

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE EXTRACTO
DE AJO PARA EL COMBATE DE CHICHARRITA
VERDE (*Empoasca kraemeri*) EN EL CULTIVO
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

**Elaborada por:
JESÚS GUADALUPE DIAZ ÁVILA**

**Para obtener el título de:
INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**Directora de Tesis:
DRA. MARCIA MARIBEL MARTÍNEZ SCOTT**

Salvatierra, Gto.

Mayo, 2025



FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN INTEGRAL

Salvatierra, Guanajuato. 7/abr/2025.

C. Lizbeth Estefanía Escobar Paniagua

Jefe de la División de Estudios Profesionales

Presente. -

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral

Nombre del estudiante: Jesús Guadalupe Diaz Ávila

Carrera: Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

No. de Control: AG19110008

Nombre del Proyecto: "Evaluación de diferentes dosis de extracto de ajo para el combate de chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)."

Producto: Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Coordinador de Ingeniería en Innovación agrícola Sustentable

Directora de Tesis	Revisor 1	Revisor 2
Dra. Marcia Maribel Martínez Scott	M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado	Ing. Ramón Medina Plaza





**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA
COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN EN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

TESIS
Presentada por:

Jesús Guadalupe Díaz Ávila

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de

INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

Aprobado por

Dra. Marcia Maribel Martínez Scott
Directora de Tesis

M.E. Walter Manuel Zúñiga
Maldonado
Revisor

Ing. Ramón Medina Plaza
Revisor

M. E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado
Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme por darme don de la perseverancia, valor y las fuerzas de enfrentar los obstáculos para salir adelante en la vida y convertir mis sueños en una realidad.

Al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra “ITESS”, por permitirme ser parte de esta gran comunidad académica y por formarme como un ingeniero en los campos de la innovación agrícola.

A la Dra. Marcia Maribel Martínez Scott, mi admiración y respeto como investigadora, por haber depositado en mí la confianza y darme la oportunidad de ser su tesista, sobre todo por su trato humano, así como por su apreciable amistad, y motivación en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Ramón Medina Plaza y al M. E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado, por haber aceptado ser mis sinodales y por haberme prestado parte de su valioso tiempo en la revisión del presente trabajo de tesis.

Gracias a mis queridos padres Sres. Carmen Ávila cruz y Nicolás Díaz Bravo, y a mi tía la Sra. Teresa Ávila Cruz por siempre darme un impulso para salir adelante, por su sacrificio y ayuda en esta etapa de mi vida.

Al Ing. Marco Aurelio Almanza Martínez, Ing. Juan Carlos Hernández Padilla y toda su familia por acogerme y darme la oportunidad de realizar mi trabajo en sus terrenos, así como darme asesorías en cuestiones del manejo de los tratamientos y manejo de datos.

DEDICATORIAS

Esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor a todas y todos aquellos que me brindaron su apoyo en esta etapa de mi vida, mil gracias.

El más profundo agradecimiento a mis queridos padres, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su dedicación y esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras.

Por otra parte, también esta tesis se la dedico a mis profesores que a lo largo del camino me brindaron de su conocimiento en cada rama donde me impartiendo clase, que durante esta etapa han sido un gran guía, debo agradecer por dedicar tiempo a mi formación y recuerden “El maestro deja una huella para la eternidad; nunca puede decir cuando se detiene su influencia” (Henry Adams).

Gracias...

ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Hipótesis	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Origen del frijol.....	6
2.3 Consumo per cápita de frijol	7
2.4 Importancia económica.....	7
2.5 Importancia social	8
2.6 Importancia alimenticia	8
2.7 Taxonomía.....	8
2.8 Morfología.....	9
2.9 Necesidades edafoclimáticas y clima	12

2.9.1 Tipo de suelo.....	12
2.9.2 Ph	12
2.9.3 Temperatura óptima.....	12
2.10 Manejo cultural	13
2.10.1 Preparación del terreno	13
2.10.2 Siembra	13
2.10.3 Fertilización	13
2.10.4 Riego.....	13
2.10.5 Manejo de malezas	14
2.11 Principales plagas del frijol	14
2.11.1 Chicharrita del Frijol (<i>Empoasca kraemeri</i>)	14
2.11.2 Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	15
2.11.3 Crysomelidos (<i>Diabrotica balteata</i>)	15
2.11.4 Thrips (<i>Frankinela occidentalis</i>).....	16
2.11.5 Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>).....	16
2.11.6 Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp</i>).....	16
2.12 Productos utilizados en el control de chicharrita	17
2.12.1 Majic.....	17
2.12.2 Malatión 1000 CE.....	17
2.13 Enfermedades	17

2.13.1 Virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV).....	17
2.13.2 Roya o Chahuistle (<i>Uromyces phaseoli</i> typical / <i>U. appendiculatus</i> var appendiculatus).....	18
2.13.3 Pudrición de la Raíz del Frijol por <i>Rhizoctonia</i> (<i>Rhizoctonia solani</i>)	18
2.13.4 Moho Blanco (<i>Sclerotinia sclerotium</i>).....	19
2.13.5 Virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV)	19
2.14 Cosecha.....	19
2.15 Aspectos generales y controles de Chicharrita verde	20
CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	21
3.1 Delimitación del área de estudio.....	21
3.1.1 Preparación del terreno.....	21
3.2. Diseño experimental	22
3.2.1 Tratamientos	22
3.3 Intervalos de las aplicaciones	23
3.4 Variables a evaluar.....	23
3.4.1 Análisis de los datos colectados	23
3.4.2 Densidad de población de <i>Empoasca kraemeri</i> en el cultivo de frijol.....	23
3.4.3 Muestro de <i>Empoasca kraemeri</i> antes de la aplicación de los tratamientos	24

3.4.4 Muestreo de <i>Empoasca kraemeri</i> posterior a la aplicación de los tratamientos	24
3.5 Residualidad del producto	24
3.6 Daños de <i>Empoasca kraemeri</i> en frijol	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Densidad poblacional de <i>Empoasca kraemeri</i>	25
4.1.1 Densidades poblacionales de huevecillos antes y después de las aplicaciones de los tratamientos	25
4.1.2 Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la aplicación de los tratamientos	27
4.1.3 Efecto en cada uno de los muestreos para ninfas antes y después de la aplicación	31
4.1.4 Efecto en cada uno de los tratamientos para ninfas antes y después de la aplicación	33
4.1.5 Efecto en cada uno de los muestreos para adultos antes y después de la aplicación	37
4.1.6 Efecto en cada uno de los tratamientos para adultos antes y después de la aplicación	39
4.1.7 Daños causados por <i>Empoasca kraemeri</i>	43
4.2 Persistencia del producto.....	45
4.3 Discusión	45

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1 Conclusiones	47
5.2 Recomendaciones	47
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA	48
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	57
7.1 Análisis estadísticos.....	57
Anexo 2. Fotografías del trabajo realizado.	85
7.3 Glosario	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica.	9
---------------------------------------	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Densidad de huevecillos <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación.....	25
Gráfico 2. Densidad de huevecillos <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos posteriores a cada aplicación.....	26
Gráfico 3. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la primera aplicación.....	27
Gráfico 4. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la segunda aplicación.....	28
Gráfico 5. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la tercera aplicación.....	29
Gráfico 6. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la cuarta aplicación.....	30
Gráfico 7. Densidad poblacional de ninfas de <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación.....	31
Gráfico 8. Densidad poblacional de ninfas de <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos después de cada aplicación.....	32

Gráfico 9. Densidad poblacional de ninfas de <i>E. kraemeri</i> antes y posterior a la primera aplicación.	33
Gráfico 10. Densidad poblacional de ninfas de <i>E. kraemeri</i> antes y posterior a la segunda aplicación.....	34
Gráfico 11. Densidad poblacional de ninfas antes y después de la tercera aplicación.	35
Gráfico 12. Densidad poblacional de ninfas antes y después de la cuarta aplicación.	36
Gráfico 13. Densidad poblacional de adultos de <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación.	37
Gráfico 14. Densidad población de adultos de <i>E. kraemeri</i> en cada uno de los muestreos después de cada aplicación	38
Gráfico 15. Densidad poblacional de adultos antes y después de la primera aplicación.	39
Gráfico 16. Densidad poblacional de adultos antes y después de la segunda aplicación.	40
Gráfico 17. Densidad poblacional de adultos antes y después de la tercera aplicación.	41
Gráfico 18. Densidad poblacional de adultos antes y después de la cuarta aplicación.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área experimental.	21
Figura 2. Diseño experimental (cuadros completamente al azar).	22
Figura 3. Daños causados por <i>Empoasca kraemeri</i> en hojas de frijol.....	43
Figura 4. Amarillamiento de la hoja causado por <i>Empoasca kraemeri</i>	43
Figura 5. Encrespamiento causado por <i>Empoasca kraemeri</i>	44
Figura 6. Necrosis en los ápices de la hoja causada de <i>Empoasca kraemeri</i>	44
Figura 7. Plantas con enanismo causado por <i>Empoasca Kraemeri</i>	45
Figura 8. Rastreo del terreno.....	85
Figura 9. Surcado del terreno.....	85
Figura 10. Siembra de la semilla.	85
Figura 11. Limpieza del terreno (Raspa).	85
Figura 12. Fertilización del cultivo.	86
Figura 13. Riego.....	86
Figura 14. Tratamientos utilizados en el experimento.	86
Figura 15. Primera aplicación de tratamientos.	86
Figura 16. Ninfa de <i>Empoasca kraemeri</i>	87
Figura 17. Segunda aplicación de los tratamientos.....	87
Figura 18. Etiquetado de plantas a evaluar.	87
Figura 19. Tercera aplicación de los tratamientos.....	87
Figura 20. Cuarta aplicación de los tratamientos.....	87
Figura 21. Etapa de llenado de vaina.	87
Figura 22. Recolección de semilla a mano.....	88
Figura 23. Cosecha almacenada en sacos.	88

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron tres dosis del bioplaguicida Majic®, a base de extracto de ajo (*Allium sativum*), para el control de la chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la empresa Agromajsb, en la comunidad El Potrero, municipio de Salvatierra, Guanajuato, durante el ciclo otoño-invierno 2024. Se estableció un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres dosis de Majic® (T1=2.5 ml/L, T2=5.0 ml/L y T3=7.5 ml/L, T4=Tratamiento químico con Malatión CE 1000 y un testigo absoluto. Se realizaron cuatro aplicaciones. El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SAS y consistieron en un ANOVA y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados indicaron que el tratamiento T4= químico (Malatión) fue el más efectivo en la reducción de *E. kraemeri* en todas sus etapas de desarrollo. Sin embargo, sí se observaron diferencias entre los tratamientos T1= Dosis de 2.5 ml/L, T2= Dosis de 5.5 ml/L y T3= Dosis de 7.5 ml/L de Majic. Este último con la mayor dosis fue el más efectivo, pero en ninfas y adultos las dosis 5 ml y 7.5 ml/L agua de Majic se comportaron de manera similar. Los tratamientos con extracto de ajo presentaron un efecto repelente, con una residualidad de tres días de efecto contra la chicharrita del frijol, lo que nos indica que este puede ser usado como apoyo en un manejo integrado de plagas, que puede contribuir significativamente en la reducción de productos químicos.

ABSTRACT

In this research, three doses of the garlic extract-based biopesticide Majic® were evaluated for the control of the green leafhopper (*Empoasca kraemeri*) in bean crops. The experiment was carried out at the Agromajsb experimental field in the community of Potrero, Salvatierra municipality, Guanajuato, during the fall-winter 2024 cycle. A completely randomized block design was established with five treatments and three replicates. The treatments consisted of three doses of Majic® (T1 = 2.5 ml / L, T2 = 5.0 ml / L and T3 = 7.5 ml / L, T4 = Chemical treatment with Malathion CE 1000 and an absolute control. Four applications were made. The statistical analysis was performed using the SAS statistical program and consisted of an ANOVA and the Tukey test ($\alpha = 0.05$). The results indicated that treatment T4 = chemical (Malathion) was the most effective in reducing *E. kraemeri* in all its development stages. However, differences were observed between treatments T1 = Dose of 2.5 ml / L, T2 = Dose of 5.5 ml / L and T3 = Dose of 7.5 ml / L of majic. Mjic behaved similarly. Treatments with garlic extract have a repellent effect, with a residual effect of three days against the bean leafhopper, which indicates that it can be used as support in integrated pest management, which can contribute significantly to the reduction of chemical products.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Guanajuato es uno de los principales productores de frijol en México. La producción de frijol es esencial para la seguridad alimentaria a nivel local y nacional. Los agricultores en el estado cultivan diferentes variedades de frijol que contribuyen significativamente a la oferta nacional de este importante cultivo. La producción de frijol implica una cadena de valor que va desde la siembra y el cultivo hasta la cosecha y su distribución. Este proceso genera empleo en áreas rurales, proporcionando oportunidades laborales para agricultores, jornaleros y otros trabajadores agrícolas. El empleo relacionado con el cultivo de frijol contribuye a la estabilidad económica de las comunidades rurales del estado (Ayala *et al.*, 2021).

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Guanajuato no solo contribuye a la seguridad alimentaria, sino que también juega un papel en la diversificación de las actividades agrícolas. Lo anterior permite reducir la dependencia de un solo cultivo y a fortalecer la resiliencia de la agricultura local frente a posibles fluctuaciones en los mercados y del medio ambiente. Sin embargo, este es un cultivo que es susceptible al ataque de plagas y enfermedades, entre ellas la chicharrita del frijol (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore), la cual causa daños en las hojas al perforarlas y chupar la sabia de las mismas, lo cual interfiere con la fotosíntesis y por ende con los rendimientos. Esta plaga generalmente se controla de forma química, dejando residualidad en los suelos y ocasionan resistencia del insecto (Ayala *et al.*, 2021).

Por estas razones es importante buscar estrategias de control que disminuyan los impactos negativos sobre el ambiente y la salud. Por otro lado, los productos o repelentes constituidos por material vegetal son compatibles en cualquier cultivo, además de que no se tiene evidencia de daños a la salud humana debido a que no se adhieren a la piel del aplicador causando lo que evita irritaciones en la piel e

intoxicaciones, además de que no afecta el ciclo biológico de otras especies de insectos benéficos. Además, contribuye a evitar el brote de plagas secundarias (Zamora, 2016).

La importancia de los repelentes en la agricultura radica en que las plantas aromáticas y sus aceites esenciales han sido utilizados desde la antigüedad como agente antimicrobiano e insecticidas, para repeler insectos y/o para proteger los productos almacenados. Constituyen eficaces alternativas a los plaguicidas sintéticos convencionales de amplio espectro, con la característica de tener una baja toxicidad para el medio ambiente, mayor biodegradabilidad y baja generación de resistencia (Russo, 2019; Gent *et al.*, 2022; Golubkina *et al.*, 2022).

Los productos botánicos (insecticidas orgánicos) son una alternativa indispensable en el manejo integrado de plagas ya que, a lo largo del tiempo se han usado plantas que contienen efectos alelopáticos para repeler insectos o microorganismos (Xiao *et al.*, 2020; Schandry y Becker, 2021; Xie *et al.*, 2021). Las alternativas orgánicas, como los bioinsecticidas son alternativas sostenibles, amigables con el ambiente, lo que al controlar no contaminan el suelo, agua, frutos y evitan causar perjuicios en la salud de los consumidores (Archana *et al.*, 2022; Khursheed *et al.*, 2022; Remache & Michell, 2023).

En la zona de Salvatierra, Guanajuato., se realiza un consumo indiscriminado de productos químicos para la producción agrícola, generando problemas graves en la salud de humanos, animales y en el medio ambiente, así como en la disminución de la microfauna del suelo y resistencia de plagas, así como la contaminación de los mantos freáticos, lo cual es identificado como un problema a escala global. De acuerdo con Zelaya *et al.*, (2022) en su trabajo “Control biológico de plagas en la agricultura mexicana” se describe, que, debido al continuo aumento de la población humana, la demanda de producción de alimentos deberá aumentar 70-100% en los siguientes años. Sin embargo, la seguridad alimentaria se ve afectada por diversos factores como la reducción de áreas de cultivo, la infertilidad de suelos, el ataque de plagas y

enfermedades que son controlados mediante la aplicación de grandes dosis de insecticidas sintéticos. Con base a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo conocer las propiedades insecticidas o de repelencia sobre la chicharrita del frijol. Este tipo de investigaciones son esenciales para proporcionar a los agricultores una estrategia para enfrentar los desafíos emergentes en la producción de frijol. La sostenibilidad y la gestión equilibrada de plagas son clave para mantener la productividad y rendimientos económicos a largo plazo sin comprometer la salud del ecosistema y de la comunidad agrícola.

1.2 Planteamiento del problema

Los ingresos generados por la venta de frijol contribuyen al crecimiento económico local, permitiendo inversiones en infraestructura, educación y servicios sociales. A pesar de ello, este cultivo enfrenta serios problemas en su producción relacionados con la propagación de enfermedades derivadas de hongos e insectos y el uso excesivo de productos químicos para combatirlos. Estos desafíos pueden afectar la productividad y la calidad de los cultivos, así como tener impactos negativos en la salud humana y ambiental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la efectividad de diferentes concentraciones de un producto comercial Majic® AgroMajsb a base de extracto de ajo para el control de chicharrita verde *Empoasca kraemeri* en el cultivo de frijol.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar la dosis media del producto sobre la chicharrita verde en el cultivo de frijol.
Identificar el porcentaje de daño causado por la chicharrita (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol.

Establecer la persistencia del extracto de ajo en el campo.

1.4 Justificación

En la actualidad, en el estado de Guanajuato, en el sector agrícola se hace uso de productos químicos para el control de plagas de insectos y de enfermedades bacterianas y fúngicas. Sin embargo, esta práctica trae consecuencias negativas en el medio ambiente. Por un lado, el uso excesivo de químicos puede provocar la resistencia de estas plagas y patógenos, además, contaminar los suelos y mantos acuíferos, dañando la salud de humanos y animales, así como, disminuir las poblaciones de microorganismos benéficos de los suelos. Derivado de ello, actualmente se están probando algunos productos de origen natural para el control de plagas de insectos y enfermedades en los cultivos, tal es el caso del “extracto de ajo Majic”, el cual puede llegar a controlar chicharrita verde en frijol, mejorando la producción y los ingresos económicos. El Ajo (*Allium sativum*) se ha utilizado como medicamento durante siglos y tiene propiedades que inhiben diferentes enzimas esenciales para las infecciones de patógenos microbianos por sus compuestos organosulfurosos. En la agricultura se ha probado científicamente que tiene propiedades insecticidas, bactericidas y fungicidas, sin causar algún daño en plantas o sobre rendimientos del cultivo. En el frijol, se ha reportado resistencia de plagas como mosquita blanca y pulgones a productos químicos por su uso indiscriminado, por lo cual, si se continúa utilizando altas dosis de insecticidas, la chicharrita podría volverse de igual manera resistente a los productos organofosforados ya que es una plaga clave. Es por ello que el uso de productos bioracionales puede ser una alternativa contra la chicharrita del frijol.

1.5 Hipótesis

Al menos una de las dosis será la óptima para el control de *Empoasca kraemeri* en el cultivo de frijol. Esto debido a que ya se ha probado en dosis altas, bajas y funcionan, por lo que se requiere establecer la dosis que es la óptima.

$$H_0: \mu T_1 = \mu T_2 = \mu T_3 = \mu T_4$$

$$H_a: \mu T_1 \neq \mu T_2 \neq \mu T_3 \neq \mu T_4$$

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El ajo (*Allium sativum*) es una especie que pertenece a la familia *Amaryllidaceae* caracterizada por un sistema de raíces que consta de 6 a 12 bulbos que se juntan en la raíz por una membrana para formar la denominada "cabeza de ajo". (Juárez *et al.*, 2019). Desde la antigüedad, el ajo ha sido un ingrediente ampliamente utilizado en la gastronomía y en la medicina por sus propiedades antisépticas y energéticas. El ajo se siembra en surcos o en eras; en terrenos inclinados y pequeñas superficies se recomienda el sistema de eras, las cuales son canteros o camas de suelo levantadas unos 6 a 10 cm, de 1 a 1.2 m de ancho y al largo que permita el terreno. (Groppo *et al.*, 2007; Menéndez, 2022; Okoro *et al.*, 2023).

El ajo ha sido utilizado tradicionalmente en la agricultura como un agente natural para combatir hongos, insectos y parásitos debido a sus propiedades antimicrobianas y repelentes (Slusarenko *et al.*, 2008; Mishra *et al.*, 2014; Lengai *et al.*, 2020). Particularmente, (Castresan *et al.* 2013) analizaron la eficacia de tres aceites esenciales en el control sexual del pulgón en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) donde señalaron que el aceite esencial de ajo (*Allium sativum*: *Liliaceae*) tiene dos componentes principales, alil metil disulfuro y dialil trisulfuro, los cuales son efectivos contra el gusano de seda del maíz (*Sitophilus zeamais* Mostsch.) (Castresan y Roseabun, 2013).

Los mecanismos de acción de Extractos de *Allium* son diversos ya que sus componentes alteran la conducta y la fisiología de la reproducción de los insectos, su sistema motor y alimenticio, además de que sus aceites y sustancias aromáticas tienen propiedades que disuelven los lípidos de la cutícula del exoesqueleto de los insectos produciendo su deshidratación (Romero, 2022).

Corrales *et al.*, (2017) quién evaluó el efecto de repelencia de tres extractos naturales de plantas de tomillo, chile picante/ajo y canela/clavo de olor para combatir la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de melón. Para determinar la repelencia realizó el conteo de insectos antes y posterior a la aplicación, encontrando que el extracto de canela/clavo de olor logró una mayor disminución en la población de mosca blanca en un 27 % al término de las cinco semanas y su efecto persistió más en el tiempo, en el caso del extracto de chile/ajo fue el que generó una menor repelencia al término de las cinco semanas con un 21 % de efectividad.

Ojeda y Zurita (2021) utilizaron extractos vegetales acuosos, a base de *Capsicum annum* L.(chile), *Allium sativum* L.(ajo), *Zingiber officinale* (jengibre), para evaluar su efecto en la plaga Paratrioza (*Bactericera cockerelli*) la cual ataca al Tomate de árbol (*Solanum betaceum*), mediante cuatro tratamientos, T1 *Allium sativum* L.(ajo) + *Zingiber officinale* (jengibre), T2 *Allium sativum* L.(ajo) + *Capsicum annum* L. (chile), T3 *Zingiber officinale* (jengibre) + *Capsicum annum* L.(chile) y por último, T4 *Allium sativum* L.(ajo) + *Zingiber officinale* (jengibre) + *Capsicum annum* L.(chile), el porcentaje de mortalidad de huevos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli* fue significativamente superior por la aplicación del tratamiento T4 *Allium sativum* L.(ajo) + *Zingiber officinale* (jengibre) + *Capsicum annum* L.(chile); los demás tratamientos aplicados con sus diferentes concentraciones de extractos no mostraron diferencias estadísticas significativas, en la plaga.

2.2 Origen del frijol

El origen del frijol (*Phaseolus vulgaris*) ha sido debatido, pues, para algunos, ésta leguminosa es procedente de México, mientras que otros aseguran que se originó en la región andina, específicamente, en el Perú.

Gracias a estudios se ha establecido que el frijol es originario de México, ya que el análisis de muestras provenientes de Puebla con aproximadamente 7,000 años de antigüedad (Leyva *et al.*, 2019).

2.3 Consumo per cápita de frijol

Su único uso es para el consumo humano y constituye una fuente de proteínas importante. El frijol representa un cultivo clave en la dieta nacional; el consumo anual per cápita es de 9.9 kg por individuo (UMFFAAC, 2020).

2.4 Importancia económica

Según los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) Y la FAO en el 2021 a nivel mundial se produjeron 27.7 millones de toneladas (mdt) de frijol, lo que significó un aumento anual de 1.1%. Lo anterior, como resultado de la cosecha de 35.9 millones de hectáreas, la cual también registró un alza anual de 4.2%. En ese año, los principales aumentos de la producción provinieron de India, México y Argentina, principalmente. Los 5 principales productores a nivel mundial fueron India, 6.12 millones de toneladas (mdt) (22.1%); Brasil, 2.90 mdt (10.5%); Birmania, 2.48 mdt (9.0%); Tanzania, 1.33 mdt (4.8%); y China, 1.29 mdt (4.7%) teniendo el 51 % de producción mundial. México fue el sexto productor mundial de frijol con 1.29 millones de toneladas, es decir, contribuyó con 4.7% de la producción mundial, similar a China. En el caso de Estados Unidos su producción se redujo significativamente en 30.4%, de 1.47 mdt en 2020 a 1.02 mdt en 2021, ubicándolo en el séptimo productor de frijol en el mundo (FIRA, 2023).

Según Las cifras de la FAO señalan que en 2020 el consumo de frijol fue de 19.7 millones de toneladas, es decir, 6.9% más que en el año previo. Similar a la producción, el consumo de frijol está altamente concentrado en un reducido número de países, los principales cinco países consumieron el 56% del total mundial: India (26%), Brasil (14%), Estados Unidos (6%), México y Tanzania, 5% cada uno (FIRA, 2023).

El comercio mundial de frijol se ajustó al alza en 2021, se exportaron 4.78 mdt, lo que significó un aumento de 5.1%. De igual manera las importaciones aumentaron en 5.1% y llegaron hasta 4.18 mdt (FIRA, 2023). En México los mayores productores del total de producción, el 35 % se obtiene en el estado de Zacatecas con más de 451 mil

toneladas, lo que lo posiciona como el primer productor nacional, seguido de Sinaloa con 12% de la producción y Durango con 10% (SAGARPA, 2021).

A nivel estatal en Guanajuato las dos entidades más productoras en 2022 fueron Ocampo y San Felipe con el 80% y 50% de su superficie agrícola destinada para este cultivo (Taneco y Santoyo 2021).

2.5 Importancia social

En México, como en ninguna otra parte, la comida no sólo es una forma de nutrirse; la comida tiene relación con el folklore de cada región, con leyendas y supersticiones. Algunos productos del campo se emplean para intercambiar con otros productos (trueque), pero también se usan como símbolo el frijol ha formado parte importante de la dieta de los mexicanos y de su economía desde tiempos prehispánicos, por lo que forma parte de la cultura gastronómica del país (Morales, 2023).

2.6 Importancia alimenticia

El Frijol contiene complejo B, tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico y es una fuente importante de hierro, magnesio, potasio, zinc, calcio y fósforo, ideales para la dieta saludable y balanceada de los mexicanos quienes consumimos más de un millón de toneladas cada año (SAGARPA, 2022).

2.7 Taxonomía

El frijol pertenece al orden Fabales, a la familia de las *Fabaceas (Leguminosae)* subfamilia *Faboideae (Papilionoidea)*, tribu *Pahseoleae*, subtribu *Phaseolinae* y al género *Phaseolus*, al cual pertenecen 55 especies, en las que se incluyen 5 especies cultivadas, cada una con sus propios ancestros y cincuenta verdaderas especies silvestres. Dentro de las especies cultivadas tenemos a: *P. vulgaris* (frijol común), que es la especie de frijol más importante ya que el 90 % de la superficie sembrada con frijol es con esta especie y no más de 200 000 hectáreas se siembran con las cuatro

especies restantes. *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol Tépari/yori muni), *P. coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* =*sinom. P. polyanthus* (Hernández-López et al., 2013). Poseen 11 cromosomas base ($x= 11$) por lo que en sus células somáticas su número es de 22 ($2n = 2X= 22$ cromosomas) El género *Phaseolus* se ha dividido por los taxónomos en tres secciones: *Phaseolus* con 24 especies, *Alepidocalyx* con 3 especies y *Minkelersia* con 4 especies, sin embargo, Delgado y Cols (2006), sugieren que el género sea dividido en cuatro secciones.

Tabla 1. Descripción taxonómica. (Vibrans, 2009)

<i>Phaseolus vulgaris</i>	
Dominio	Eukariota
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Vulgaris</i>

2.8 Morfología

La raíz inicia su desarrollo al momento de la germinación. La primera estructura que sale de la semilla es la radícula la cual formará en lo futuro al sistema radicular, al emerger la radícula esta se dirige hacia abajo, posteriormente a los pocos días se desarrollan de 3 a 7 raíces secundarias o basales en la porción basal formándose un sistema con una raíz principal y varias raíces secundarias, las cuales también crecen tanto en forma horizontal y hacia abajo con un gran desarrollo dándole la apariencia de un sistema radicular profuso o fascicular, la raíz principal tiene una tasa de crecimiento muy activa logrando penetrar hasta los 150 cm, sin embargo la mayoría de las raíces de absorción se encuentran a una profundidad de 30 a 40 cm. Las raíces

basales o secundarias poseen un patrón de desarrollo muy variado, lo que le da al sistema radicular la opción de desarrollarse en forma más horizontal o bien menos extendida, pero con mayor profundidad. Estas variaciones gravitrópicas de la raíz le confieren a la planta de frijol ciertas ventajas tanto en la toma de agua como en sus relaciones de competencia. La estructura radicular es muy importante, ya que una raíz profunda con largos pelos radiculares le dará a la planta la oportunidad de explorar un mayor volumen del suelo y en capas más profundas, dándole una mayor eficiencia en la toma de agua y nutrientes, del mismo modo una raíz profusa y superficial será capaz de explorar mayor volumen del suelo y tendrá una mayor absorción de fósforo debido a su inmovilidad en el suelo y otros nutrientes

Otra característica fascinante de la planta de frijol es su asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico del género *Rhizobium* en sus raíces, que en el caso de frijol existen varias especies de *Rhizobium* las cuales han coevolucionado con los diferentes tipos de frijol en todas las áreas del mundo. Siendo las especies *R. elti* *bv phaseoli*, *R. leguminosarum* *bv phaseoli* (*R. phaseoli*), *R. gallicum*, *R. giardinii* y *R. tropici* (Ferrer-Cerrato, 2014; Aguilar *et al.*, 2004) y *R. fabae* (de Souza *et al.*, 2016), las que se encuentran asociadas con frijol, sin embargo, la más activa y que mayormente se utiliza en la inoculación artificial, son las especies de *R. elti* y *R. leguminosarum* *bv phaseoli*. La infección de las bacterias se lleva a cabo en los primeros días de desarrollo de las raíces, apareciendo los primeros nódulos a los 20 o 30 días después de la inoculación. Son nódulos redondeados de 2 a 5 mm de diámetro y distribuidos principalmente en las raíces secundarias. A nivel comercial es difícil que se lleve a cabo una buena nodulación debido a aspectos multifactoriales, sin embargo, es recomendable realizar su inoculación (Idelfonso *et al.*, 2009).

Tallo: El sistema aéreo de la planta de frijol se desarrolla a través del crecimiento del epicotilo en el proceso germinativo, el cual se inicia con el crecimiento del hipocotílo acarreado consigo a los cotiledones los que al alcanzar la superficie del suelo se expanden y se tornan de color verde ayudando a la planta en estas primeras fases, iniciándose posteriormente el crecimiento del epicotilo en la parte superior de los cotiledones que dará origen al tallo principal el cual lleva en su porción terminal el meristemo apical que formará el total de las estructuras de la planta como: hojas,

nudos, entrenudos, yemas axilares, ramas, flores en racimos, etc. La planta presenta un tallo principal cilíndrico o ligeramente aplanado con pubescencia la cual puede ser semi glabro o pubescentes con pelos uncinulados, de color verde, rosado o morado (Miramontes *et al.*, 2014).

Dependiendo del hábito del crecimiento del tallo este se clasifica en un crecimiento determinado cuando su porción apical termina en una inflorescencia y de hábito indeterminado, en la cual la porción apical permanece en forma vegetativa. La altura del tallo varía desde unos 20 cm centímetros entre los tipos arbustivos determinados hasta más de 100 cm en los tipos indeterminados. El tallo puede ser erecto, semi erecto, semi rastrero, rastrero y trepador. El ciclo de la planta depende del tipo de crecimiento del tallo, siendo de ciclo corto en los tipos erectos determinados y de ciclo largo en los indeterminados pudiendo ser desde 70 a 140 días hasta más de 220 días respectivamente. La planta de frijol se clasifica en cuanto a su tipo de crecimiento en cuatro grandes grupos los cuales son:

TIPO I.-

Frijoles Determinados de Mata. Este tipo de frijol generalmente poseen pocos nudos (de 5 a 10), terminan en una inflorescencia al igual que sus ramas, presentan un tallo erecto, tienden a ser de semilla grande, precoces, con un periodo de floración corto, de bajo potencial de rendimiento (aunque se puede compensar con mayor densidad de plantas), de madurez más uniforme, tallo fuerte y grueso, altura de vainas relativamente altas, de vainas largas y en general son suaves a la cocción y de caldo espeso. Estas variedades responden bien en surcos de 30 a 60 cm. de ancho.

TIPO II

Frijoles Semi Guía De Mata Las plantas son erectas, presentan una pequeña guía en el tallo principal y las ramas no producen guías, son de mayor potencial de rendimiento y mayor número de nudos (11 a 14) que las del Tipo I, tienden a ser de vainas y semillas chicas, y de ciclo biológico intermedio a tardío, responden adecuadamente en surcos de 40 a 70 cm. de ancho.

TIPO III

Frijoles de Guía Indeterminados Son de alto potencial de rendimiento, mayor número de nudos y ramas (12 a 16), de varios colores y tamaños de grano, su ciclo vegetativo es de intermedio a tardío. Estas variedades responden adecuadamente en surcos de 60 a 70 cm. de ancho. Dentro de este tipo de habito existe una subdivisión en donde se clasifican los tipos de frijol con hábito completamente postrado denominándose como tipos IIIa (Indeterminado postrado) y los tipos IIIb (Peña *et al.*, 2017)

2.9 Necesidades edafoclimáticas y clima

2.9.1 Tipo de suelo

El frijól requiere de suelos profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco-limosa, aunque también tolera texturas franco-arcillosas (SIAP, 2020).

2.9.2 Ph

Crece bien en suelos con PH de 6.5 y 7.5, ya que dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presenta su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en terrenos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5. de topografía plana y ondulada, con buen drenaje (SIAP, 2019).

2.9.3 Temperatura óptima

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 10 a 27 °C, es muy susceptible a condiciones extremas (SIAP, 2019).

2.10 Manejo cultural

2.10.1 Preparación del terreno

El frijol puede establecerse sobre suelo preparado con labranza completa o tradicional (barbecho, rastreos, nivelación, marca o curvas de nivel y escarificación) y también con el sistema de labranza mínima (Ávila *et al.*, 2014).

2.10.2 Siembra

La separación del surco dependerá en primer lugar de la disponibilidad de maquinaria y del tipo de frijol de tal manera que en los frijoles de mata la distancia entre surcos puede ser de 60 a 80 cm a una sola hilera o en camas de 100 cm a doble hilera con separaciones de 35 a 40 cm entre hileras, en el caso de frijoles de guía y semiguía se utiliza una separación mayor entre surco siendo lo más común utilizar separaciones de 75 a 80 cm entre surco a una sola hilera (Sangerman *et al.*, 2010)

2.10.3 Fertilización

Para una buena fertilización se debe extraer del suelo los nutrientes esenciales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre y Magnesio en mayores cantidades que el resto de los elementos nutritivos como Zinc, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Boro. La gran demanda de nitrógeno y fósforo en la mayoría de los cultivos hace necesaria la aplicación de estos nutrientes en cada ciclo, sin embargo, se debe realizar previamente un análisis del suelo para determinar la cantidad que hay de estos elementos antes de fertilizar, evitándose así la aplicación excesiva, reduciendo los riesgos de contaminación y disminuyendo los costos de producción (Flores *et al.*, 2020).

2.10.4 Riego

El cultivo de frijol que se desarrolla en óptimas condiciones requiere de unos 30 a 45.5 cm de lámina. Utiliza en sus primeras etapas un promedio de 0.1 mm de agua por día y poco menos de 7 mm por día en el periodo de floración y formación de vainas (Gonzales *et al.*, 2017).

2.10.5 Manejo de malezas

Las utilizaciones de las labores culturales se tienen que respetar las fechas de siembra, la siembra en húmedo que al dar punto y meter la rastra se elimina la primera tanda de malezas. En cuanto al control mecánico se tiene la aplicación de labores de cultivo donde éstas tienen como función destruir la maleza, remover y airear el suelo (para dar protección y sostén a la planta), así como reformar el surco para permitir el paso del agua de riego. Esto puede lograrse mediante uno o dos pasos de cultivadora (utilizando la cultivadora o azadones rotatorios), complementándose con deshierbes manuales, cuando sea necesario. Es importante que estas labores se efectúen con oportunidad (Ávila *et al.*, 2014)

2.11 Principales plagas del frijol

Las plagas en el cultivo de frijol representan una amenaza significativa para la salud de las plantas y la calidad de la cosecha. Estos organismos pueden causar daños directos e indirectos, reduciendo el rendimiento y afectando la viabilidad de los granos. El impacto de las plagas varía desde la disminución de la producción hasta la degradación de la calidad del frijol, lo que puede tener consecuencias económicas graves para los agricultores. Las plagas de frijol incluyen insectos como pulgones, moscas blancas y gorgojos, así como ácaros y orugas (Mena & Velásquez, 2010).

2.11.1 Chicharrita del Frijol (*Empoasca kraemeri*)

Los adultos miden unos tres milímetros de largo, son alargados y de color verde tierno; insertan sus huevecillos que son alargados de 1 mm de longitud a lo largo de las nervaduras en el envés de las hojas. Las ninfas nacen a los pocos días y pasan por cinco instares. Son de color blanco sucio. Estas pueden afectar la producción de ejote, además chupan la savia de las hojas, haciendo que éstas se pongan rizadas. Las plantas atacadas por ninfas y adultos no se desarrollan normalmente; las hojas presentan deformaciones y enrollamientos hacia abajo, con amarillamiento en los bordes; también hay deformación de las vainas, achaparramiento general de la planta y pérdidas sustanciales de la producción (Ávila *et al.*, 2014).

2.11.2 Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Los adultos de mosca blanca miden 1.5 milímetros y son de color blanco-amarillento; se les encuentra en el envés de las hojas y cuando se les molesta vuelan rápidamente. Ovipositan cientos de huevecillos en el envés de las hojas; las ninfas son aplanadas y al nacer se pegan a las hojas. Los daños directos lo ocasionan como un amarillamiento y debilitamiento de la planta debido a que tanto los adultos como las ninfas succionan la savia y producen mucha excreta melosa en donde se desarrolla fumagina, en lo que da una coloración negruzca a las plantas. En los daños indirectos es trasmisora del virus del mosaico dorado -BGYMV: Bean Golden Yellow Mosaic Virus y BGMV: Bean Golden Mosaic Virus (CIMMYT, 2019).

2.11.3 Crysomelidos (*Diabrotica balteata*)

La hembra oviposita de 68 a 100 huevecillos solos o en grupos en el suelo cerca de las raíces, la larva pasa por cuatro instares y estos tienen longitudes diferentes; en el primer instar llega a medir de 2.3 mm de largo y 0.24 mm de ancho, el segundo instar mide 4.5 mm de largo y 0.35 mm de ancho, el tercer instar mide 8.9 mm de largo y 10.051 mm de ancho. En general, su color es variable, inicialmente es blanco, pero puede adquirir un color amarillo pálido dependiendo principalmente de la fuente de alimento. Esta fase de inactividad la interrumpen al inicio de la primavera siguiente. Los insectos adultos son pequeños escarabajos de unos 4 a 6 mm de largo de color verde claro; los élitros tienen dos bandas transversales y cuatro manchas irregulares de color amarillo brillante; la cabeza y antenas destacan por su coloración rojiza. Los tarsos y las tibias son de color oscuro; los fémures de color verde y el metasterno negro. La superficie ventral del cuerpo, patas, antenas y demás apéndices poseen numerosos pelos cortos. El daño lo ocasionan los adultos al atacar gregariamente al frijol, consumiendo vorazmente las hojas. El daño se manifiesta como orificios de diversos tamaños, en infestaciones severas ataca flores y vainas tiernas, también ocasionan daños indirectos al transmitir los virus del mosaico sureño y mosaico rugoso (Reyes, 2015).

2.11.4 Thrips (*Frankinela occidentalis*)

Los adultos son de color marrón oscuro casi negro, con dos pares de alas angostas con cerdas en el margen, las anteriores con dos bandas dorsales claras y tres bandas oscuras. Las patas son marrón oscuras con el extremo de fémur y tibia amarillos. Los estados inmaduros son de color amarillo claro. Su daño lo ocasionan al raspar y succionar la savia de las hojas, generalmente se les encuentra ocasionando este daño en el envés, pero también se pueden encontrar en el haz de las hojas, pueden presentarse desde las primeras etapas de la planta hasta etapas avanzadas siendo más común que se presenten en la época de verano. Generalmente su daño se localiza en las hojas, sin embargo, también pueden atacar a las flores y vainas tiernas causándole raspaduras que se necrosan. Pudiendo ocasionar la defoliación prematura de la planta (Buitrago *et al.*, 2010).

2.11.5 Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

Sus huevecillos son translucidos ovalados y ligeramente aplanados y de 0.08 mm de longitud, las ninfas tienen una longitud de 0.1 mm y son de periformes al inicio son translucidas y posteriormente blancas, el macho solo mide 0.1 mm, la hembra mide 0.2 mm. Cuerpo ligeramente alargado y ovalado. Las hembras tienen los dos pares de patas posteriores reducidas; en el macho son normales. Los ácaros blancos viven en los puntos de crecimiento o brotes tiernos de las plantas. La hembra oviposita entre 30 a 70 huevecillos en el envés de las hojas. Se alimentan succionando la savia su daño lo ocasiona al alimentarse de los tejidos de la porción apical, causando una distorsión del punto de crecimiento, las hojas se enrollan presentando a su vez malformaciones que en ocasiones se puede confundir con alguna enfermedad viral, en infestaciones altas, las hojas se tornan de color amarillo oscuro pudiéndose encontrar haciendo daño a las vainas también las cuales se tornan de color púrpura (INTAGRI, 2024).

2.11.6 Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)

Las larvas son arqueadas, de color crema o amarillo-cremoso, con patas torácicas muy desarrolladas con el extremo del abdomen de color oscuro y la cabeza de color marrón, las larvas pasan por seis instares larvarios. Los adultos son de color café en el caso

de *Phyllophaga* y de color amarillo-cremoso, generalmente depositan los huevecillos en el suelo en el mes de junio. Ocasionalmente ocasionan el mayor daño sobre todo en las raíces del cultivo de frijol al alimentarse de ellas, una sola larva puede eliminar hasta 10 plantas por metro lineal (Lugo García *et al.*, 2017).

2.12 Productos utilizados en el control de chicharrita

2.12.1 Majic

Majic extracto de ajo está formulado a base de aceite esencial de ajo en un 10%, además de un aceite puro de neem en un 20% y sales potásicas a un 50 % que actúan como un bio-insecticida, acaricida, ovicida y bactericida, sobre todo en insectos de cuerpo blando como pulgones, mosquita blanca, ácaros, trips y larvas. El ingrediente activo es la alicina que actúa como repelente e insecticida natural (Agromajsb, 2017).

2.12.2 Malatión 1000 CE

El malatión de calidad técnica, que es el utilizado en este experimento contiene >90% de malatión e impurezas en un solvente, es un líquido pardo-amarillento que huele a ajo. Su ingrediente activo es el malatión: dietil (Dimetoxitiofosforiltio) no más de 83.6 % y 16.4 % de solventes. Este se usa para matar insectos en cosechas agrícolas y en jardines especialmente envenena a los insectos por acción de contacto e ingestión siendo muy eficaz en el control de plagas de chupadores, masticadores, y plagas de almacén (MEZFER, 2022).

2.13 Enfermedades

2.13.1 Virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV)

Los síntomas característicos son la aparición de manchas cloróticas de color amarillo con áreas verdes, de 1 a 3 mm con clorosis intervenal y nudos cortos. Este virus no es transmitido por semilla y es transmitido de una planta enferma a una sana a través de

varias especies de pulgones. Algunas cepas causan la malformación de las hojas y un mosaico y la deformación de las vainas (Tozquy Valle *et al.*, 2022).

2.13.2 Roya o Chahuistle (*Uromyces phaseoli* typical / *U. appendiculatus* var *appendiculatus*).

Ataca principalmente a las hojas, vainas y raramente a los tallos y pecíolos. Los síntomas se manifiestan inicialmente en el envés de las hojas como pequeñas manchas casi blancas y ligeramente elevadas en forma de pústulas (estado uredial). Bajo condiciones favorables, las manchas hacen erupción en 10 días y forman un soro de color rojo ladrillo de 1 a 2 mm de diámetro, formando las pústulas características de la enfermedad. Alrededor de este soro, desarrollan soros secundarios formando un anillo. A medida que la enfermedad avanza, las pústulas iniciales cambian gradualmente a color negro. El hongo infecta a hojas, tallos y vainas, causando el mayor daño sobre las hojas. Gracias puede ocurrir defoliación prematura con una disminución drástica en la formación y llenado de vainas, cuanto más jóvenes sean las vainas, más susceptibles serán al ataque del patógeno. Los daños en las vainas reducen también la calidad de frijol para su consumo verde (Bernal *et al.*, 2012).

2.13.3 Pudrición de la Raíz del Frijol por *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*)

Los síntomas en esta etapa son idénticos a los producidos en el algodón. En plantas de más edad, los daños se manifiestan con un amarillamiento de las hojas inferiores, el cual posteriormente se extiende a toda la planta. Los daños se manifiestan con un amarillamiento de las hojas inferiores, el cual posteriormente se extiende a toda la planta. La raíz muestra lesiones de color café rojizo, las cuales a veces se presentan también en el tallo. Las raíces atacadas presentan las raíces secundarias y terciarias destruidas y solo se mantienen en pie debido a las raíces adventicias, con las que sigue viviendo. En otras ocasiones la planta puede presentar daños apenas visibles, sin embargo, el rendimiento puede disminuir considerablemente (Cid *et al.*, 2021).

2.13.4 Moho Blanco (*Sclerotinia sclerotium*)

Los principales síntomas se presentan en las plantas afectadas es la presencia de una pudrición aguanosa en los tallos, hojas y vainas. La enfermedad aparece primeramente en la base de los tallos, pero bajo condiciones favorables los síntomas aparecen en las partes superiores. Provoca pudrición aguanosa en los tallos, hojas y vainas (Anónimo, 2019).

2.13.5 Virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV)

Este virus puede producir tres clases de síntomas: mosaico, necrosis sistémica o lesiones locales, según la variedad, la edad al momento de la infección, la cepa y las condiciones ambientales. Los síntomas de mosaico se manifiestan en plantas infectadas sistémicamente y pueden ocasionar moteado, enroscamiento, raquitismo y deformación de las hojas primarias, especialmente si la infección primaria tiene lugar mediante semilla contaminada. Las hojas trifoliadas presentan enroscamiento, deformación y un mosaico de color amarillo y varias tonalidades de verde su principal síntoma es la de un moteado de color verde con áreas clorótica y arrugadas en las hojas. Otros daños serían la epinastia, deformación de tallos, aborto de flores y reducción del rendimiento (Ávila *et al.*, 2014).

2.14 Cosecha

La cosecha del frijol se inicia cuando el contenido de humedad en la semilla se encuentra entre un 25 % esto se da cuando la mayoría de las plantas se tornan de color amarillento y el 90% de las vainas han cambiado a un color café claro, en esta etapa se dice se encuentra en madurez fisiológica esto se puede observar a los 115 a 125 días después de la siembra en fechas de otoño- invierno y de 105 a 115 días en siembras de primavera-verano (Carrillo *et al.*, 2019).

2.15 Aspectos generales y controles de Chicharrita verde

La chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*), también conocida como cotorrita verde, es una plaga significativa en cultivos como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), especialmente en regiones de clima cálido y seco.

El adulto mide alrededor de 3 mm, tiene forma de cuña, color verde claro y se localiza mayormente en el envés de las hojas, desde la germinación hasta la floración de la planta. Las ninfas son similares en forma y color, pero más pequeñas y sin alas; se desplazan lateralmente y realizan pequeños saltos entre las plantas. Los huevos, diminutos y alargados, son depositados bajo la epidermis de hojas jóvenes por la hembra (SENASA, 2024).

Las hembras insertan los huevos en los tejidos de las hojas y pecíolos. A temperaturas de 25 °C, los huevos eclosionan en aproximadamente 7 días. Luego, las ninfas atraviesan cinco estadios ninfales en un lapso de 8.5 días antes de llegar a la etapa adulta. Los adultos viven en promedio 42 días, y una hembra puede ovipositar entre 70 y 80 huevos, a razón de unos 3 huevos diarios (Agroproductores, 2023).

Tanto adultos como ninfas se alimentan de la savia del floema y del parénquima, inyectando toxinas que generan diversos daños fisiológicos a la planta. Los principales síntomas incluyen amarillamiento y deformación de las hojas, enrollamiento hacia abajo, quemaduras en las puntas de color marrón y, en infestaciones severas, el achaparramiento de la planta y la reducción significativa de la producción de vainas (Studenta, 2023; SENASA, 2024).

El umbral económico de daño se establece cuando se encuentran de 2 a 3 ninfas por hoja en plantas desarrolladas o 2 adultos por plántula (SENASA, 2024). Para su manejo, se recomienda monitoreo constante y, en caso necesario, el uso de insecticidas como azinfos metílico, Malatión, cipermetrina, acefato, deltametrina, entre otros. Las aplicaciones deben dirigirse especialmente al envés de las hojas, donde suele localizarse la plaga (Agroproductores, 2023).

CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

3.1 Delimitación del área de estudio

El área de estudio se estableció en un terreno de la empresa Agro Majsb ubicada en El potrero, Salvatierra, Guanajuato con coordenadas de ubicación de latitud 20.26746 y longitud -100.9416 el cual tiene disponibilidad de agua en todo el año, con un área de 225 m² el clima es tropical seco con lluvias de temporal, el clima en la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 33 °C (INEGI, 2010).



Figura 1. Ubicación del área experimental (Google Earth, 2024).

3.1.1 Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se le realizó un barbecho para mover todo residuo y maleza la distancia entre cama y cama de surco fue de Aprox. 80 cm en el babecho se hizo la remoción de la tierra al inicio del cultivo, también se realizó la nivelación con

ayuda de maquinaria agrícola. Se realizó un reacomodo de terreno en la tercera semana, además de los correspondientes riegos, nutrición, fertilización y limpieza. En este estudio se distribuyó de acuerdo con los tratamientos y con un diseño de bloques completamente al azar.

3.2. Diseño experimental

Se estableció un diseño en bloques completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se harán análisis de varianza determinando el Anova y se realizará una comparación de medias de TUKEY, los datos serán analizados en el estadístico SAS.

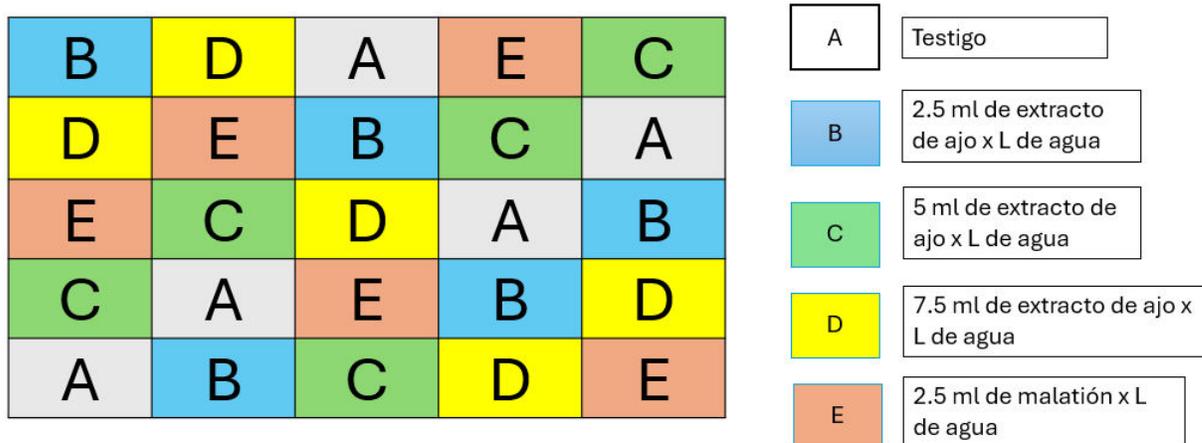


Figura 2. Diseño experimental (cuadros completamente al azar).

3.2.1 Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron el producto comercial “Majic®” de la empresa Agromajsb y el malatión 1000 CE y un testigo.

Las dosis que se evaluaron son:

T1= Magic 2.5 ml /L de agua

T2= Magic 5 ml /L de agua

T3= Magic 7.5 ml /L de agua

T4= Malatión 1000 CE empresa AGRITEC (2.5 ml/L)

T5= Testigo absoluto (no se aplica nada)

3.3 Intervalos de las aplicaciones

La aplicación de tratamientos se realizó de manera periódica cada 15 días asperjando desde que el cultivo había alcanzado 10 cm de altura y se continuaron las aplicaciones hasta la etapa de llenado de vaina, con ayuda de una bomba en diferentes dosificaciones durante un periodo de tres meses.

3.4 Variables a evaluar

Se evaluó la densidad de población de *Empoasca kraemeri* por unidad experimental, el efecto de la dosis de cada tratamiento sobre el insecto y la persistencia del producto. Para esto se realizaron monitoreos visuales, para ello se tomaron 5 plantas para muestrear por unidad experimental, las cuales se etiquetaron con un hilo fosforescente que tenía su etiqueta, en la cual se determinó el número de individuos previa y posteriormente a las aplicaciones.

3.4.1 Análisis de los datos colectados

Los datos colectados fueron analizados a través del estadístico SAS (2010), realizándose un análisis de varianza Anova y una comparación de medias con el método de Tukey a una $\alpha=0.05$.

3.4.2 Densidad de población de *Empoasca kraemeri* en el cultivo de frijol

La densidad de población *Empoasca kraemeri* se determinó a través de monitoreos visuales donde se muestrearon 25 plantas por tratamiento. Se contaron los huevecillos, ninfas y adultos posteriormente se registraron en Excel. Las plantas se marcaron para posteriormente darle seguimiento después de cada aplicación. Los monitoreos se realizaron antes y posteriormente a las aplicaciones. Los conteos se realizaron en la misma planta para dar seguimiento al desarrollo de la plaga y evaluar el efecto del tratamiento.

3.4.3 Muestro de *Empoasca kraemeri* antes de la aplicación de los tratamientos

Se realizaron monitoreos antes de la aplicación de los tratamientos, en ellos se van a muestrear las 25 plantas marcadas por tratamiento esto para dar el seguimiento en el desarrollo de la plaga y su comportamiento después de cada aplicación.

3.4.4 Muestreo de *Empoasca kraemeri* posterior a la aplicación de los tratamientos

Se realizan monitoreos posteriores a la aplicación de los tratamientos, en ellos se van a muestrear las 25 plantas ya marcadas anteriormente esto para darle seguimiento al desarrollo de la plaga, así como para evaluar la residualidad del producto.

3.5 Residualidad del producto

Se realizaron cuatro aplicaciones con intervalos de 15 días entre ellas, se evaluó el número de días que el producto ahuyenta la plaga después de cada aplicación, sin embargo, para determinar la residualidad del producto se realizó una prueba en la cual se monitoreo diariamente, si la plaga estaba presente o ausente, y determinar el lapso de tiempo que el producto hace efecto como repelente o biocontrolador sobre la chicharrita del frijol.

3.6 Daños de *Empoasca kraemeri* en frijol

Para determinar los daños que causa la chicharrita del frijol, se realizaron monitoreos a las plantas, en las cuales se observó y registró si existía picaduras sobre la hojas, amarillamiento y enroscamiento o rizado de las hojas, así como defoliaciones de flores (Lozano *et al.*,2015).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Densidad poblacional de *Empoasca kraemeri*

De acuerdo con las densidades poblacionales de *Empoasca kraemeri* muestreadas antes y después de la aplicación de los productos en las gráficas del 1-12 se muestra el número de individuos plaga (huevecillos, ninfas y adultos) presentes en cada unidad experimental.

4.1.1 Densidades poblacionales de huevecillos antes y después de las aplicaciones de los tratamientos

En el gráfico 1, se observa el comportamiento de cada tratamiento antes de las aplicaciones realizadas en los cuatro muestreos. El tratamiento T1=Dosis 2.5 ml/L de extracto de ajo presentó un incremento constante de huevecillos en cada muestreo, mientras que el testigo T5 mantuvo un incremento significativo superior a los demás tratamientos. El tratamiento T2 presentó un aumento más lento entre los muestreos en comparación con T1, lo que indica un mejor control. T3 fue el más efectivo de las dosis de ajo y los resultados indican que fue el que más se acercó al tratamiento químico T4. En esta aplicación se utilizó al Malatión, resultando efectivo en huevecillos.

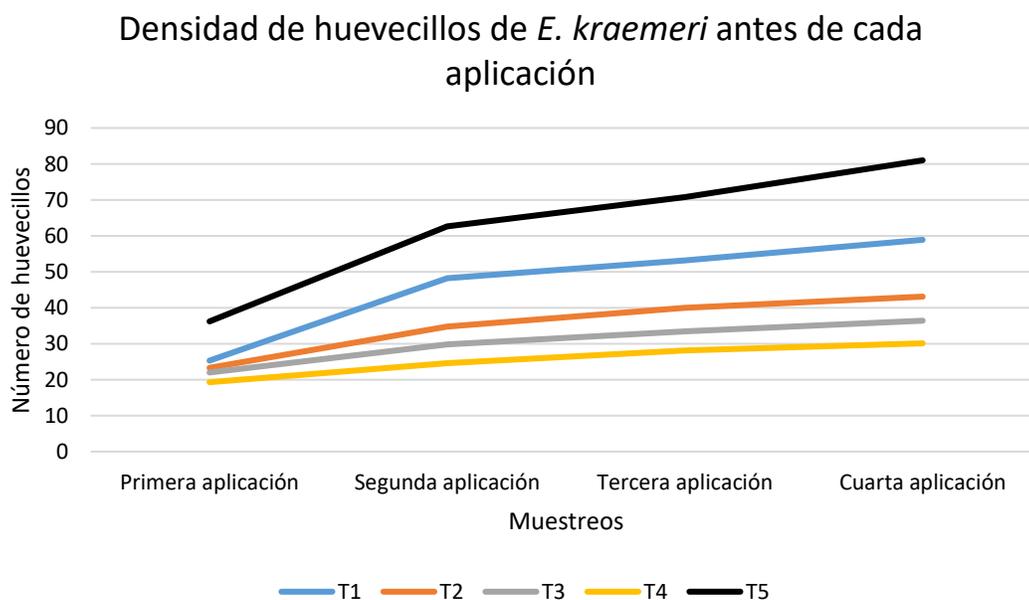


Gráfico 1. Densidad de huevecillos *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación

En el gráfico 2, se observa el comportamiento de cada tratamiento después de cada aplicación en los cuatro muestreos realizados. El tratamiento químico resultó ser el más eficiente con una densidad poblacional inferior a los demás tratamientos, sin embargo, el tratamiento T5 que corresponde al Testigo, mostró un aumento en huevecillos debido a que no se le aplicaron ningún control.

De igual manera se observa que el tratamiento T3= 7.5 ml de Majic (extracto de ajo) mostró un control eficiente en huevecillos de la chicharrita en todas las aplicaciones.

Sin embargo, estadísticamente no existen diferencias entre los tratamientos con extracto de ajo, los cuales presentan una repelencia del insecto, pero no los elimina, lo que ocasiona que estos al momento de la aplicación los adultos vuelen a otras áreas y se regresen después de haber concluido el intervalo de residualidad o repelencia del producto, ovipositando nuevamente en las plantas de frijol. Por lo que el promedio de huevecillos permanece constante durante todas las aplicaciones.

Es importante mencionar que cualquiera de las dosis utilizadas como repelente para *E. kraemeri* es efectiva y pueden ser utilizadas de forma segura.

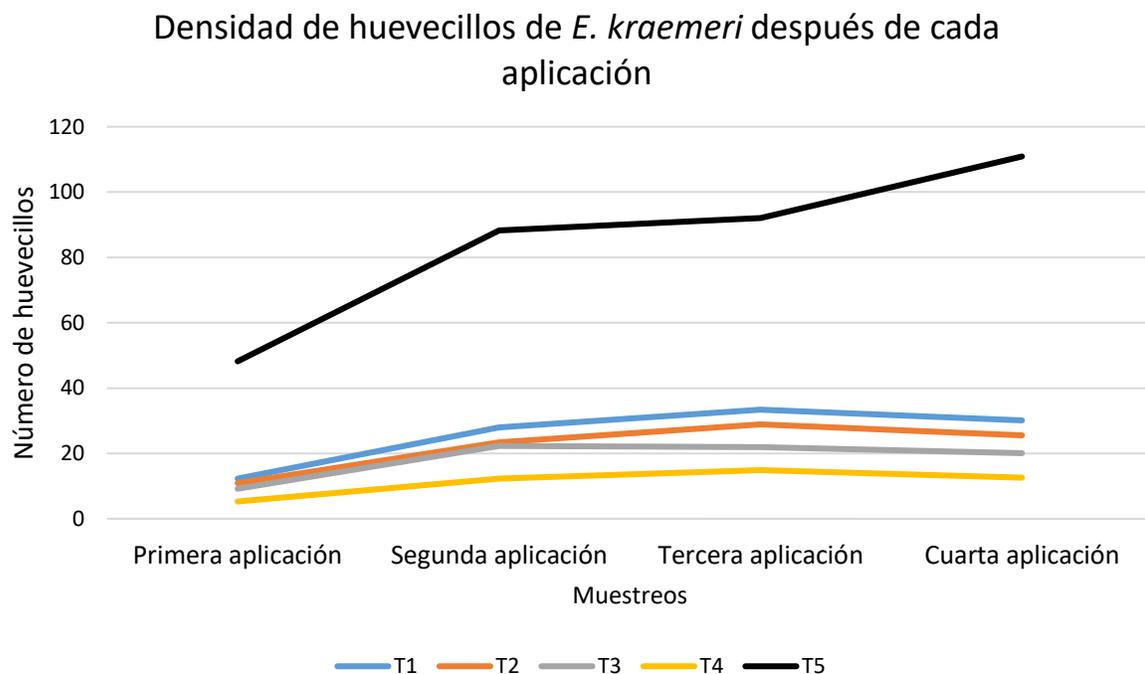


Gráfico 2. Densidad de huevecillos *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos posteriores a cada aplicación

4.1.2 Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la aplicación de los tratamientos

En el gráfico 3, se observó que en los tratamientos a base de extracto de ajo (T1, T2 y T3) resultó que no hubo reducción en la densidad de huevecillos esto se debe que al ser un insecticida orgánico su mecanismo de acción se basa en compuestos volátiles de fuerte olor y sabor que resultan desagradables para los insectos, pero no tienen propiedades ovicidas, el tratamiento con malatión fue el que presentó una disminución de 13 huevecillos, lo que sugiere que el malatión fue el único tratamiento que tuvo efecto. Por su parte el tratamiento T5 (testigo) mostró un incremento en la densidad de huevecillos, lo que refuerza la idea de que, sin ningún control, la población de huevecillos tiende a aumentar debido a la oviposición de la chicharrita.

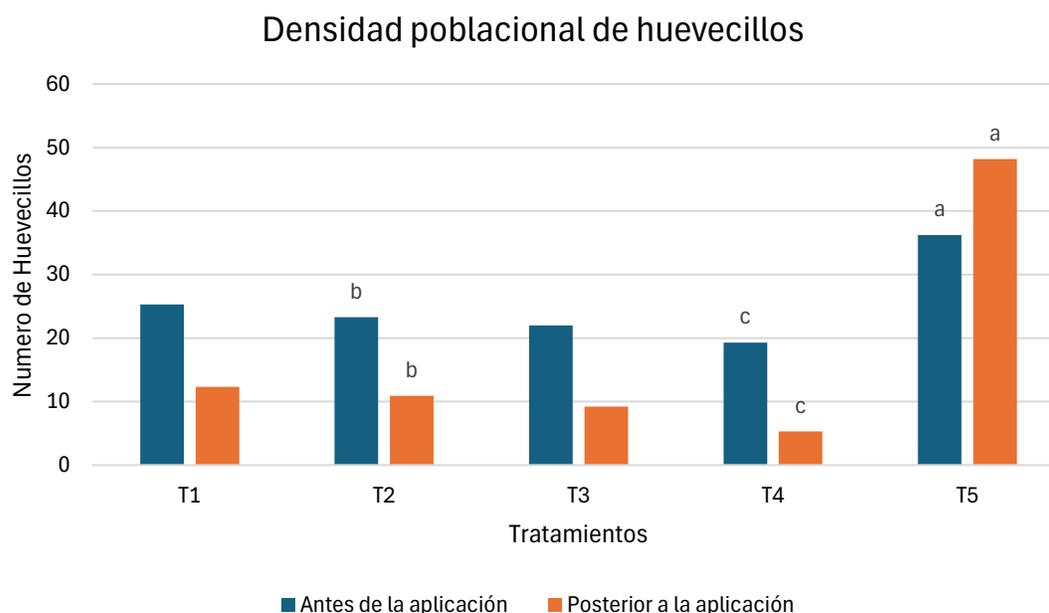


Gráfico 3. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la primera aplicación.

En el gráfico 4, se observó que para esta segunda aplicación la eficacia de los tratamientos (T1, T2 y T3) de extracto de ajo continuo sin tener algún efecto sobre los huevecillos mostrando resultados más altos comparados con los de la primera aplicación, el Malatión CE1000 T4 fue el tratamiento más efectivo. Esto quizás se deba a que también, se presentaron algunas especies biocontroladoras de chicharrita como catarinas (*Coccinellidae septempunctata*) y crisopas (*Crisoperla encarna*).

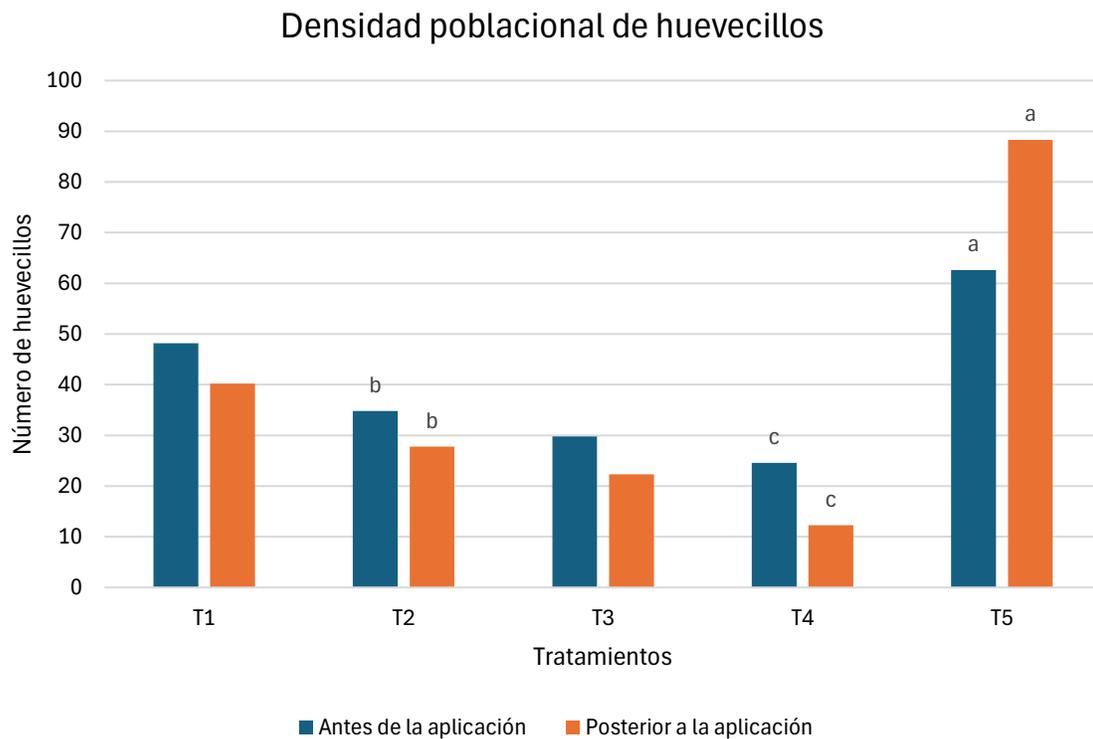


Gráfico 4. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la segunda aplicación.

En el gráfico 5, se observó que el tratamiento más efectivo en la tercera aplicación para control en la densidad de huevecillos de *Empoasca kraemeri* fue el tratamiento T4 Malatión CE1000, las concentraciones de extracto de ajo T3 la cual no tuvo efecto significativo en el control, los tratamientos T1 y T2 presentaron una acción similar lo que nos da a entender que no tienen un efecto en los huevecillos con la aplicación. Hablando sobre el tratamiento T5 mostró un aumento en la población de huevecillos teniendo en cuenta que es necesario la implementación de un control para esta plaga.

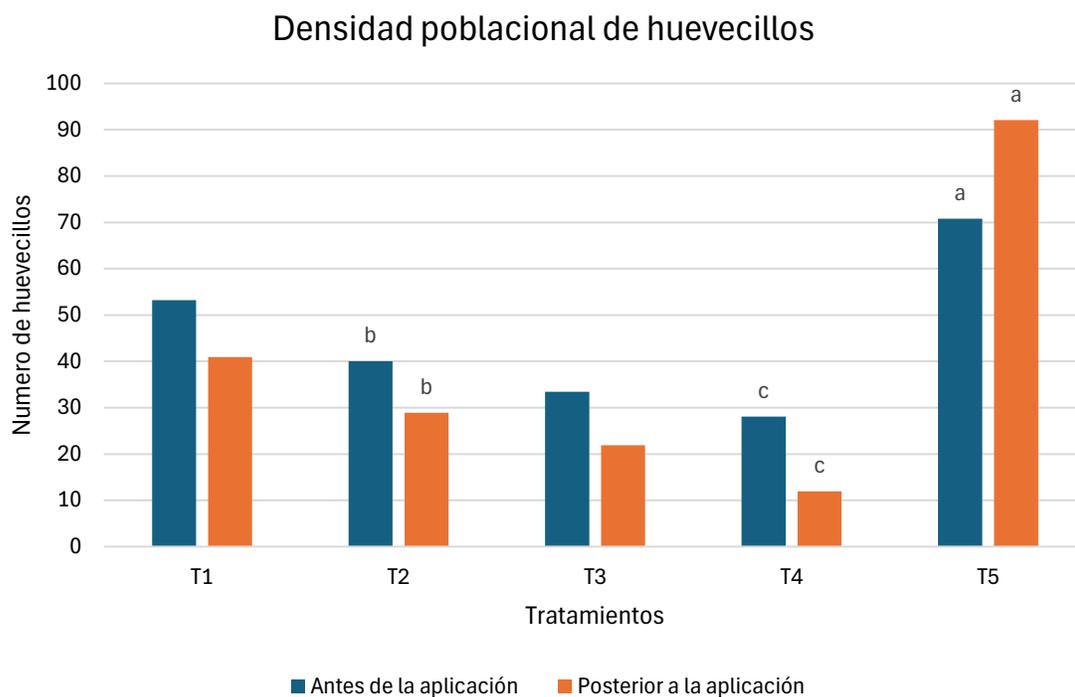


Gráfico 5. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la tercera aplicación

En el gráfico 6, se muestra que el tratamiento más efectivo para controlar la densidad de huevecillos en esta última aplicación fue el Malatión CE1000 con una reducción de 18 huevecillos lo que reafirma su eficacia para detener la oviposición de esta plaga y además el control de los otros estadios, (T3, T2 y T1) no mostraron eficacia al momento de controlar los huevecillos. Por su parte el Testigo absoluto T5 mostró un aumento en la población de huevecillos, lo que confirma la necesidad de aplicar tratamientos para controlar esta plaga.

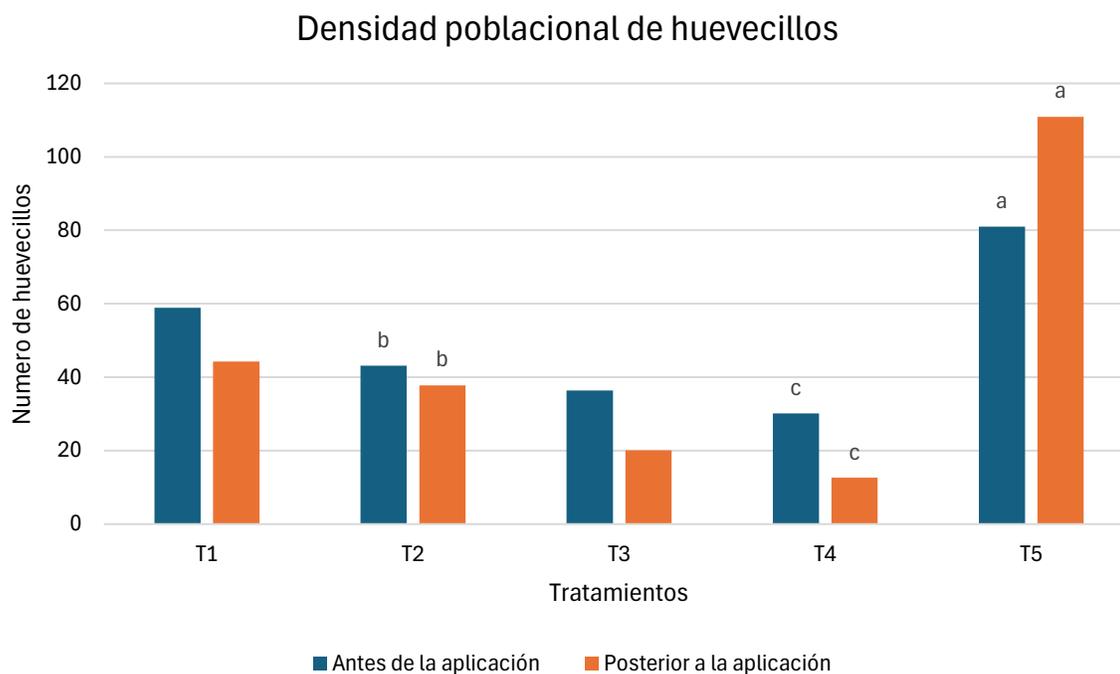


Gráfico 6. Densidad poblacional de huevecillos antes y después de la cuarta aplicación.

4.1.3 Efecto en cada uno de los muestreos para ninfas antes y después de la aplicación

En el gráfico 7, se observó que los tratamientos con ajo son efectivos después de cada aplicación por ejemplo el tratamiento T1 parece tener un efecto moderado en el control de las ninfas ya que el incremento es más lento después cada aplicación en cada muestreo. El tratamiento T2 es similar a T1, el ajo a 5 ml/L reduce el incremento de ninfas de una manera más significativa, el tratamiento T3 este tratamiento muestra un control más efectivo que los anteriores. Aunque las ninfas aumentan, el incremento es más bajo en comparación con los otros tratamientos. Por su parte el químico Malatión muestra una reducción considerable en la cantidad de ninfas en comparación con los valores obtenidos con los tratamientos de ajo. T5 muestra el comportamiento y refleja el crecimiento natural de la plaga, sin ningún tipo de intervención.

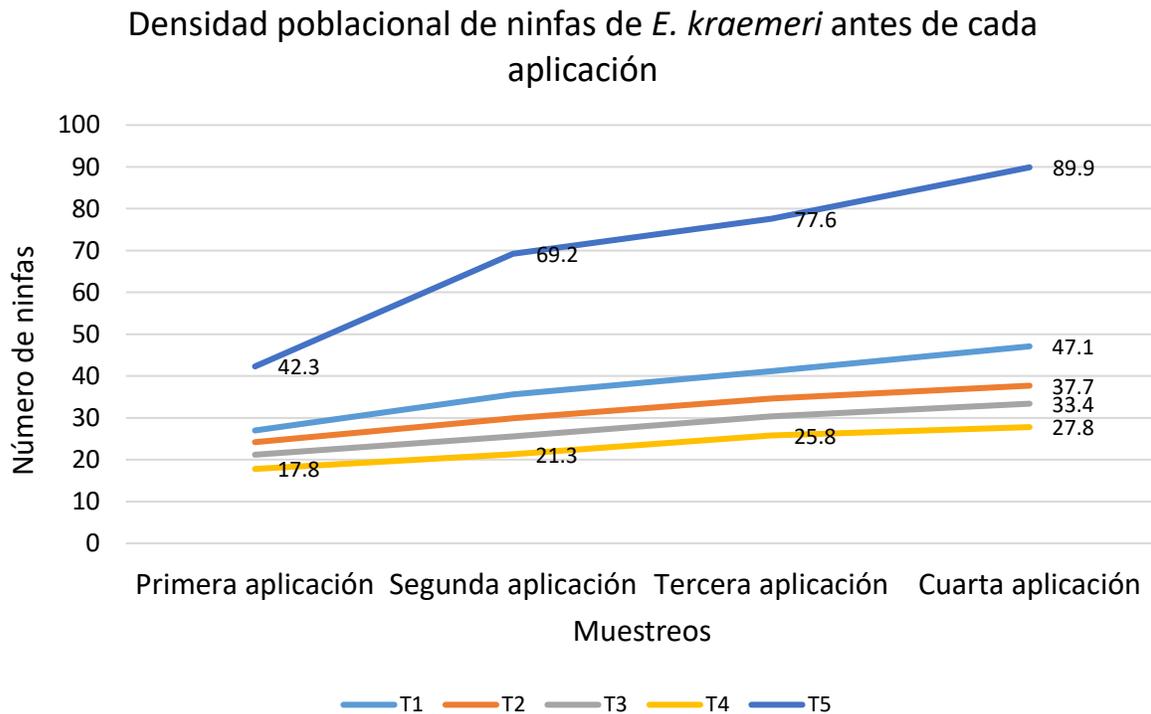


Gráfico 7. Densidad poblacional de ninfas de *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación.

En el gráfico 8, se observó dentro de los tratamientos T1-T4 el tratamiento T1 es el tratamiento menos efectivo ya muestra un aumento más considerable en la cantidad de ninfas a medida que avanzan los muestreos, los tratamientos T2 y T3 muestran una disminución considerable en la cantidad de ninfas inmediatamente después de la aplicación, con un aumento gradual en las siguientes muestras, pero aún por debajo de los valores iniciales. T4 es el mejor tratamiento para el control de ninfas en lo que avanza gradualmente el experimento ya que reduce significativamente el número de ninfas en el primer muestreo y mantiene un buen control durante los siguientes. El Testigo T5 muestra el mayor aumento en el número de ninfas en todos los muestreos, lo que confirma que no hay ningún control sobre la población. La cantidad de ninfas crece rápidamente, lo que resalta la eficacia de los otros tratamientos.

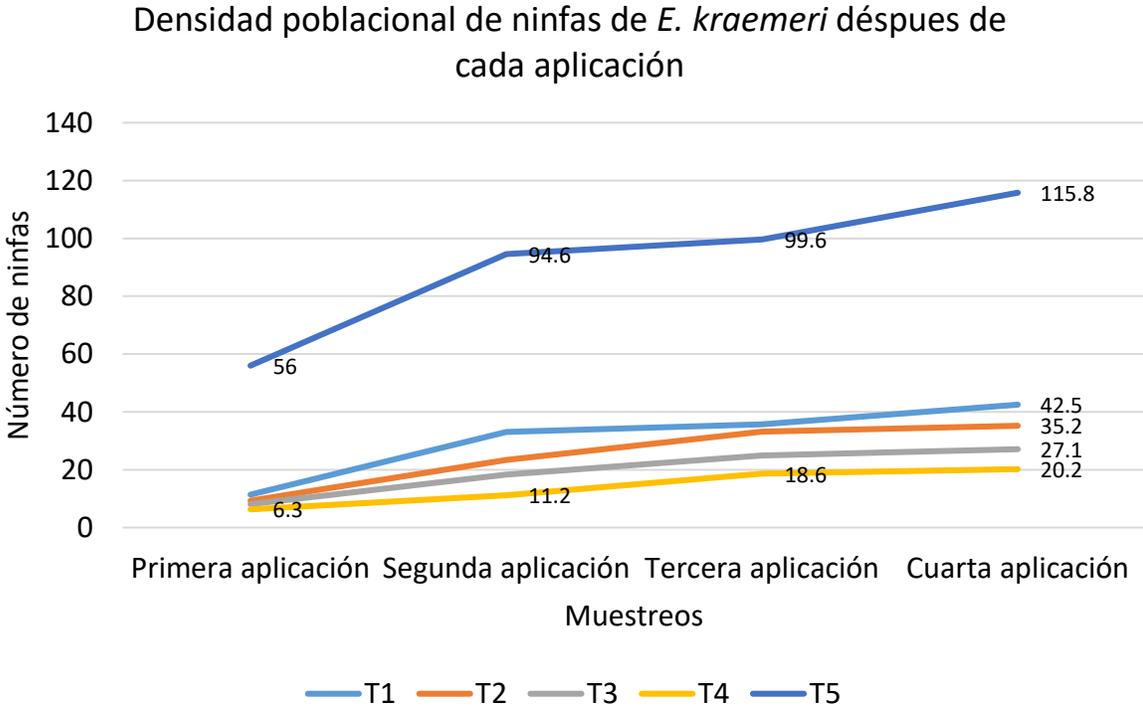


Gráfico 8. Densidad poblacional de ninfas de *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos después de cada aplicación

4.1.4 Efecto en cada uno de los tratamientos para ninfas antes y después de la aplicación

En el gráfico 9, se observó que los tratamientos a base de extracto de ajo (T1, T2, y T3) no mostraron diferencias significativas entre sí, en la reducción de la chicharrita verde, T4 (Malatión) tampoco tuvo un efecto significativo en el control de la plaga, T5 (testigo) mostró un aumento en la densidad de población por encima de los demás tratamientos lo que nos indica que, sin ningún tratamiento, la población tiende a incrementarse.

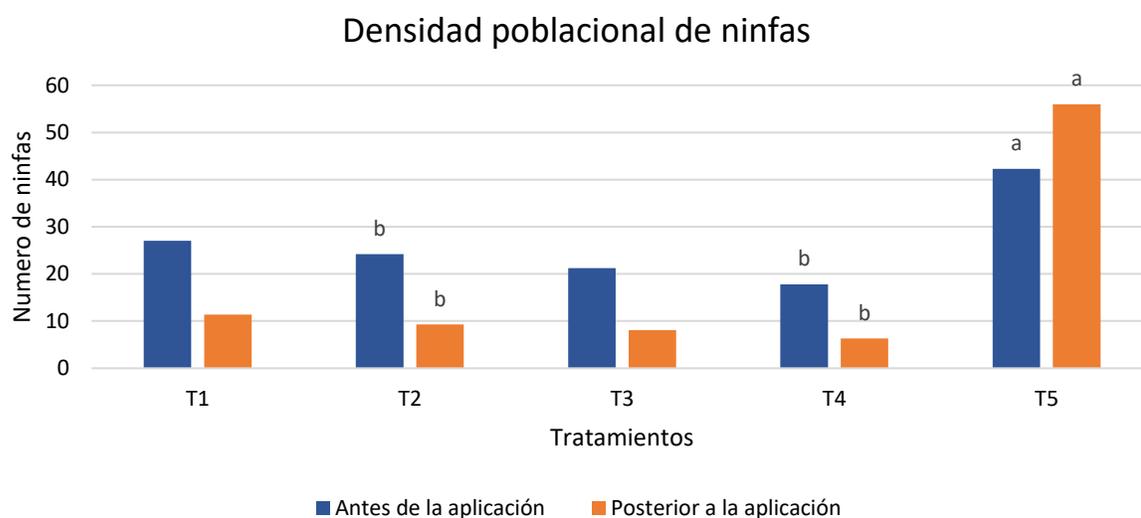


Gráfico 9. Densidad poblacional de ninfas de *E. kraemeri* antes y posterior a la primera aplicación.

En el gráfico 10, se observó el tratamiento más efectivo en la segunda aplicación en el control de ninfas fue el Malatión CE1000 T4, seguido de las concentraciones más altas de extracto de ajo T3 y T2 que respondieron de una forma satisfactoria pero no como el químico, mientras que T1 mostró un efecto más modesto en comparación de los otros tratamientos, por su parte el testigo absoluto T5 mostró un incremento en la población de ninfas, lo que refuerza la importancia de aplicar algún tratamiento para controlar la plaga.

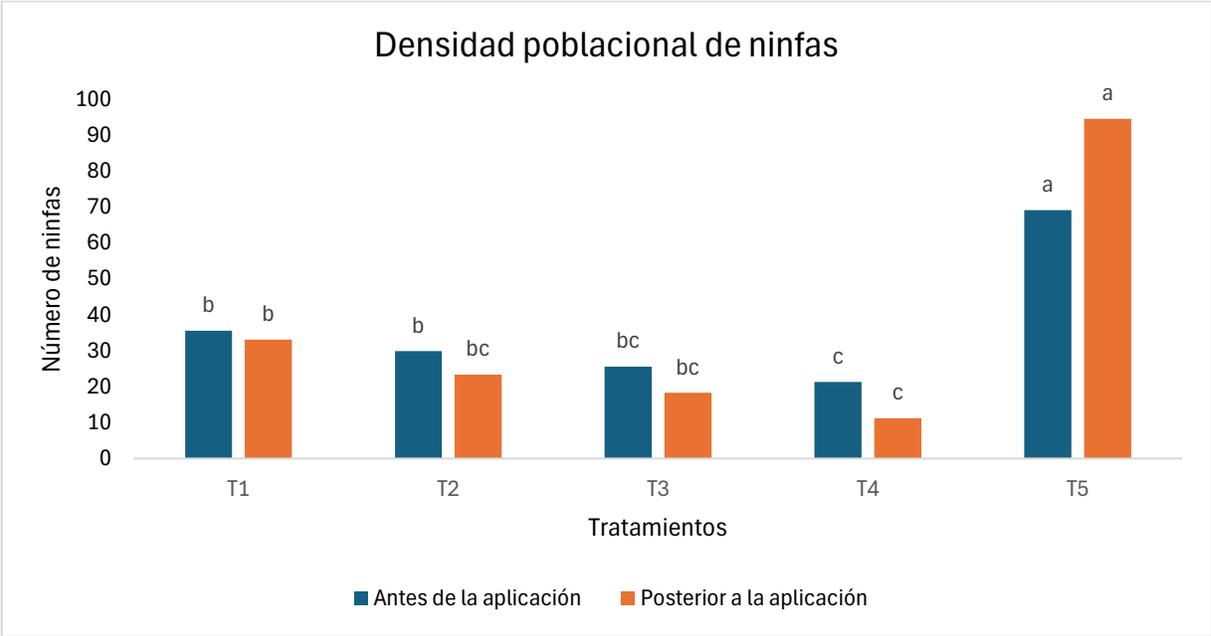


Gráfico 10. Densidad poblacional de ninfas de *E. kraemeri* antes y posterior a la segunda aplicación.

En el gráfico 11, se observó que el tratamiento más efectivo para reducir la densidad de ninfas en la tercera aplicación fue nuevamente el Malatión 1000 CE con la mayor tasa de reducción de ninfas 7.2, seguido de las concentraciones más altas de extracto de ajo T3 y T1 con reducciones de 5.5 ninfas, lo que indica que estas concentraciones de extracto de ajo también tuvieron un efecto significativo sobre la población de ninfas. Por su parte T2 tuvo una reducción pequeña de solo 1.4 ninfas, lo que sugiere que esta concentración fue menos eficaz, el testigo absoluto T5 mostró un aumento significativo en la población de ninfas observando la importancia de un método de control ya que la población de ninfas sigue en aumento.

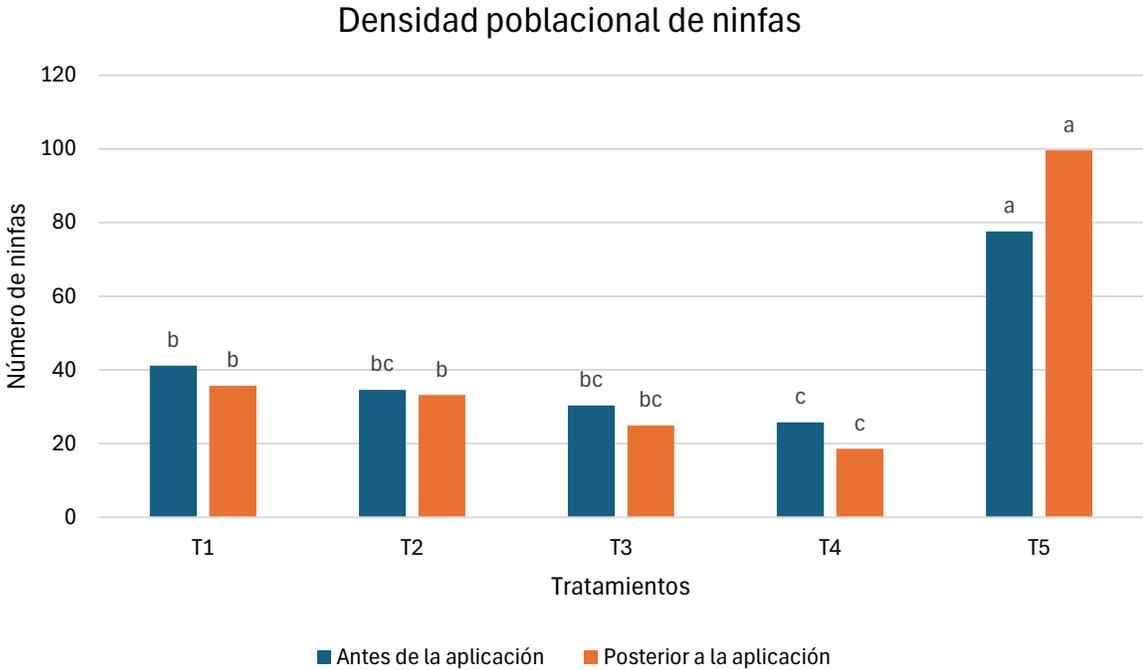


Gráfico 11. Densidad poblacional de ninfas antes y después de la tercera aplicación.

En el gráfico 12, se observó que en esta cuarta aplicación el testigo absoluto T5 mostró un aumento en la población de ninfas, lo que nos dice que debe de haber un control para detener el aumento de individuos de esta plaga, el tratamiento más efectivo para controlar la densidad de ninfas en la cuarta aplicación fue el Malatión 1000 CE T4 confirmando su nivel de eficacia, seguido de T3 que también confirma que el ajo a dosis más altas puede ser efectivo en el control de esta plaga. Por su parte los tratamientos T1 y T2 mostraron un control más moderado.

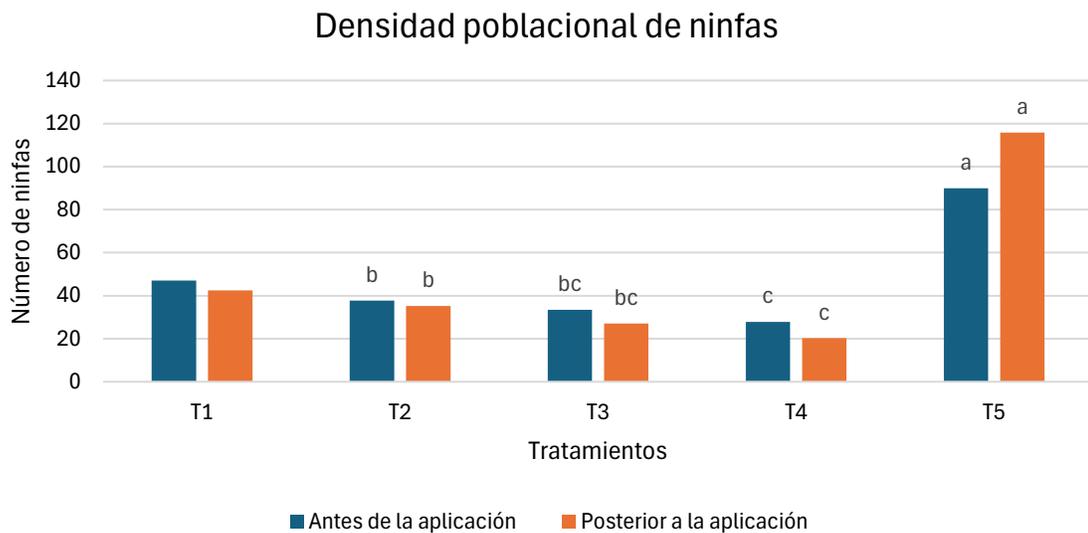


Gráfico 12. Densidad poblacional de ninfas antes y después de la cuarta aplicación.

4.1.5 Efecto en cada uno de los muestreos para adultos antes y después de la aplicación

En el gráfico 13, se observó que el tratamiento T1 muestra un aumento progresivo en la población de adultos se consideró el tratamiento menos efectivo, pero es uno de los tratamientos con un aumento menos pronunciado, T2 es similar a T1 ya que presenta un incremento en la población de adultos, pero sigue siendo más bajo que T1, teniendo un control bastante efectivo, aunque no es el tratamiento con mayor control. T3 muestra un control más modesto en comparación con T1 y T2 casi igualando el control de T4 este tratamiento parece tener un control eficaz sobre la población de adultos Y T5 es el tratamiento con el crecimiento poblacional más alto. Sin aplicación de control, la población de adultos aumenta rápidamente en todos los muestreos, lo que resalta la efectividad de los tratamientos aplicados en comparación con el testigo.

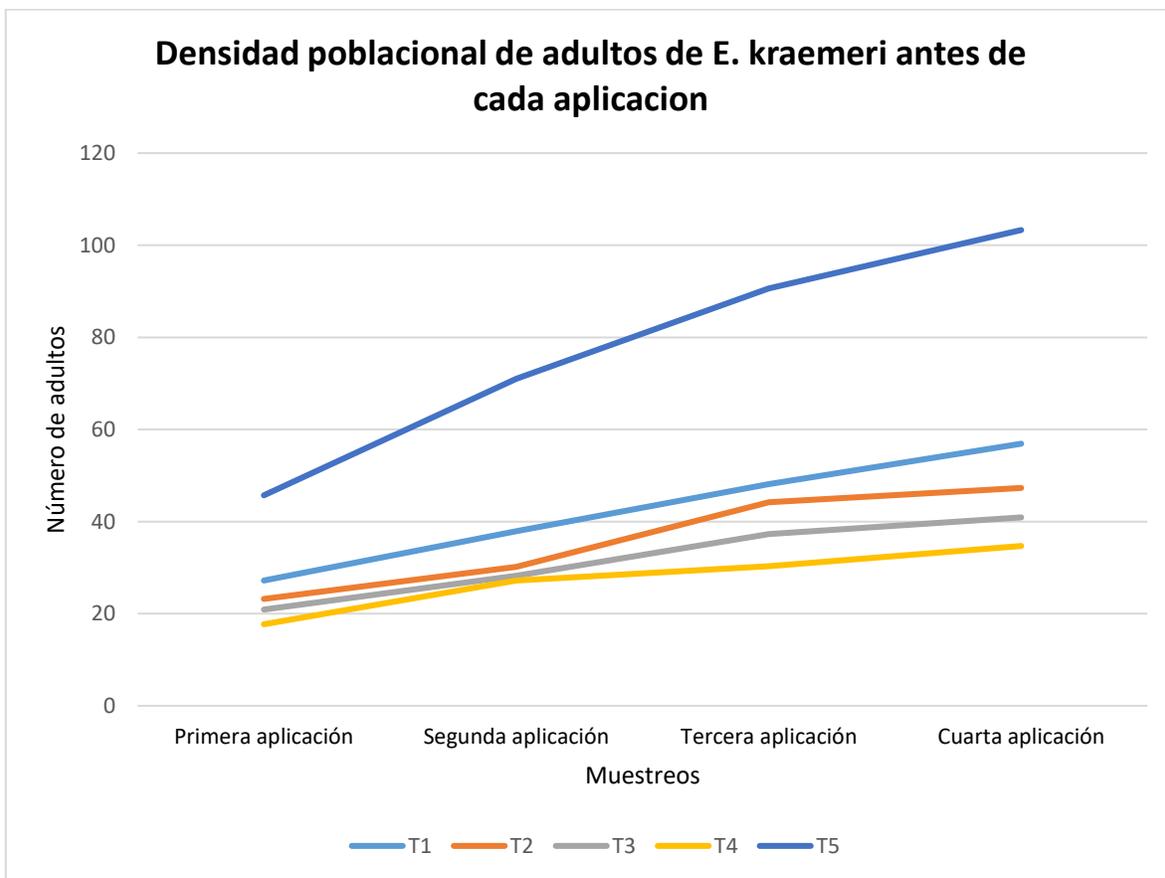


Gráfico 13. Densidad poblacional de adultos de *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos antes de cada aplicación.

En el gráfico 14, se observó que el tratamiento T5 mostró el mayor aumento en la población de adultos, lo que confirma que los tratamientos aplicados tienen un efecto significativo en el control de la población de adultos comparado con las áreas experimentales sin tratamiento. Los tratamientos T1, T2 y T3 también mostraron una disminución significativa después de la aplicación, con una recuperación progresiva en los muestreos posteriores, lo que indica que son tratamientos efectivos, pero no tan duraderos como el malatión. T4 es el tratamiento más efectivo a corto plazo, con una disminución considerable en la población de adultos inmediatamente después de la aplicación.

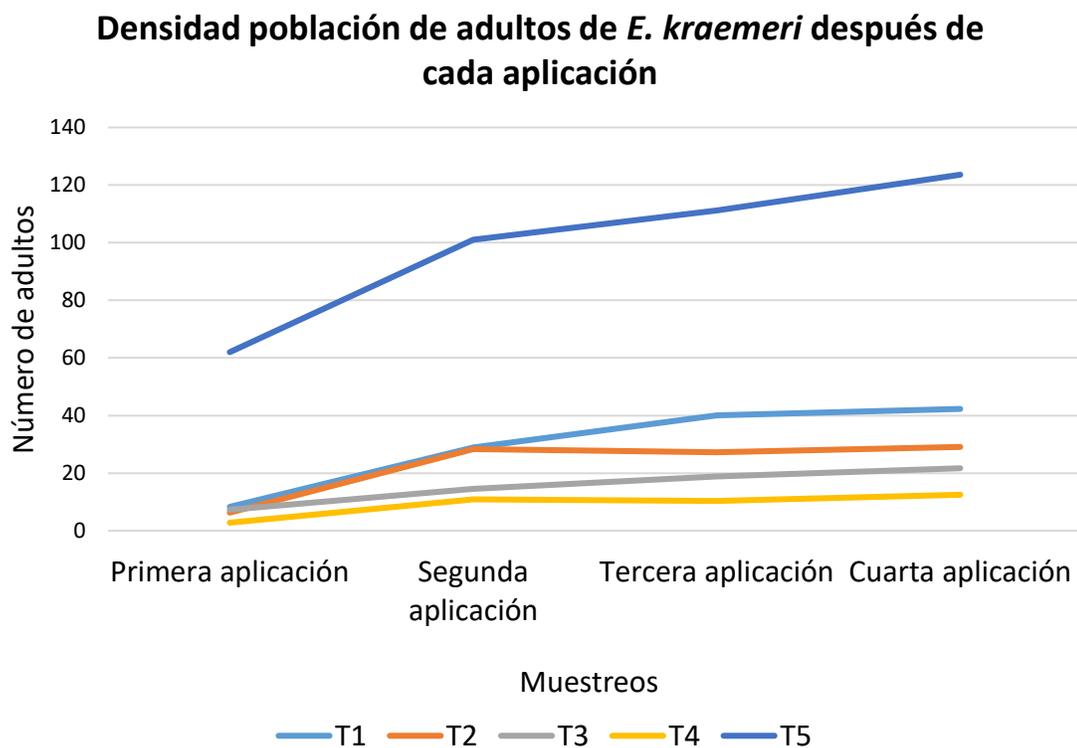


Gráfico 14. Densidad población de adultos de *E. kraemeri* en cada uno de los muestreos después de cada aplicación

4.1.6 Efecto en cada uno de los tratamientos para adultos antes y después de la cada aplicación

En el gráfico 15, se observa que los tratamientos con extracto de ajo (T1, T2, T3) se comportaron de manera similar en el control de adultos, con una reducción del 30% de la población de la chicharrita. El tratamiento T4= químico (malatión 1000 CE) fue el más efectivo, sin embargo, entre el tratamiento T3 y el T4 no existen diferencias entre sí.

Por otro lado, el tratamiento T5=testigo absoluto, mostró un incremento en la población de adultos.

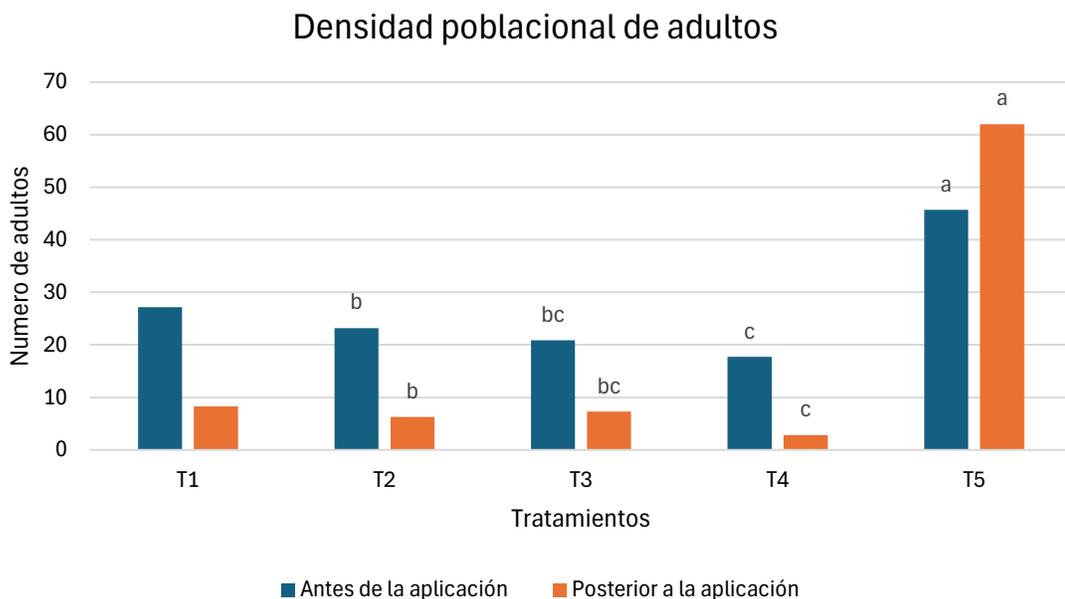


Gráfico 15. Densidad poblacional de adultos antes y después de la primera aplicación.

La dosis recomendada para el control de *E. kraemeri* puede ser la más baja 2.5 hasta 7.5 ml/L de agua ya que no existen diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, de acuerdo a la variación del viento y temperaturas que influyen en la degradación del producto se puede decir que las dosis óptimas son de 5-7.5 ml/L.

En el gráfico 16, se observó que el Malatión 1000 CE T4 fue el tratamiento más efectivo en la segunda aplicación para reducir la población de adultos, seguido de T3 el cual redujo de manera significativa la densidad de adultos. Los tratamientos con extracto de ajo a concentraciones menores T1 y T2 tuvieron un impacto más limitado en comparación a los otros. En esta aplicación se observa que las dosis de 2.5 (T1) y 5 ml (T2) si presentaron diferencias con la dosis más alta de 7.5 ml (T3). En esta aplicación se determina que la dosis óptima es de 7.5 ml/L de agua.

El testigo se comportó con una tendencia en aumento, debido a que en el no hay aplicación de ningún tipo de producto o control.

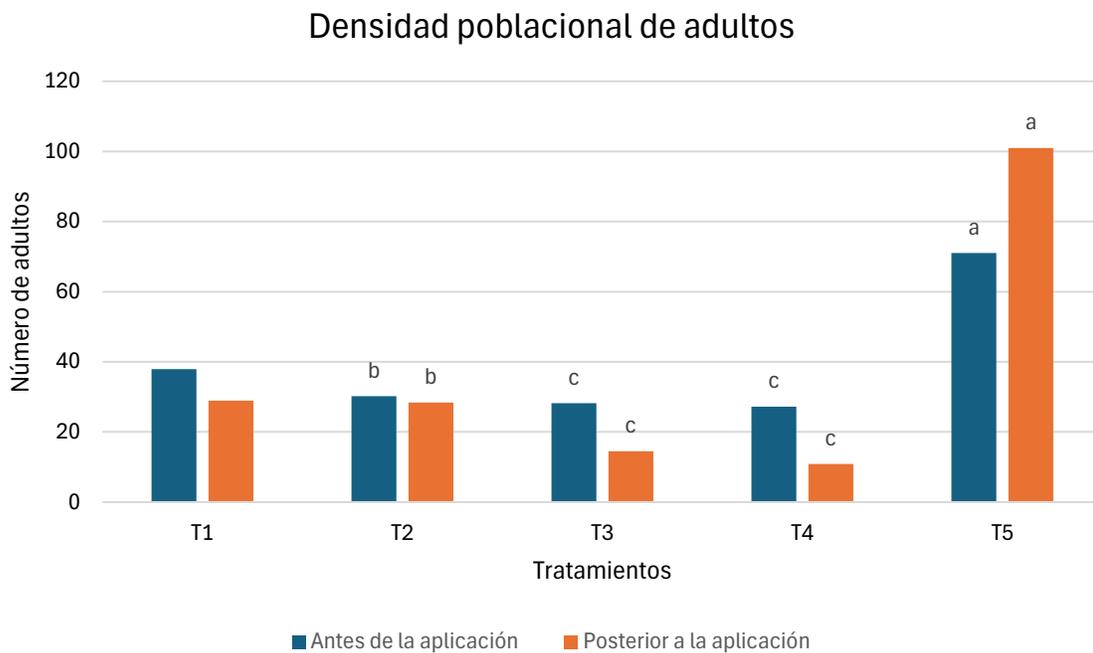


Gráfico 16. Densidad poblacional de adultos antes y después de la segunda aplicación.

En el gráfico 17, se observó que el tratamiento T5 mostró un aumento significativo en la población de adultos. El tratamiento más efectivo en la tercera aplicación para controlar la densidad de adultos fue el Malatión 1000 CE, el cual redujo la población de adultos en un 90 por ciento. Sin embargo, el tratamiento T3 con la concentración más alta de 7.5 ml/L de agua presentó una reducción del 80% de adultos de *E. kraemeri*. No obstante, entre las tres dosis no existe diferencias significativas, lo que sugiere que para la aplicación en campo se pueden aplicar cualquiera de las dosis evaluadas.

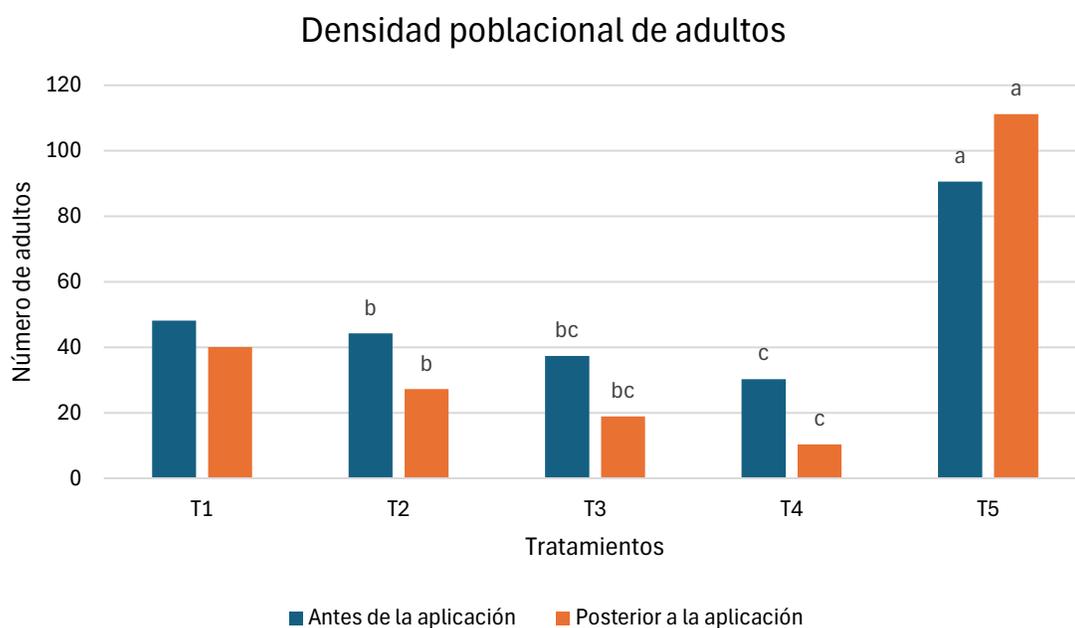


Gráfico 17. Densidad poblacional de adultos antes y después de la tercera aplicación.

En el gráfico 18, se observó que el tratamiento más efectivo para controlar la densidad de adultos en la cuarta aplicación fue el Malatión 1000 CE T4, seguido de T3. El tratamiento del Testigo absoluto T5, mostró un aumento en la población de adultos como en cada uno de los gráficos y muestreos realizados a lo largo del experimento. Por otro lado, T1 y T2 se comportaron de forma similar con el tratamiento T3 que fue la dosis de 7.5 ml de Majic.

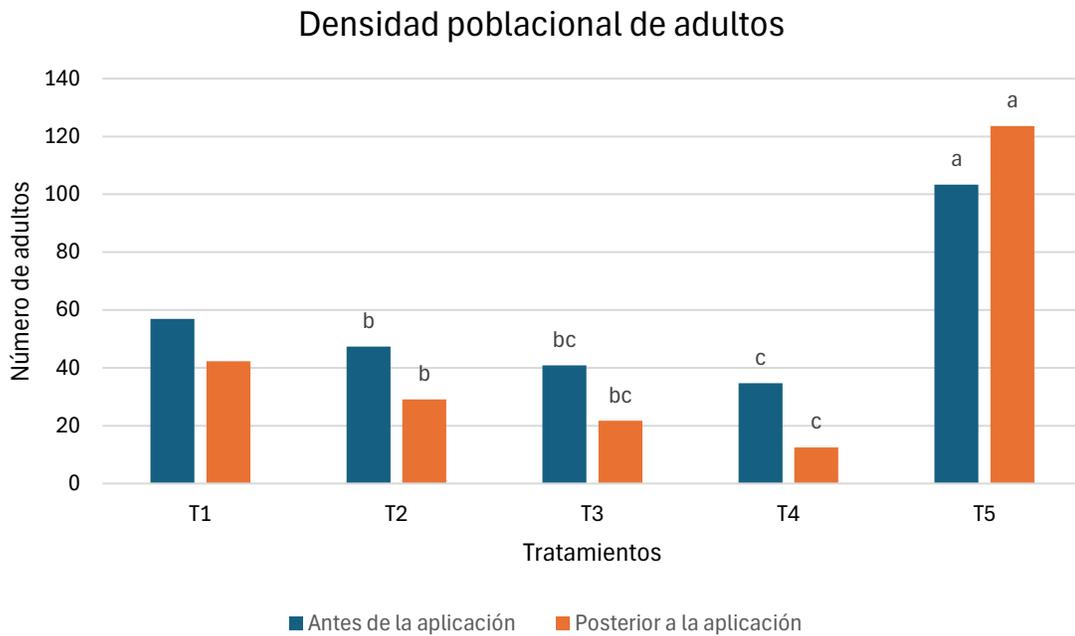


Gráfico 18. Densidad poblacional de adultos antes y después de la cuarta aplicación.

4.1.7 Daños causados por *Empoasca kraemeri*

En la figura 3, se observan los daños en plantas de frijol que ocasionó la chicharrita durante el ciclo del cultivo.



Figura 3. Daños causados por *Empoasca kraemeri* en hojas de frijol.

Las ninfas como los adultos de la chicharrita al alimentarse de las plantas además de succionar la savia de las plantas inyectan toxinas que originan amarillamiento en las hojas (Lozano *et al.*, 2015) Figura 4.



Figura 4. Amarillamiento de la hoja causado por *Empoasca kraemeri*.

Además del síntoma conocido como encrespamiento del follaje o curvamiento de las hojas hacia arriba y en otros, hacia abajo, como ocurre con mayor frecuencia (CIAT, 2010) Figura 5.



Figura 5. Encrespamiento causado por *Empoasca kraemeri*.

Posteriormente puede haber necrosis de los ápices y de los bordes de los folíolos (CIAT, 2010) Figura 6.



Figura 6. Necrosis en los ápices de la hoja causada de *Empoasca kraemeri*.

Otro daño en la planta es que presenta enanismo y un aspecto general achaparrado (CIAT, 2010) Figura 7.



Figura 7. Plantas con enanismo causado por *Empoasca Kraemeri*.

4.2 Persistencia del producto

EL producto en todas las aplicaciones tuvo una persistencia de tres días. Se observó que las poblaciones de la plaga, al ser aplicado el producto emigraban hacia otras parcelas aledañas y posteriormente cuando el efecto (olor) había pasado, las chicharritas volvían a la planta. El Majic es un producto que es repelente, lo que significa que no tiene un efecto biocida sobre *E. kraemeri*, pero es un buen aliado para poder alternarlo con otros tipos de controles que pueden usarse en un manejo integrado de plagas.

4.3 Discusión

El presente estudio evaluó la eficacia del extracto de ajo comercial Majic en el control de la chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en frijol, comparando tres dosis diferentes con un tratamiento químico a base de Malatión 1000 CE y un testigo sin aplicación. Los resultados obtenidos indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con extracto de ajo (T1, T2 y T3), lo que sugiere que la variación en la dosis no tuvo un impacto considerable en la efectividad del producto. Sin embargo, el tratamiento químico (T4) mostró una mayor eficacia en la reducción de la población de

E. kraemeri en todas las aplicaciones, mientras que el testigo (T5) presentó la mayor densidad de insectos.

En cuanto a la presencia de ninfas, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos durante la primera aplicación. No obstante, en las aplicaciones posteriores se evidenciaron diferencias entre los tratamientos, con el tratamiento químico mostrando la menor densidad de ninfas. Estos resultados concuerdan con estudios previos que indican que los insecticidas químicos tienen un efecto más rápido y directo en la disminución de poblaciones de plagas en comparación con bioplaguicidas (González *et al.*, 2020).

El comportamiento de los adultos siguió un patrón similar al de las ninfas. Durante la primera aplicación, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, con excepción del tratamiento químico y el testigo. Sin embargo, en las aplicaciones posteriores, los tratamientos con extracto de ajo mostraron una reducción en la población de adultos, aunque sin alcanzar la eficacia del Malatión. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que han reportado que los extractos de ajo tienen una acción repelente más que letal sobre algunas plagas de importancia agrícola (Ramírez & Pérez, 2019).

A pesar de que los extractos botánicos como el ajo pueden ser una alternativa viable para el manejo de plagas, su eficacia puede ser menor en comparación con insecticidas sintéticos, especialmente en cultivos con alta incidencia de plagas como el frijol. Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar la frecuencia de aplicación y combinaciones con otros bioplaguicidas que puedan mejorar su efectividad (Martínez *et al.*, 2021).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos para huevecillos los tratamientos con Majic a diferentes dosis T1, T2 y T3 no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí en comparación con el tratamiento T4=químico (Malatión) y con el T5=testigo.

Con base en estos resultados, se puede concluir que la hipótesis inicial, que planteaba que al menos una de las dosis evaluadas sería eficaz en el control de la plaga, se cumple parcialmente. La mayor efectividad de ninfas y adultos se logró con el tratamiento T4= tratamiento químico (Malatión), seguido del tratamiento T3= Dosis de 7.5 ml/L de agua, aunque sin alcanzar los mismos niveles de control.

En cuanto al porcentaje de daño causado por *E. kraemeri*, los datos sugieren que el control biorracional con Majic no fue tan efectivo como el químico, pero sí presentó una reducción en la población de la plaga en comparación con el testigo.

La persistencia del producto sobre la plaga fue de 3 días, debido a que es un repelente los adultos emigraban y las ninfas bajaban de las plantas hacia la maleza, pero terminando el efecto volvían a colonizar las plantas de frijol. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar las dosis y evaluar combinaciones con otras estrategias de manejo integrado de plagas.

5.2 Recomendaciones

A partir de estos resultados, se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen la eficacia del extracto de ajo en el ciclo de primavera-verano, con el objetivo de validar su efectividad en los dos ciclos de producción. También sería valioso explorar la integración de este producto biorracional con otros métodos de manejo integrado de plagas para complementar el control de *Empoasca kraemeri*.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Agroesa (2021). Carbaryl 85 WP - Agroesa - Desde 1996 cuidando y nutriendo tus cultivos. Agroesa - Desde 1996 Cuidando y Nutriendo Tus Cultivos. <https://agroesa.com/soluciones/carbaryl-85-wp/>.

Agroproductores. (2023). Emposca kraemeri (Chicharrita verde). Disponible en: <https://agroproductores.com/emposca-kraemeri/>

Aguirre, V. Y.; Delgado, V. 2010. Pesticidas naturales y sintéticos. Ciencia 13 (1): 43-53. Disponible en: https://www.academia.edu/7497645/PESTICIDAS_NATURALES_Y_SINTETICOS.

Aptitud agroclimática del frijol en México ciclo agrícola otoño invierno. (2019). En *SIAP*. Recuperado 26 de agosto de 2024, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitud_a_groclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf.

Avila Miramontes, J. A., Avila Salazar, J. M., Rivas Santoyo, F. J., & Artinez Heredía, D. M. (2014). El cultivo del frijol sistemas de producción en el noroeste de México. *Repositorio de la universidad de sonora*. Recuperado de <https://agricultura.unison.mx>.

Ayala Garay, A. V., Acosta Gallegos, J. A., & Reyes Muro, L. (s. f.). el cultivo de frijol el presente y futuro de México. *INIFAP*, 1°(1). https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_librotecnico/12319_5085_El_cultivo_del_frijol_presente_y_futuro_para_M%C3%A9xico.pdf.

Bernal Cabrera, A., Cuevas Abreu, A., Quintero Fernández, E., Quiñones Ramos, R., & Díaz Castellanos, M. (2012). Evaluación de la resistencia a la roya (*Uromyces phaseoli* (pers.) Wint var. *Typica arth*) en 25 variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. *Fitosanidad*, 16(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209125190007.pdf>.

- Carrillo-Martínez, C. J., Álvarez-Fuentes, G., Aguilar-Benítez, G., & García-López, J. C. (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annuum*) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Acta Universitaria*, 29(1). <https://doi.org/10.15174/au.2019.1984>.
- Castillo, J. C., Arrieta, A. R., Moya, K. V., Villalobos, S. H., & Rodríguez, O. A. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42(2). <https://doi.org/10.15517/rac.v42i2.33781>.
- Castresan, J. E., Rosenbaum, J., & González, L. A. (2013). Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annuum* L.
- Cázares Alonso, N. P., Verde Star, M. J., López Arroyo, J. I., & Almeyda León, I. H. (2014). Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(1), 67–73. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882014000100012.
- CIAT (2010). El Lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) y SU CONTROL Recuperado el 27 de septiembre de 2024, de Cgiar.org website: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/AV_SB_608.B4_L6_GUIA_C.3_Ellorito_verde_Empoasca_kraemeri_Ross_y_Moore_y_su_control.pdf.
- Cid Rios, J. Á., Velázquez Valle, R., & Reveles Hernandez, M. (2021). Manejo de la pudrición de la raíz del frijol en Zacatecas. INIFAP Zacatecas. Recuperado de <http://zacatecas.inifap.gob.mx>.
- CIMMYT | IDP. (2019). Pequeña pero muy perjudicial: la mosca blanca que ataca al cultivo de frijol. Disponible en: <https://idp.cimmyt.org/pequena-pero-muy-perjudicial-la-mosca-blanca-que-ataca-al-cultivo-de-frijol/>.

Corrales Castillo, J., Rodríguez Arrieta, A., Villalobos Moya, K., & Hernández Villalobos, S. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, costa rica. *Agronomía Costarricense*, 42(2), 93-106. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n2/0377-9424-ac-42-02-93.pdf>.

Cortéz, M. E. 2007. Elaboración de insecticidas naturales, para el control de la mosca blanca y otras plagas domésticas. Campo Experimental Valle del Fuerte INIFAP. <http://www.fps.org.mx>.

de Rindermann Miguel ángel Damián Huato y Bertha Sofía Larqué Saavedra, D. M. S.-J. J. A. A.-G. R. S. (2010). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-9342010000300007.

FAO. (2025). Gestión de plagas | Manejo integrado de plagas y plaguicidas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | IPM and Pesticide Risk Reduction | <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es> /Disponible en: <https://doi.org/10.4067/s0718-34292013000300007>.

Febles, I. M. (2022). El ajo: origen, propiedades y beneficios (I). Periódico. Disponible en: Guerrillero. <http://www.guerrillero.cu/el-ajo-origen-propiedades-y-beneficios-i/>.

FIRA. (2023). Perspectivas 2023. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=104077>

Fundación Integra. (2021). Ajo- Características - Región de Murcia Digital. Regmurcia.com. Recuperado el 29 de junio de 2023, de https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20063-DETALLE_REPORTAJESPADRE.

García, V., & Dinora, R. (2012). Especies de Trips presentes en seis cultivos y maleza en Nayarit, México. Disponible en: <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4026>.

González Cueto, O., Abreu Ceballo, B., & Herrera Suárez, M. (2016). Uso del agua durante el riego del frijol en suelos Eutric Cambisol. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), Scielo. Recuperado de https://cielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542017000100009.

González, L., Herrera, J., & Sánchez, M. (2020). Evaluación de bioplaguicidas en el control de *Empoasca kraemeri* en leguminosas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 45-58.

Hernán, Z. V. J. (2022, 1 marzo). Evaluación de extractos vegetales en el control de *Bactericera cockerelli* en tomate de árbol (*Solanum betaceum*), utilizando el método de termonebulización. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35026>.

INEGI. (2021). INEGI. Disponible en: www.inegi.com.mx.

INEGI. (2010). Clima de Guanajuato. Disponible en: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/territorio/clima.aspx#:~:text=La%20temperatura%20media%20anual%20es,en%20el%20mes%20de%20enero>.

INTAGRI. (2024). Ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Recuperado de <https://www.intagri.com>.

José Alberto Ávila Miramontes, Jesús Manuel Ávila Salazar, Francisco José Rivas Santoyo & Damián Martínez Heredia. (2014). El cultivo del frijol sistemas de producción en el noroeste de México. Unisón. Disponible en: <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20FRIJOL.pdf>.

José Simón Romero. (2022). "Efecto de frecuencias de aplicación y combinaciones de insecticidas ecológicos sobre el control de plagas del cultivo de caupí (*Vigna unguiculata*)". Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2378>

K.G. Juárez-Segovia., E.J. Díaz-Darcía., M.D. Méndez-López. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo in vitro de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*. Org.mx. Recuperado el 22 de junio de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682019000100099.

Leyva, N. *et al.*, (2019). El frijol algo más que proteína. Conacyt.Gob.mx. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=199>.

Lozano-Gutiérrez, J., España-Luna, M. P., Lara-Herrera, A., & Álvarez-Robles y Cesar A. Martínez-Contreras., F. (2015). La chicharrita *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore) (Hemiptera: Cicadellidae) y su parasitoide nativo *Anagrus* sp. Haliday, 1833 (Hymenoptera: Mymaridae) en el cultivo de frijol en Zacatecas. Recuperado el 27 de septiembre de 2024, de Edu.mx website: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.11845/1438/1/La%20chicharrita%20Empoasca%20kraemeri%20y%20su%20parasitoide%20nativo%20Anagrus%20sp%20en%20el%20cultivo%20de%20frijol%20en%20Zacatecas.pdf>.

Lugo-García, G. A., Morón, M. Á., Aragón-Sánchez, M., Reyes-Olivas, Á., Sánchez-Soto, B. H., Saucedo-Acosta, C. P., . . . Saucedo-Acosta, C. P. (s. f.). Especies de "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Sinaloa, México. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000700799.

Manejo del moho blanco en frijol - Revista Cultivar. (2019). Recuperado de <https://revistacultivar-es.com/articulos/Manejo-del-moho-blanco-en-los-frijoles>.

- Martínez, R., Vargas, P., & Ríos, F. (2021). Uso de extractos botánicos para el control de plagas en cultivos de importancia económica. *Journal of Agricultural Research*, 15(4), 112-125.
- Martínez-Balmori, D., Portuondo-Farías, L., Álvarez-Pinedo, A., Méndez-Serpa, R., Mesa-Rebato, S., Castro-Lizazo, I., & Izquierdo-Oviedo, H. (2021). Propiedades físico mecánicas y químicas de *Allium sativum* L. cultivado con diferentes concentraciones de QuitoMax®. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 30(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542021000100005&script=sci_arttext&tIng=es.
- Mena Covarrubias, J., & Velásquez Valle, R. (2010). *Manejo integrado de plagas y enfermedades del frijol en zacatecas* (1°, Vol. 1). <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PlagasFrijol.pdf>.
- Mezfer crow (2022). Malatión CE1000. <https://mezfer.com.mx/wp-content/uploads/2023/01/FTE-INS-LI-08-MALATIÓN-1000-CE.pdf>.
- Morales-Santos, M. E., Peña-Valdivia, C. B., García-Esteva, A., Aguilar-Benítez, G., Kohashi-Shibata, J., Morales-Santos, M. E., . . . Kohashi-Shibata, J. (s. f.). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043.
- Parada R. & Guzman F. 1994. Evaluación de extractos botánicos contra el nematodo *Meloidogyne incognita* en frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Unirioja.es*. Recuperado el 22 de junio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5546917>
- Phaseolus vulgaris* - ficha informativa. (2009). *Gob.mx*. Recuperado el 4 de octubre de 2023, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-vulgaris/fichas/ficha.htm>.

- Piedrahíta, C., & Andrés, G. (2017). Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. Universidad de Manizales. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2859>.
- Pombal, M. M. P. M. M. Á. (2024). Página de términos. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/diccionario/diccionario-m.php>
- Ramírez, C., & Pérez, D. (2019). Actividad insecticida y repelente de extractos vegetales sobre plagas de importancia agrícola. *Boletín de Protección Vegetal*, 24(1), 27-39.
- Rámos Archila, N. E., & Santacruz Jiménez, S. F. (2017). Evaluación de tres diluciones de un extracto de *Allium sativum* (ajo) y su posible uso como insecticida natural contra el *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común del frijol) en grano almacenado). <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/158913>.
- Real Academia Española [RAE]. (2001). Definición de plaga. *Diccionario de la Lengua Española* (2001). Disponible en: <https://www.rae.es/drae2001/plaga>
- Remache, C., & Michell, K. (2023). Importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador. Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14106>
- Reyes, P. P. C. (2015, February 6). Diabrotica – Información. *Panorama Agropecuario*. <https://panorama-agro.com/?p=285>.
- Rogelio, L. I., Jesús, L. A. J., Jesús, S. G. J., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ricardo, N. R., & Eduardo, R. G. (s.f.). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000100005.

Russo, S. (2019). Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de *Eucalyptus globulus* (Labill) (Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29819>.

Sangerman-Jarquín, D., M.A, Acosta-Gallegos, J. A., De Rindermann Rita, S., Ángel, D. H. M., & Sofía, L. S. B. (s. f.). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300007.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). La importancia de la producción de frijol en México. Gob.Mx. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-importancia-de-la-produccion-de-frijol-en-mexico>.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2024). *Empoasca kraemeri*. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. Disponible en: <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/empoasca-kraemeri>

SYNGENTA. (2017). Curacron 8E. Disponible en: https://www.syngenta.com.mx/sites/g/files/kgtney1381/files/media/document/2022/07/28/fichatecnica-curacron_8_e.pdf.

Studenta. (2023). Daños causados por *Empoasca kraemeri* en frijol. Disponible en: <https://es.studenta.com/content/136102714/45358991/Taneco> y Francisco Javier Santoyo Ávila, L. M. F. (2021). Buscando las mejores variedades de frijol para Guanajuato – CIMMYT. Cimmyt.org. Disponible en: <https://idp.cimmyt.org/buscando-las-mejores-variedades-de-frijol-para-guanajuato/>

Tosquy-Valle, O. H., Villar-Sánchez, B., Ibarra-Perez, F. J., Anaya-López, J. L., & Garrido-Ramírez, E. R. (2022). Rendimiento y resistencia al mosaico amarillo

dorado de genotipos de frijol negro tropical. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(7), 1285-1294. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.2429>.

UPL | Argentina. (2024). <https://www.upl-ltd.com/ar/Detalles-del-producto/lancer-97-df>

Ware, G. W., & Whitacre, D. M. (2004). *The Pesticide Book*. MeisterPro Information Resources.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1 Análisis estadísticos

Monitoreo antes de la primera aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	14	25	9
2	1	2	10	27	14
3	1	3	6	31	9
4	1	4	11	32	10
5	1	5	12	28	10
6	2	1	15	28	10
7	2	2	15	39	12
8	2	3	8	30	10
9	2	4	12	35	9
10	2	5	12	24	8
11	3	1	6	8	6
12	3	2	5	17	6
13	3	3	11	34	6
14	3	4	17	12	9
15	3	5	12	10	12
16	4	1	10	13	6
17	4	2	11	14	5
18	4	3	11	12	9
19	4	4	12	9	10
20	4	5	16	16	7
21	5	1	15	23	5
22	5	2	12	10	6
23	5	3	9	16	8
24	5	4	16	9	8
25	5	5	12	15	8

Sistema SAS 13:42 Monday, October 25, 2025 8

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25
Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huesa

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	26.0000000	6.5000000	0.60	0.6657

Error 20 216.0000000 10.8000000

Total corregido 24 242.0000000

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE huea Media

0.107438 28.33048 3.286335 11.60000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	26.00000000	6.50000000	0.60	0.6657

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1462.640000	365.660000	9.56	0.0002
Error	20	764.800000	38.240000		
Total corregido	24	2227.440000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE nina Media

0.656646 29.90256 6.183850 20.68000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1462.640000	365.660000	9.56	0.0002

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adultos antes

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	46.2400000	11.5600000	2.89	0.0487
Error	20	80.0000000	4.0000000		
Total corregido	24	126.2400000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE adua Media

0.366286 23.58491 2.000000 8.480000

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	46.24000000	11.56000000	2.89	0.0487

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huea

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	10.8
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	6.2195

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	36.200	5	5
A			
A	23.300	5	2
A			
A	19.300	5	4
A			
A	25.300	5	1
A			
A	22.000	5	3

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para nina

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	38.24
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	11.703

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	24.200	5	2
A			
A	27.000	5	1
B	21.200	5	3
B			

B	42.300	5	5
B			
B	17.800	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adua

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	4
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	3.7851

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	27.200	5	1
A			
A	23.200	5	2
A			
A	20.900	5	3
A			
A	17.700	5	4
A			
A	45.700	5	5

Monitoreo posterior a la primera aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	7	14	3
2	1	2	6	11	5
3	1	3	5	18	8
4	1	4	8	21	3
5	1	5	11	21	13
6	2	1	6	18	8
7	2	2	7	23	8
8	2	3	2	20	5
9	2	4	4	24	7
10	2	5	2	9	1
11	3	1	1	0	4
12	3	2	1	7	4
13	3	3	7	19	2
14	3	4	12	1	3
15	3	5	10	4	5
16	4	1	7	1	3
17	4	2	6	6	2
18	4	3	10	3	4
19	4	4	8	2	1
20	4	5	4	7	4
21	5	1	19	15	2
22	5	2	24	15	5

23	5	3	24	17	2
24	5	4	24	26	0
25	5	5	18	35	2

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25
 Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1003.840000	250.960000	24.90	<.0001
Error	20	201.600000	10.080000		
Total corregido	24	1205.440000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media
0.832758	34.06547	3.174902	9.320000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1003.840000	250.960000	24.90	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1266.640000	316.660000	8.02	0.0005
Error	20	789.600000	39.480000		
Total corregido	24	2056.240000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
------------	----------	----------	------------

0.615998 46.61210 6.283311 13.48000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1266.640000	316.660000	8.02	0.0005

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA
Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	68.5600000	17.1400000	2.62	0.0656
Error	20	130.8000000	6.5400000		
Total corregido	24	199.3600000			

R-cuadrado 0.343900
Coef Var 61.47458
Raíz MSE 2.557342
adua Media 4.160000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	68.56000000	17.14000000	2.62	0.0656

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huevecillo

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
Grados de libertad de error 20
Error de cuadrado medio 10.08
Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
Diferencia significativa mínima 6.0086

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	48.200	5	5
B	24.200	5	1
B	5.300	5	4
B	20.700	5	3
B	22.000	5	2

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ninfas

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 39.48
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 11.891

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	56.000	5	5
A			
A	9.300	5	2
A			
B A	11.400	5	1
B			
B C	8.100	5	3
C			
C	6.300	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adultos

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 6.54
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 4.8399

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	8.300	5	1
A			
A	6.300	5	2
A			
A	7.300	5	3
A			
A	2.800	5	4
A			
A	62.000	5	5

Monitoreo antes de la segunda aplicación

Obs trat rep huea nina adua

```

1  1  1  14  23  10
2  1  2  6  23  14
3  1  3  15  20  9
4  1  4  13  19  10
5  1  5  14  9  10
6  2  1  3  19  10
7  2  2  9  26  12
8  2  3  9  24  10
9  2  4  8  21  9
10 2  5  12  20  8
11 3  1  4  16  6
12 3  2  10  12  6
13 3  3  8  18  6
14 3  4  8  20  9
15 3  5  8  10  8
16 4  1  3  9  4
17 4  2  8  8  1
18 4  3  9  11  9
19 4  4  8  10  2
20 4  5  8  13  7
21 5  1  16  18  5
22 5  2  19  17  6
23 5  3  15  11  8
24 5  4  8  17  8
25 5  5  19  17  8

```

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25
Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	258.1600000	64.5400000	5.89	0.0027
Error	20	219.2000000	10.9600000		

Total corregido 24 477.3600000

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	hueva Media
0.540808	32.58454	3.310589	10.16000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	258.1600000	64.5400000	5.89	0.0027

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	385.7600000	96.4400000	6.83	0.0012
Error	20	282.4000000	14.1200000		
Total corregido	24	668.1600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.577347	22.85681	3.757659	16.44000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	385.7600000	96.4400000	6.83	0.0012

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	116.8000000	29.2000000	6.85	0.0012
Error	20	85.2000000	4.2600000		
Total corregido	24	202.0000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.578218	26.46124	2.063977	7.800000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	116.8000000	29.2000000	6.85	0.0012

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huea

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 10.96
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 6.2654

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	62.600	5	5
A			
B A	48.200	5	1
B			
B	46.800	5	2
B			
B	46.300	5	3
B			
B	24.600	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para nina

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 14.12
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 7.1115

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	29.900	5	2
A			
A	35.600	5	1
A			
B A	69.200	5	5
B A			
B A	25.600	5	3
B			

B 21.300 5 4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adua

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
Grados de libertad de error 20
Error de cuadrado medio 4.26
Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
Diferencia significativa mínima 3.9062

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	37.900	5	1
A			
A	30.200	5	2
A			
B A	28.200	5	3
B A			
B A	71.000	5	5
B			
B	27.200	5	4

Monitoreo posterior a la segunda aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs trat rep huea nina adua

1	1	1	7	14	3
2	1	2	2	12	5
3	1	3	8	10	8
4	1	4	5	9	3
5	1	5	3	3	13
6	2	1	1	10	8
7	2	2	8	12	8
8	2	3	4	10	5
9	2	4	3	7	7
10	2	5	4	8	1
11	3	1	0	4	4
12	3	2	7	7	4
13	3	3	4	7	2
14	3	4	5	12	3
15	3	5	5	2	5
16	4	1	0	3	3
17	4	2	4	3	2
18	4	3	4	7	4
19	4	4	4	6	1
20	4	5	3	6	4
21	5	1	31	43	5
22	5	2	26	32	17
23	5	3	21	33	22
24	5	4	25	31	12
25	5	5	28	22	17

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1972.640000	493.160000	67.74	<.0001
Error	20	145.600000	7.280000		
Total corregido	24	2118.240000			

R-cuadrado 0.931264
 Coef Var 31.81778
 Raíz MSE 2.698148
 huea Media 8.480000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1972.640000	493.160000	67.74	<.0001

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	2497.840000	624.460000	33.01	<.0001
Error	20	378.400000	18.920000		
Total corregido	24	2876.240000			

R-cuadrado 0.868439
 Coef Var 34.74211
 Raíz MSE 4.349713
 nina Media 12.52000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	2497.840000	624.460000	33.01	<.0001

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	440.5600000	110.1400000	7.78	0.0006
Error	20	283.2000000	14.1600000		
Total corregido	24	723.7600000			

R-cuadrado 0.608710
 Coef Var 56.67135
 Raíz MSE 3.762978
 adua Media 6.640000

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	440.5600000	110.1400000	7.78	0.0006

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huevecillo

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 7.28
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 5.1064

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	88.300	5	5
B	47.300	5	1
B	44.900	5	3
B	44.700	5	2
B	12.300	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ninfas

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 18.92
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 8.232

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	94.600	5	5
B	33.100	5	1
B	23.400	5	2
B	18.300	5	3
B	11.200	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adultos

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 14.16

Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 7.1216
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
 Tukey Agrupamiento Media N trat

A	101.000	5	5
B	28.900	5	1
B	38.400	5	2
B	14.500	5	3
B	10.900	5	4

Monitoreo antes de la tercera aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs trat rep huea nina adua

1	1	1	12	17	8
2	1	2	15	18	11
3	1	3	12	21	9
4	1	4	5	14	7
5	1	5	8	10	10
6	2	1	16	23	10
7	2	2	7	14	8
8	2	3	13	20	8
9	2	4	11	13	8
10	2	5	2	16	8
11	3	1	11	12	6
12	3	2	8	17	6
13	3	3	6	10	2
14	3	4	9	17	6
15	3	5	8	8	12
16	4	1	8	3	6
17	4	2	10	6	2
18	4	3	8	9	7
19	4	4	6	9	10
20	4	5	7	4	4
21	5	1	14	28	5
22	5	2	9	16	6
23	5	3	15	22	8
24	5	4	13	24	8
25	5	5	11	22	8

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25
 Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	65.3600000	16.3400000	1.45	0.2542
Error	20	225.2000000	11.2600000		
Total corregido	24	290.5600000			
R-cuadrado		Coef Var	Raíz MSE	huea Media	
	0.224945	34.38107	3.355592	9.760000	

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	65.3600000	16.3400000	1.45	0.2542

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	714.240000	178.560000	11.39	<.0001
Error	20	313.600000	15.680000		
Total corregido	24	1027.840000			
R-cuadrado		Coef Var	Raíz MSE	nina Media	
	0.694894	26.54020	3.959798	14.92000	

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	714.2400000	178.5600000	11.39	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	36.2400000	9.0600000	1.66	0.1988
Error	20	109.2000000	5.4600000		
Total corregido	24	145.4400000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.249175	31.92164	2.336664	7.320000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	36.2400000	9.0600000	1.66	0.1988

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huea

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	11.26
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	6.3506

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	70.800	5	5
A			
A	53.200	5	1
A			
A	50.900	5	2
A			
A	48.700	5	3
A			
A	28.100	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para nina

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	15.68
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	7.4941

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	77.600	5	5
A			
B A	41.200	5	1
B A			
B A	34.600	5	2
B			
B C	30.400	5	3
C			
C	25.800	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adua

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 5.46
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 4.4222

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	90.600	5	5
A			
A	48.100	5	1
A			
A	44.200	5	2
A			
A	37.300	5	3
A			
A	30.300	5	4

Monitoreo posterior a la tercera aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	7	10	3
2	1	2	9	9	5
3	1	3	3	11	8
4	1	4	1	5	3
5	1	5	2	3	13
6	2	1	9	11	8
7	2	2	2	5	8
8	2	3	7	10	5
9	2	4	5	4	7
10	2	5	1	9	1
11	3	1	3	3	4
12	3	2	1	9	4
13	3	3	1	2	2
14	3	4	4	9	3
15	3	5	4	5	5
16	4	1	2	2	3
17	4	2	5	1	2
18	4	3	4	3	4
19	4	4	3	4	1
20	4	5	3	0	4
21	5	1	33	33	9
22	5	2	26	33	8
23	5	3	23	38	11
24	5	4	19	33	22
25	5	5	15	26	6

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25

Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 22, 2010 57

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1520.240000	380.060000	25.75	<.0001
Error	20	295.200000	14.760000		
Total corregido	24	1815.440000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media
0.837395	50.02441	3.841875	7.680000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1520.240000	380.060000	25.75	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	2992.240000	748.060000	70.44	<.0001
Error	20	212.400000	10.620000		
Total corregido	24	3204.640000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.933721	29.30606	3.258834	11.12000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	2992.240000	748.060000	70.44	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 22, 2010 59

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	216.1600000	54.0400000	3.90	0.0168
Error	20	276.8000000	13.8400000		
Total corregido	24	492.9600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.438494	62.41972	3.720215	5.960000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	216.1600000	54.0400000	3.90	0.0168

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huevecillo

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	14.76
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	7.2709

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	92.200	5	5
B	52.100	5	1
B	49.300	5	2
B	46.400	5	3
B	11.900	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ninfas

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	10.62
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	6.1675

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	99.600	5	5
B	35.700	5	1
B	33.200	5	2
B	24.900	5	3
B	18.600	5	4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adultos

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha 0.05
 Grados de libertad de error 20
 Error de cuadrado medio 13.84
 Valor crítico del rango estudentizado 4.23186
 Diferencia significativa mínima 7.0407

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	111.200	5	5
A			
B A	40.100	5	1
B A			
B A	27.200	5	2
B			
B	18.900	5	3
B			
B	10.300	5	4

Monitoreo antes de la cuarta aplicación

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	11	11	8
2	1	2	5	20	11
3	1	3	12	10	9
4	1	4	10	10	5
5	1	5	14	12	9
6	2	1	13	14	10
7	2	2	13	9	12
8	2	3	10	16	9
9	2	4	7	18	3
10	2	5	16	8	6
11	3	1	3	14	4

12	3	2	3	8	2
13	3	3	5	2	4
14	3	4	5	3	9
15	3	5	5	16	8
16	4	1	8	9	3
17	4	2	2	8	4
18	4	3	4	16	6
19	4	4	6	13	7
20	4	5	3	9	2
21	5	1	14	12	5
22	5	2	8	8	4
23	5	3	4	8	8
24	5	4	13	25	5
25	5	5	5	22	8

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas	25
Número de observaciones usadas	25

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	234.1600000	58.5400000	5.77	0.0029
Error	20	202.8000000	10.1400000		
Total corregido	24	436.9600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media
0.535884	40.00423	3.184337	7.960000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	234.1600000	58.5400000	5.77	0.0029

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	114.5600000	28.6400000	0.94	0.4604
Error	20	608.4000000	30.4200000		
Total corregido	24	722.9600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.158460	45.80924	5.515433	12.04000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	114.5600000	28.6400000	0.94	0.4604

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	58.5600000	14.6400000	2.16	0.1109
Error	20	135.6000000	6.7800000		
Total corregido	24	194.1600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Media
0.301607	40.43235	2.603843	6.440000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	58.56000000	14.64000000	2.16	0.1109

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huea

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	10.14
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	6.0265

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	81.000	5	5
A			
B A	58.900	5	1
B A			
B A C	55.900	5	2
B C			
B C	53.200	5	3
C			
C	30.100	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para nina

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	30.42
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	10.438

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
--------------------	-------	---	------

A	89.900	5	5
A			
A	47.100	5	1
A			
A	37.700	5	2
A			
A	33.400	5	3
A			
A	27.800	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adua

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	6.78
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	4.9279

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	103.300	5	5
A			
A	56.900	5	1
A			
A	47.300	5	2
A			
A	40.900	5	3
A			
A	34.700	5	4

Monitoreo posterior a la cuarta aplicación

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	4	1	2
2	1	2	2	6	3
3	1	3	6	1	6
4	1	4	5	5	2
5	1	5	10	4	13
6	2	1	5	4	8
7	2	2	6	2	4
8	2	3	3	5	4
9	2	4	2	5	7
10	2	5	6	1	1
11	3	1	0	6	4
12	3	2	2	3	4
13	3	3	3	1	2
14	3	4	2	1	3
15	3	5	1	8	3
16	4	1	2	2	3
17	4	2	0	3	2
18	4	3	1	10	4
19	4	4	2	9	1
20	4	5	0	4	1
21	5	1	17	36	5
22	5	2	14	27	8
23	5	3	10	19	2

24 5 4 18 34 7
 25 5 5 7 30 3

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 25
 Número de observaciones usadas 25

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	476.2400000	119.0600000	16.49	<.0001
Error	20	144.4000000	7.2200000		
Total corregido	24	620.6400000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media
0.767337	52.48058	2.687006	5.120000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	476.2400000	119.0600000	16.49	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	2546.640000	636.660000	41.72	<.0001
Error	20	305.200000	15.260000		
Total corregido	24	2851.840000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.892981	43.02208	3.906405	9.080000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	2546.640000	636.660000	41.72	<.0001

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	34.6400000	8.6600000	1.13	0.3704
Error	20	153.2000000	7.6600000		
Total corregido	24	187.8400000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.184412	67.83506	2.767671	4.080000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	34.64000000	8.66000000	1.13	0.3704

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huevecillo

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	7.22
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	5.0853

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	110.900	5	5
B	58.900	5	1
B	54.100	5	2
B	50.100	5	3
B	12.600	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ninfas

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	15.26
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	7.393

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	115.800	5	5
B	42.500	5	1
B	35.200	5	2
B	27.100	5	3
B	20.200	5	4

Sistema SAS 13:42 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adua

NOTE: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de libertad de error	20
Error de cuadrado medio	7.66
Valor crítico del rango estudentizado	4.23186
Diferencia significativa mínima	5.2379

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	123.600	5	5
A	42.300	5	1
A	29.100	5	2
A	21.700	5	3
A	12.500	5	4

Anexo 2. Fotografías del trabajo realizado.



Figura 8. Rastreo del terreno.



Figura 9. Surcado del terreno.



Figura 10. Siembra de la semilla.



Figura 11. Limpieza del terreno (Raspa).



Figura 12. Fertilización del cultivo.



Figura 13. Riego



Figura 14. Tratamientos utilizados en el experimento.



Figura 15. Primera aplicación de tratamientos.



Figura 16. Ninfa de Empoasca kraemeri



Figura 17. Segunda aplicación de los tratamientos.



Figura 18. Etiquetado de plantas a evaluar.



Figura 19. Tercera aplicación de los tratamientos.



Figura 20. Cuarta aplicación de los tratamientos.



Figura 21. Etapa de llenado de vaina.



Figura 22. Recolección de semilla a mano.



Figura 23. Cosecha almacenada en sacos.

7.3 Glosario

Manejo Integrado de Plagas (MIP): Estrategia que combina métodos biológicos, culturales, físicos y químicos para controlar plagas de manera sostenible, minimizando riesgos para la salud humana y el medio ambiente (FAO, 2025).

Meristemo radical o radicular: es el meristemo primario que se encuentra en el ápice de las raíces (Pombal, 2024).

Aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, como, respectivamente, la peste bubónica y la filoxera (RAE, 2001).

Radícula: es el primordio de la raíz que se encuentra en el embrión de las semillas. Se encuentra en el lado opuesto al de la plúmula, que dará al tallo. Durante la germinación la radícula será la primera en elongarse y dar lugar a la raíz de la planta (Pombal, 2024).

Raíz: órgano de las plantas que tiene como misión fijar la planta al suelo, captar agua y sales minerales del suelo, además de servir como almacén en algunas especies. Hay dos grandes tipos de organización radicular: axonomorfa y fasciculada. Las raíces tienen crecimiento primario y algunas crecimiento secundario (Pombal, 2024).

Residualidad: Periodo durante el cual un pesticida permanece activo y efectivo después de su aplicación (Ware, G. W., & Whitacre, D. M., 2004).