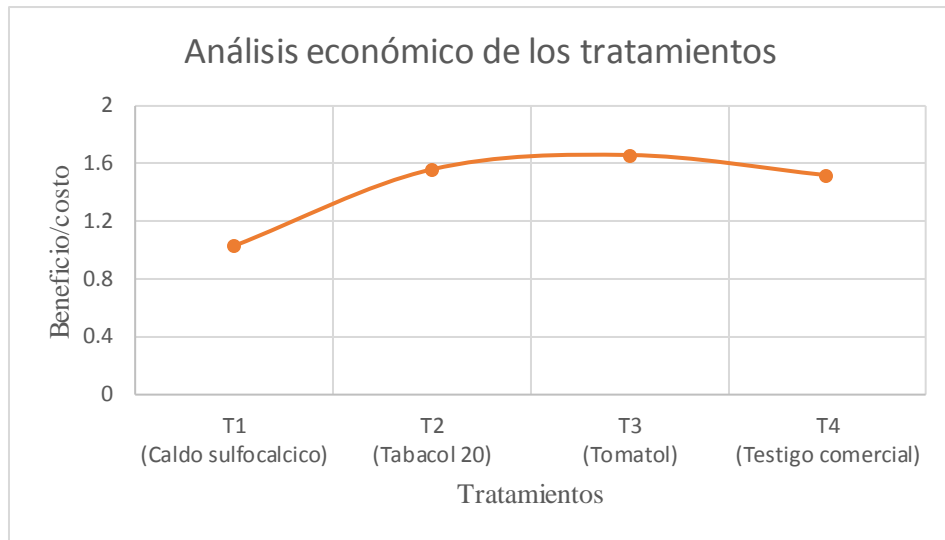
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de comparación de medias, muestra los resultados en tres grupos, indica que en el grupo A se ubica tratamiento tres (Tomatol), fue el que presentó un mayor rendimiento, y el tratamiento dos (Tabacol 20) también fue otro de los tratamientos que rindió bien, siendo estos dos insecticidas totalmente orgánicos, y sin dejar atrás el Testigo comercial que también presentó un buen rendimiento, mientras que el tratamiento Caldo sulfocalcico mostró rendimiento bajo, debido a la decaída de flores. El tratamiento absoluto presentaron los rendimientos más bajos, ya que no se logró controlar la población de trips.

4. Análisis económico

En la Figura 4, se muestran los resultados de análisis costo beneficio de cada tratamiento, para que el índice económico sea rentable debe ser mayor a 1, de acuerdo con los resultados obtenidos se demuestran que el tratamiento tres Tomatol con un costo beneficio de Q 1.66 indica que por cada Q 1 invertido se retorna a Q 1.66 o se a Q 0.66 de ganancia lo que equivale a 66% de rentabilidad, se considera rentable económicamente dado que, obtuvo rendimientos altos y es factible para el productor, seguido del tratamiento dos Tabacol 20 Q 1.56 y una rentabilidad de 56% superando al testigo comercial tratamiento cuatro Q 1.52 con una rentabilidad de 52% son los que siguen como los mejores tratamientos debido a su costo beneficio alcanzada, ya que se logra recuperar lo que se invierte, el tratamiento uno Caldo sulfocalcico presentó un costo beneficio de Q 1.03 que es considerado rentable económicamente pero con una baja rentabilidad del 3%, esto se debe a los bajos rendimientos debido a que sufrió efectos negativos por la decaída de la floración.

Figura 4. Análisis económico de cada tratamiento



Cabe recalcar que los tratamientos que alcanzaron las mejores rentabilidades, fueron los mismos que alcanzaron las mejores eficacias para el control de trips así como los mejores rendimientos por unidad de área.

IX. Conclusiones

Los insecticidas orgánicos Tomatol y Tabacol 20, fueron los que mostraron mayor efectividad en el control de las poblaciones de trips (*Frankliniella occidentalis*) en la etapa de floración de arveja dulce (*Pisum sativum*) comparado con el testigo comercial y absoluto.

Se ha podido determinar que todos los insecticidas orgánicos destacaron en los rendimientos por unidad de área, superando al rendimiento del testigo absoluto. Dentro de las principales se destaca el tratamiento Tomatol alcanzó rendimiento muy cercano a la productividad nacional, seguido del tratamiento Tabacol 20 que también presentó un buen rendimiento, ambos presentaron una mejor calidad de vainas para su exportación, superando al tratamiento testigo comercial.

La baja incidencia de trips se vio reflejada en el tratamiento Tomatol presentó menos rechazo de arveja dulce, indicando que se tuvo menos daño y un mejor control en las poblaciones de trips y un buen rendimiento.

El análisis económico del tratamiento Tomatol y el tratamiento Tabacol 20 fueron los que reflejaron una mejor rentabilidad y beneficio costo, siendo de mayor importancia para el productor y aceptable para ser utilizada dentro del manejo fitosanitario de trips en el cultivo de arveja dulce.

X. Recomendaciones

Realizar pruebas toxicológicas, ecotoxicológicas de los insecticidas orgánicos que presentaron mayor efectividad, así como el análisis de residuos, para conocer los intervalos a cosecha de manera que se logre definir correctamente las frecuencias de aplicación y riesgos sobre la salud humana.

Evaluar las alternancias y rotación de los insecticidas orgánicos de mayor eficacia, siendo una media para evitar y retardar el desarrollo de la resistencia de trips.

Realizar análisis económico constantemente ya que una baja en el precio del producto resultaría una reducción del índice económico o un nivel de tolerancia al daño, asumiendo que el costo de control se mantiene constante.

Utilizar insecticidas a base de (Tomatol) y (Tabacol 20) ya que fueron los que presentaron mejores eficacia y rendimiento para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) siendo como alternativa al control químico y de ser parte de un manejo integrado de plagas (MIP).

Utilizar equipo de protección al realizar las aplicaciones de los insecticidas, tomar en cuenta las normas básicas de higiene personal al manipular productos orgánicos o químicos.

XI. Cronograma de actividades

Cronograma de acuerdo con la época de siembra de la arveja dulce

Fecha/	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Actividad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Preparación del suelo y elaboración de hileras																				
Siembra de la arveja																				
Manejo agronómico del cultivo																				
Elaboración de insecticida orgánico y aplicación																				
Monitoreo del daño causado por trips																				
Recopilación de información para la base de datos.																				
Tabulación de datos																				
Presentación previa del estudio																				
Entrega Final del estudio.																				

XII. Bibliografía

- AGEXPORT, (10 de enero de 2019). Asociación Guatemalteca de Exportadores. Disponible en: <http://agexporthoy.export.com.gt/2013/03/en-los-ultimos-5-anos->
- Ajiquichí, Luis. 2013. *Evaluación de extractos vegetales para el control de Trips Franklinella occidentalis (Thripidae: Thysanoptera) en ejote francés Phaseolus vulgaris (Fabacea: Fabales) en el municipio de Sacapulas, Quiché*. Tesis Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Campus de Quetzaltenango. 80 págs.
- Asociación de Agricultores El Altiplano (2020), Aldea el Novillero Santa Lucía Uatlán, Sololá, Guatemala, C.A. Email: coordinacion@elaltiplano.org.gt
- Auquilla, Mayra. 2012. *Evaluación de la eficacia de cuatro productos orgánicos con tres dosis de aplicación para el control de trips en el cultivo de rosa*. Tesis escuela superior politécnica de Chimbarazo, Riobamba Ecuador, carrera de ingeniería agronómica. 77 Págs.
- Bautista, Ezequiel. (2008). *Diseños y análisis de experimento*. Fundamentos y aplicaciones de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de agronomía. 163 págs.
- CENTA, (2011). Guía técnica 12 caldos sulfocálcico. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Proyecto para el apoyo a pequeños agricultores en la zona oriente del salvador. 4 págs.
- FAO, (20 de abril 2020). Conceptos y temas generales de la agricultura orgánica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s03.htm#b03.1>
- Fasagua (2012). <<Manejo integrado de Trips en invernadero>> Revista de la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala. (30):1-24
- Garza, Mariano; M. Molina. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en el suelo en el estado de Nuevo León, México. 183 págs.
- González, José. 2014. *Proceso de Certificación bajo la normativa GLOBALGAP de los productores de arveja dulce (Pisum sativum L.), de la asociación para el desarrollo integral buenos aires (ABIDA); Aldea los encuentros, Sololá*. Tesis Universidad Rafael Landívar, facultad de ciencias ambientales y Agrícolas. 60 Págs.

- Infoagro.com (2003). Manejo del Trips occidental de las flores *frankliniella occidentalis* recuperado el 20 de Abril 2020, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/trips.htm>
- Laboratorio de entomología (2021). Instituto de investigación. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala
- López, Luis. 2015. *Eficacia de azadirachtina para el control de Trips (Frankliniella occidentalis) en chile pimiento bajo macrotunel*; el Progreso, Jutiapa. Tesis Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 80 págs.
- López, P. E. Ixcol. (Octubre de 2019). Conversación sobre el uso efectivo de caldo sulfocálcico para el control de plagas en los cultivos. Productor y Vendedor de productos ecológicos, Chuchexic, Santa Lucía Utatlán, Sololá.
- MAGA, (2016). El agro en cifras. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala, Guatemala. 68 págs.
- Manual de agricultura orgánica (s.f). Manual de agricultura orgánica, fungicidas, abonos verdes y caldos microbiológicos. 8 Págs.
- Marroquín, Erick. 2015. *Evaluación de cuatro extractos vegetales para el control de Trips con el propósito de disminuir el daño en la vaina de arveja china (Pisum sativum L.), Diagnósticos y servicios ejecutados en la planta tierra de árboles S.A. Sacatepéquez, Guatemala*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de agronomía. 107 Págs.
- Porres, Vilma (2017). Trips en arveja china y ejote francés, Guatemala, 21 Págs.
- Ramírez, J. (13 de diciembre de 2018). Las cinco claves del éxito en el cultivo de arveja, Colombia, Bayer scrop scienc S, A, Obtenido de: <http://cropscience.bayer.co/es/CO/Centro-de-Noticias/Noticias/2018/12/5-claves-arveja.aspx>
- Rivera, Mynor. 2003. *Influencia de la asistencia técnica en el bienestar económico social de dos asociaciones productoras de arveja china (Pisum sativum L.), de la aldea agua escondida, Chichicastenango, Quiché*. Tesis universidad Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de agronomía. 74 págs.
- Sarat, César. 2011. *Diagnostico financiero municipal*. Municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias económicas. 144 Págs.
- Tohom, Daniel. 2018. *Evaluación de dos métodos de control de thrips (frankliniella occidentalis) en el cultivo de arveja dulce; san Andrés semetabaj, Sololá*. Tesis

Universidad Rafael Landívar, facultad de ciencias ambientales y Agrícolas. 90 págs.

Toledo, Claudia. 2017. *Dinámica poblacional de Trips (Insecta: Thysanoptera), sus parasitoides y depredadores asociados al cultivo de ejote francés en Chimaltenango*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de agronomía. 64 Págs.

Toledo, Claudia; H. Sagastume. 2018. <<Diversidad de los tisanopteros (Insecta: Thysanoptera) presentes en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L), Santa Apolonia, Guatemala>> Espirales Revista multidisciplinaria de investigación
ISSN: 2550-6862: 101-112

Torres, Daniel. 2017. *Participación en el manejo sanitario de Trips en mora sistematización de práctica profesional*. Tesis Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Campus Central. 44 págs.

Fernández *et al* (2018). Plan de negocios en la cooperativa integral de comercialización Utz Ajchack R.L. Proyecto “paisajes productivos resilientes al cambio climático y redes socioeconómicas fortalecidas en Guatemala. 40 Págs.

XIII. Anexo

Presupuesto sobre el manejo del cultivo				
Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	Total
10	Jornal	Preparación del terreno, siembra, fertilización, cosecha y otros	Q50.00	Q500.00
3	Galón	Riego	Q23.75	Q71.25
2	Pieza	Tubería PVC 1" ½	Q45	Q90.00
20	Piezas	Conectores	Q3.00	Q60.00
250	Metros	Cinta de goteo	Q1.25	Q312.50
5	Libras	Semilla de arveja dulce	Q42.50	Q212.50
3	Quintal	Abono orgánico	Q60.00	Q180.00
20	Libras	Fertilización base con 10-50-0	Q3.00	Q60.00
20	Libras	Fertilización con 15-15-15	Q2.65	Q53.00
1	litro	Clorotaronil		Q125.00
100	Gramos	Azoxystrobin		Q99.00
250	Mililitro	Spinetoram (Insecticida)		Q50.00
3	litros	Foliares	Q80.00	Q240.00
100	Piezas	Tutores (bambú)	Q3.00	Q300.00
50	Libras	Rafia		Q190.00
Total				Q2,543.00
Presupuesto sobre los materiales para los insecticidas orgánicos				
20	Barras	Tabaco	Q1.75	Q35.00
1	Barra	Jabón azul	Q7.00	Q7.00
1	Libra	Ajo	Q25.00	Q25.00
2	Libra	Chile caballo	Q5.00	Q10.00
1	Libra	Cebolla	Q6.00	Q6.00
1	Kilogramo	Azufre	Q75.00	Q75.00
1	Libra	Cal	Q3.00	Q3.00
1	Libra	Albahaca	Q55.00	Q55.00
1	Libra	Apazote	Q80.00	Q80.00
Total				Q296.00
Total de presupuesto				Q2,839.00

Cuadro 12. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo uno antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	30	28	32	29	29.75
T2 (TABACOL 20)	28	30	29	33	30
T3 (TOMATOL)	25	22	26	28	25.25
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	23	27	23	26	24.75
T5 (TESTIGO ABSOLUTO - SIN APLICACIÓN)	29	24	26	27	26.5

Cuadro 13. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo uno después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	27	25	34	26	28
T2 (TABACOL 20)	24	26	26	27	25.75
T3 (TOMATOL)	20	19	24	21	21
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	20	23	22	21	21.5
T5 (TESTIGO ABSOLUTO - SIN APLICACIÓN)	34	35	40	37	36.5

Cuadro 14. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo uno, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	23.24	38.78	30.94	28.80	30.44
T2 (TABACOL 20)	26.89	40.57	41.72	35.03	36.05
T3 (TOMATOL)	31.76	40.78	40.00	40.44	38.25
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	25.83	41.59	37.83	35.86	35.28

Cuadro 15. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo dos antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	39	40	42	38	39.75
T2 (TABACOL 20)	42	30	38	44	38.5
T3 (TOMATOL)	33	35	29	33	32.5
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	16	15	17	29	19.25
T5 (TESTIGO ABSOLUTO- SIN APLICACIÓN)	35	38	40	39	38

Cuadro 16. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo dos después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	29	28	29	30	29
T2 (TABACOL 20)	21	20	28	23	23
T3 (TOMATOL)	19	15	16	18	17
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	12	14	11	10	11.75
T5 (TESTIGO ABSOLUTO- SIN APLICACIÓN)	40	48	47	42	44.25

Cuadro 17. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo dos, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

EFICACIA	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	34.94	44.58	41.24	26.69	36.86
T2 (TABACOL 20)	56.25	47.22	37.29	51.46	48.06
T3 (TOMATOL)	49.62	66.07	53.04	49.35	54.52
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	34.38	26.11	44.93	67.98	43.35

Cuadro 18. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo tres antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	55	49	47	52	50.75
T2 (TABACOL 20)	49	45	48	50	48
T3 (TOMATOL)	43	38	40	39	40
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	35	33	29	28	31.25
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	58	60	55	49	55.5

Cuadro 19. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo tres después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	35	32	28	41	34
T2 (TABACOL 20)	21	17	16	18	18
T3 (TOMATOL)	16	13	14	15	14.5
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	11	11	14	13	12.25
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	70	66	59	63	64.5

Cuadro 20. Eficacia Henderson-Tilton después del muestreo tres, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

EFICACIA	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	47.27	40.63	44.46	38.68	42.76
T2 (TABACOL 20)	64.49	65.66	68.93	72.00	67.77
T3 (TOMATOL)	69.17	68.90	67.37	70.09	68.88
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	73.96	69.70	55.00	63.89	65.64

Cuadro 21. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo cuatro antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	57	54	62	60	58.25
T2 (TABACOL 20)	47	54	49	62	53
T3 (TOMATOL)	46	40	38	43	41.75
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	38	32	30	31	32.75
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	77	68	70	73	72

Cuadro 22. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo cuatro después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	36	33	30	44	35.75
T2 (TABACOL 20)	22	19	22	20	20.75
T3 (TOMATOL)	18	15	16	15	16
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	13	14	17	13	14.25
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	80	75	76	80	77.75

Cuadro 23. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo cuatro, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	39.21	44.59	55.43	33.08	43.08
T2 (TABACOL 20)	54.95	68.10	58.65	70.56	63.06
T3 (TOMATOL)	62.34	66.00	61.22	68.17	64.43
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	67.07	60.33	47.81	61.73	59.24

Cuadro 24. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo cinco antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	66	72	74	67	69.75
T2 (TABACOL 20)	53	54	52	56	53.75
T3 (TOMATOL)	42	39	42	42	41.25
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	36	33	34	31	33.5
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	82	94	87	96	89.75

Cuadro 25. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo cinco después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	53	56	62	60	57.75
T2 (TABACOL 20)	24	21	22	19	21.5
T3 (TOMATOL)	20	14	16	22	18
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	13	13	14	12	13
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	98	104	96	106	101

Cuadro 26. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo cinco, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

EFICACIA	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	32.81	29.70	24.07	18.90	26.37
T2 (TABACOL 20)	62.11	64.85	61.66	69.27	64.47
T3 (TOMATOL)	60.16	67.55	65.48	52.56	61.44
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	69.78	64.39	62.68	64.94	65.45

Cuadro 27. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo seis antes de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	53	48	50	56	99
T2 (TABACOL 20)	46	45	48	50	87.75
T3 (TOMATOL)	39	41	38	44	59
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	17	24	18	15	110.5
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	93	89	92	94	92

Cuadro 28. Población de trips (*Frankliniella occidentalis*) muestreo seis después de la aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	31	27	28	33	29.75
T2 (TABACOL 20)	11	14	12	15	13
T3 (TOMATOL)	9	9	10	12	10
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	4	7	6	5	5.5
T5 (TESTIGO ABSOLUTO-SIN APLICACIÓN)	87	93	84	88	88

Cuadro 29. Eficacia Henderson-Hilton después del muestreo seis, de los tratamientos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*)

EFICACIA	I	II	III	IV	PROMEDIO
T1 (CALDO SULFOCALCICO)	37.48	46.17	38.67	37.05	39.84
T2 (TABACOL 20)	74.44	70.23	72.62	67.95	71.31
T3 (TOMATOL)	75.33	78.99	71.18	70.87	74.09
T4 (TESTIGO COMERCIAL)	74.85	72.09	63.49	64.39	68.71

Cuadro 30. Área Bajo la Curva del Progreso de la Eficiencia de los tratamientos evaluados

Aplicaciones después de la plantación	72	76	80	84	88	92	AUDPC
Caldo sulfocalcico	30.44	36.86	42.76	43.08	26.37	39.84	736.84
Tabacol 20	36.05	48.06	67.77	63.06	64.47	71.31	1188.16
Tomatol	38.25	54.52	68.88	64.43	61.44	74.09	1221.76
Testigo Comercial	35.28	43.35	65.64	59.24	65.46	68.71	1142.74

Cuadro 31. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T1/ha

	ciclo 1 (6 meses)	ciclo 2 (6 meses)	ciclo 3 (6 meses)
Saldo Inicial		44494	81004
Ingresos			121101.43
Semilla	2700	2700	2545
Fertilizante	9357	9000	9300
pesticidas	2880	2900	2710
Foliares	1550	1800	1850
(T1) Caldo sulfocalcico	560	750	750
Mano de obra	19360	19360	19360
Tutores y rafia	8087		
Total de egresos	44494	36510	36515
Saldo final	44494	81004	3582.43
Rentabilidad	3%		
costo beneficio	1.03		

Cuadro 32. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T2/ha

	Ciclo 1 (6 meses)	Ciclo 2 (6 meses)	Ciclo 3 (6 meses)
Saldo Inicial		44714	81324
Ingresos			183807.85
Semilla	2700	2700	2545
Fertilizante	9357	9000	9300
pesticidas	2880	2900	2710
Foliales	1550	1800	1850
(T2) Tabacol 20	780	850	940
Mano de obra	19360	19360	19360
Tutores y rafia	8087		
Total de egresos	44714	36610	36705
Saldo final	44714	81324	65778.85
Rentabilidad	56%		
costo beneficio	1.56		

Cuadro 33. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T3/ha

	Ciclo 1 (6 meses)	Ciclo 2 (6 meses)	Ciclo 3 (6 meses)
Saldo Inicial		44614	81084
Ingresos			195537.82
Semilla	2700	2700	2545
Fertilizante	9357	9000	9300
pesticidas	2880	2900	2710
Foliales	1550	1800	1850
(T3) Tomatol	680	710	640
Mano de obra	19360	19360	19360
Tutores y rafia	8087		
Total de egresos	44614	36470	36405
Saldo final	44614	81084	78048.82
Rentabilidad	66%		
costo beneficio	1.66		

Cuadro 34. Análisis de costo beneficio y rentabilidad para el tratamiento T4/ha

	Ciclo 1 (6 meses)	Ciclo 2 (6 meses)	Ciclo 3 (6 meses)
		44514	80844
Saldo Inicial			177818.44
Semilla	2700	2700	2545
Fertilizante	9357	9000	9300
pesticidas	2880	2900	2710
Foliares	1550	1800	1850
(T4) Testigo(Spinetoram)	580	570	660
Mano de obra	19360	19360	19360
Tutores y rafia	8087		
Total de egresos	44514	36330	36425
Saldo final	44514	80844	60549.44
Rentabilidad	52%		
costo beneficio	1.52		

Figura 5. Muestreo de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*)



Figura 6. Aplicación de los insecticidas orgánicos



Figura 7. Daños en mancha blanca ocasionada por trips (*Frankliniella occidentalis*)



Figura 8. Cosecha de arveja dulce (*Pisum sativum*) de buena calidad



Figura 9. Adulto de *Frankliniella occidentalis*, colectado de la investigación



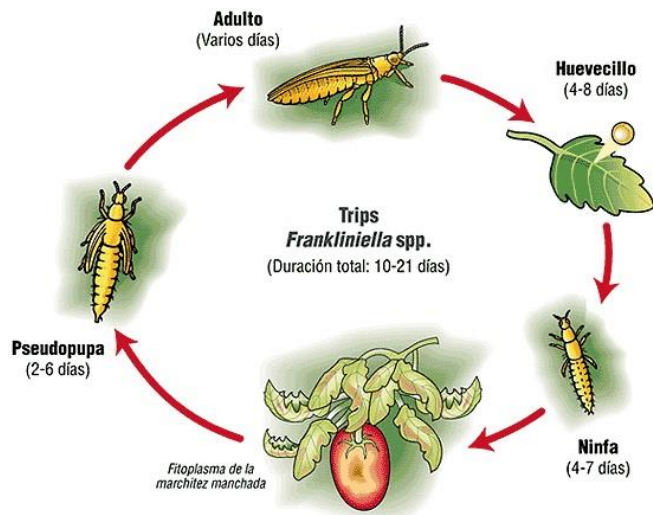
Fuente: (Laboratorio de entomología UVG, 2021)

Figura 10. Información complementaria de *Frankliniella occidentalis*



Fuente: (Laboratorio de entomología UVG, 2021)

Figura 11. Ciclo reproductivo del trips (*Frankliniella occidentalis*)



Fuente tomada de: (Garza y Molina, 2008)