

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL MAJIC-NEEM®
PARA EL CONTROL DE LA CHICHARRITA (*Empoasca
kraemeri* ROSS Y MOORE) EN FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.)”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

**Elaborada por:
JOSÉ LUIS ALMANZA MARTÍNEZ**

**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 /04/2025.

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: José Luis Almanza Martínez

Carrera: Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

No. de Control: AG19110478

Nombre del Proyecto: Evaluación del producto comercial Majic-Neem para el control de la chicharrita (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Producto: Tesis

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

A T E N T A M E N T E

M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Coordinador de Ingeniería en Innovación agrícola Sustentable

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





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

TESIS
Presentada por:

JOSÉ LUIS ALMANZA MARTÍNEZ

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 Zúñiga Maldonado
Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me ha dado la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para alcanzar esta meta. Gracias por guiar cada uno de mis pasos y por darme la fortaleza en los momentos de desafío. Sin tu amor y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mi familia, por ser mi pilar fundamental en este camino. Gracias por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado, brindándome su amor y confianza. Cada sacrificio y cada muestra de cariño han sido mi mayor motivación para seguir adelante y cumplir este sueño.

Este logro también es de ustedes.

Al instituto Tecnológico Superior De Salvatierra por abrirme sus puertas y brindarme las herramientas necesarias para cumplir esta meta.

A la Doctora Marcia Maribel Martínez Scott por formar parte de mi desarrollo y compartir parte de su gran conocimiento día con día y permitirme trabajar con ella mi trabajo de tesis.

Al coordinador de la carrera Walter Manuel Zúñiga Maldonado y al profesor Ramón Medina plaza por dedicar tiempo de su horario en revisar mi trabajo y brindarme su conocimiento para llevar acabo el presente trabajo.

A la empresa AGROMAJSB por abrirme las puertas y desarrollar el estudio aquí plasmado y por brindarnos las herramientas necesarias en todo momento.

A todos mis profesores que tuve a lo largo de mi carrera, por brindarme de sus conocimientos y experiencias que sin ellos esto no hubiese sido posible, gracias a todos.

DEDICATORIAS

A Dios principalmente por regalarme lo más maravilloso que es la vida y salud para poder seguir adelante en mis estudios y cumplir unas de mis metas más soñadas que era terminar mi carrera.

A mis padres por siempre brindarme su apoyo en todo momento, por sus incansables esfuerzos y desvelos continuos con los cuales me brindaron el sustento día con día para poder alcanzar este sueño de ser profesionista.

A mi hermano Marco Aurelio Almanza Martínez por siempre brindarme su apoyo y ser el principal ejemplo a seguir que tengo en la vida, por permitirme tener las herramientas necesarias y guiarme siempre por el camino del éxito.

A mi hermana Norinely Almanza Martínez por compartir su sabiduría sin importar le la hora ni el día, por ser siempre un apoyo en los momentos difíciles y por ser un complemento valioso en cada uno de mis logros.

A mi cuñado Juan Carlos que me brindo siempre su mano cuando más lo necesitaba.

A mi novia Estefanía por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos y sobre todo alentarme y apoyarme en los desafíos que se presentaron a lo largo del camino.

Gracias.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Generalidades del cultivo	7
2.2.1 Importancia del frijol	7
2.3 Principales estados productores de frijol	8
2.4 Producción de frijol a nivel mundial	9
2.5 Consumo nacional de frijol	10
2.6 Importancia del frijol en Guanajuato	10

2.7 Producción de frijol por variedades _____	11
2.8 Descripción taxonómica de frijol _____	12
2.9 Descripción Morfológica _____	12
2.9.1 Planta _____	12
2.9.2 Raíz _____	12
2.9.3 Hojas _____	13
2.9.4 Flores _____	14
2.9.5 Fruto _____	14
2.9.6 Semillas _____	15
2.10 Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de frijol _____	15
2.10.1 Temperatura _____	15
2.10.2 Requerimientos de Suelos _____	16
2.11 Etapas fenológicas del frijol _____	17
2.12 Requerimientos nutrimentales para el frijol _____	18
2.12.1 Nitrógeno (N) _____	18
2.12.2 Fósforo (P) _____	18
2.12.3 Potasio (K) _____	19
2.12.4 Calcio (Ca) _____	19
2.12.5 Magnesio (Mg) _____	19
2.12.6 Micronutrientes (Fe, Mn, Zn, B) _____	19

2.13 Plagas del frijol _____	20
2.13.1 Minador del frijol, (<i>Xenochalepus signaticollis</i>) _____	20
2.13.2 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) _____	20
2.13.3 Crisomélidos (<i>Diabrotica sp.</i> y <i>Cerotoma sp.</i>) _____	20
2.13.4 Defoliadores (<i>Trichoplusia ni</i> , <i>Spodoptera exigua</i>) _____	21
2.13.5 Ácaros (<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks y <i>Tetranychus sp.</i>) _____	21
2.13.6 Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood y <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) _____	21
2.13.7 Diabrotica (<i>Diabrotica balteata</i> y <i>D. undecimpunctata</i>) _____	22
2.13.8 Conchuela del frijol, <i>Epilachna varivestis</i> Mulsant _____	22
2.14 Enfermedades del frijol _____	22
2.14.1 Roya _____	22
2.14.2 Antracnosis (<i>Coletotrichum lindemutatum</i>) _____	22
2.14.3 Mancha angular del frijol (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>) _____	23
2.14.4 Damping off <i>Rhizoctonia</i> _____	23
2.14.5 Marchitez por fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>) _____	23
2.14.6 Moho blanco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) _____	23
2.15 Generalidades del extracto (Majic- Neem) _____	24
2.15.1 Aceite de neem (Majic-Neem) _____	24
2.15.2 Mecanismo de acción del aceite de neem _____	24

2.15.3 Eficacia del aceite de neem contra <i>Empoasca kraemeri</i>	24
2.15.4 Ventajas del Uso de aceite de neem	24
2.16 Cosecha	25
2.17 Chicharrita verde (<i>Empoasca kraemeri</i> Ross & Moor)	25
2.17.1 Clasificación taxonómica de <i>Empoasca kraemeri</i>	26
2.17.2 Ciclo biológico de la chicharrita del frijol (<i>Empoasca kraemeri</i>)	26
2.17.3 Control químico de la chicharrita del frijol	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1 Delimitación del área de estudio	28
3.2 Diseño experimental	28
3.3 Tratamientos	29
3.4 Preparación del terreno	30
3.5 Dosificación de extracto de Neem	30
3.6 Dosificación química	30
3.7 intervalos de aplicaciones	31
3.8 Monitoreo	31
3.9 Variables a evaluar	31
3.9.1 Persistencia del producto	32
3.9.2 Daños de <i>Empoasca kraemeri</i> en frijol	32
3.10 Densidad de población de <i>Empoasca kraemeri</i> en el cultivo de frijol	32

3.10.1 Muestro de <i>Empoasca kraemeri</i> antes de la aplicación de los tratamientos	32
3.10.2 Muestreo de <i>Empoasca kraemeri</i> posterior a la aplicación de los tratamientos	33
3.11 Análisis de los datos colectados	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Densidades poblacionales de huevecillos de (<i>Empoasca kraemeri</i>) a lo largo de los cuatro muestreos antes de la aplicación de tratamientos	34
4.2 Densidades poblaciones de huevecillos de (<i>E. kraemeri</i>) a lo largo de los cuatro muestreos posteriores a la aplicación de los tratamientos	35
4.2.1 Densidades poblacionales de huevecillos previo y posterior a la aplicación de los tratamientos para el control de huevecillos de <i>E. kraemeri</i>	36
4.2.2 Segunda aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de <i>E. kraemeri</i>	37
4.2.3 Tercera aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de <i>E. kraemeri</i>	38
4.2.4 Cuarta aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de <i>E. kraemeri</i>	39
4.3 Densidades poblacionales de ninfas de <i>E. kraemeri</i> durante los cuatro muestreos previo a su aplicación de tratamientos	40
4.4 Densidades poblacionales de ninfas de <i>E. kraemeri</i> durante los cuatro muestreos posterior a su aplicación de muestreos	41

4.4.1 Densidades poblacionales previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos para el control de ninfas de (<i>E. kraemeri</i>)	42
4.4.2 Densidades poblacionales previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos para el control de ninfas de (<i>E. kraemeri</i>)	43
4.4.3 Densidades poblacionales de ninfas de (<i>E. kraemeri</i>) previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos	44
4.4.4 Densidades poblacionales de ninfas de (<i>E. kraemeri</i>) previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos	45
4.5 Densidades poblacionales de individuos adultos de (<i>E. kraemeri</i>) a lo largo de sus cuatro muestreos previo a la aplicación de tratamientos	46
4.6 Densidades poblacionales de adultos de (<i>E. kraemeri</i>) a lo largo de sus cuatro muestreos posterior a la aplicación de tratamientos	47
4.6.1 Densidades poblacionales de individuos adultos de <i>E. kraemeri</i> previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos	48
4.6.2 Densidad poblacional de individuos adultos de <i>E. kraemeri</i> previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos	49
4.6.3 Densidades poblacionales de individuos adultos de (<i>E. Kraemeri</i>) previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos	50
4.6.4 Densidades poblacionales de individuos adultos de (<i>E. kraemeri</i>) previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos	51
4.7 Daños causados por <i>E. kraemeri</i> en frijol	52
4.7.1 Enanismo o crecimiento reducido	52

4.7.2 Amarillamiento de las hojas _____	52
4.7.3 Deformación y caída de hojas y vainas _____	53
4.7 Discusión _____	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	55
5.1 Conclusiones _____	55
5.2 Recomendaciones _____	55
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES _____	56
CAPÍTULO VII. ANEXOS. _____	61
7.1 Anexo 1. Análisis estadísticos. _____	61
7.2 Anexo 2. Fotografías del trabajo realizado. _____	89
7.3 Glosario _____	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del frijol.	12
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3. Densidad de huevecillos posteriormente a la aplicación de tratamientos. 35	
Gráfico 4. Densidades de huevecillos previa y posterior a la primera aplicación de tratamientos.....	36
Gráfico 5. Densidad poblacional de huevecillos de chicharrita verde previo y posterior a su segunda aplicación en campo.	37
Gráfico 6. Densidad poblacional de huevecillos previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos.....	38
Gráfico 7. Densidad de huevecillos previo y posteriormente a la cuarta aplicación de tratamientos.....	39
Gráfico 8. Densidad poblacional de los cuatro muestreos previo a la aplicación de tratamientos.....	40
Gráfico 9. Densidad poblacional de los cuatro muestreos posterior a la aplicación de tratamientos para el control ninfas.	41
Gráfico 10. Densidad de ninfas previa y posteriormente a la primera aplicación de tratamientos.....	42
Gráfico 11. Densidad poblacional de ninfas previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos.....	43

Gráfico 12. Densidad poblacional de ninfas previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos.....	44
Gráfico 13. Densidad de ninfas previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos.	45
Gráfico 14. Densidades poblacionales de individuos adultos previo a la aplicación de tratamientos para su control.	46
Gráfico 15. Densidades poblacionales de individuos adultos posterior a la aplicación de tratamientos en los cuatro muestreos para su control.	47
Gráfico 16. Densidad población de individuos adultos de chicharrita verde previa y posterior a la primera aplicación de tratamientos.	48
Gráfico 17. Densidad de población de individuos adultos previo y posterior a la aplicación de tratamientos.	49
Gráfico 18. Densidad poblacional de individuos adultos previo y posteriormente a la aplicación de los tratamientos.	50
Gráfico 19. Densidad poblacional de individuos adultos previo y posterior a la aplicación de tratamientos.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados productores de frijol. _____	8
Figura 2. Consumo nacional de frijol durante los años 2012-2022. _____	10
Figura 3. Principales variedades de frijol en México. _____	11
Figura 4. Agroclimatología del frijol. _____	16
Figura 5. Ubicación del área de estudio, EL Potrero, municipio de Salvatierra, Guanajuato (Google Maps, 2025). _____	28
Figura 6. Distribución de los tratamientos en campo. _____	29
Figura 7. Descripción de tratamientos. _____	29
Figura 8. Preparación del terreno del área experimental _____	30
Figura 9. Bomba utilizada en la aplicación de tratamientos. _____	31
Figura 10. Enanismo causado por E. Kraemeri en hojas de frijol. _____	52
Figura 11. Clorosis de hojas de frijol causado por E. Kraemeri. _____	52
Figura 12. Preparación del área experimental a) Rastra de suelo y b) surcado. ____	89
Figura 13. Aplicación de tratamientos. _____	89

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad de El Potrero, municipio de Salvatierra, Guanajuato, con el objetivo de evaluar la efectividad de tres diferentes dosificaciones de extracto de neem para el control de la chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Los tratamientos evaluados fueron T1=Majic-Neem 2.5 ml/L, T2= Majic-Neem 5 ml/L, T3=Majic-Neem 7.5 ml/L de agua, T4= Cipermetrina 2.5 ml/L de agua, utilizado como referencia de control químico y un testigo absoluto T5. Se realizaron cuatro aplicaciones en intervalos de 15 días, dirigidas al área foliar de las plantas. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con el fin de garantizar la validez estadística de los resultados. Se hizo un análisis Anova y una comparación de medias con la prueba Tukey a una $P>0.05$. La población de chicharrita verde fue monitoreada antes y después de cada aplicación, permitiendo así evaluar la eficacia de cada tratamiento en el control de la plaga. A su vez, se determinó la persistencia del extracto de neem en campo. Además, los monitoreos de la plaga, permitieron determinar los daños que se presentaron en frijol por la chicharrita. También, se evaluaron los rendimientos de cada uno de los tratamientos para determinar el impacto de las aplicaciones tanto en el control de insectos como en la productividad del cultivo. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento químico fue el más efectivo, sin embargo, en algunas aplicaciones el extracto de neem con una dosis de 5 ml/L y 7.5 ml/L presentaron un control del insecto, muy similar al del tratamiento químico. La persistencia del extracto de neem en campo fue de cinco días. El uso de Majic-Neem es una alternativa sustentable al manejo químico convencional, este puede ser usado de forma individual o acompañado de otros controles que se utilicen en el manejo integrado de la chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*).

ABSTRACT

This study was carried out in the community of El Potrero, municipality of Salvatierra, Guanajuato, with the objective of evaluating the effectiveness of three different dosages of neem extract for the control of the green leafhopper (*Empoasca kraemeri*) in the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.). The evaluated treatments were T1 = Majic-Neem 2.5 ml / L, T2 = Majic-Neem 5 ml / L, T3 = Majic-Neem 7.5 ml / L of water, T4 = Cypermethrin 2.5 mL / L of water, used as a reference for chemical control and an absolute control T5. Four applications were made at 15-day intervals, targeted to the leaf area of the plants. A completely randomized design with five treatments and four replications was used to ensure the statistical validity of the results. An anova analysis and a comparison of means with the Tukey test were performed at $P > 0.05$. The green leafhopper population was monitored before and after each application, allowing for the evaluation of each treatment's effectiveness in controlling the pest. The persistence of the neem extract in the field was also determined. Furthermore, pest monitoring allowed for the determination of leafhopper damage to beans. The yields of each treatment were also evaluated to determine the impact of the applications on both insect control and crop productivity. The results indicate that the chemical treatment was the most effective; however, in some applications, neem extract at doses of 5 ml/L and 7.5 ml/L provided insect control very similar to that of the chemical treatment. The persistence of the neem extract in the field was five days. Majic-Neem is a sustainable alternative to conventional chemical management; it can be used individually or in conjunction with other controls used in the integrated management of the green leafhopper (*Empoasca kraemeri*).

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto a áreas cultivadas, nivel de producción y consumo. Su producción se extiende en los cinco continentes, ya que es la leguminosa más consumida en el mundo. Por su importancia alimenticia aporta a la nutrición humana 22 % de proteínas, 7 % de carbohidratos, 32 % de grasas y aceites. Se ubica como un cultivo estratégico por su alto contenido en proteínas vegetales, por lo que el contenido proteico es aproximadamente el doble al de la mayoría de los cereales y es rico en micronutrientes esenciales como el hierro y el ácido fólico. Para la nutrición animal aporta 38 % de proteínas, 16 % de lípidos y 5 % de carbohidratos (CIAT, 2013; citado por Pérez, 2016).

En México el frijol es la leguminosa por excelencia. Aunque el país cubre la mayor parte de su demanda de frijol, entre 2003 y 2019 importó alrededor de 123 mil toneladas anuales para complementar la demanda interna. En 2021 se registraron importaciones históricas, y en 2022 los menores niveles desde 2015 debido a significativos excedentes en la cosecha nacional (Garcilazo, 2023).

El frijol se originó y domesticó en América Latina con dos orígenes geográficos (Mesoamérica y Los Andes). Los frijoles han formado parte importante de la dieta de los mexicanos y de su economía desde tiempos prehispánicos, por lo que forman parte de la cultura gastronómica de México (Mena y Velázquez, 2019).

El frijol es una leguminosa que constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio, calcio y presenta un alto contenido de fibra. Por cada 100 gramos, hay 20 de proteínas, 5.8 de grasa y más de 3 de fibra. Su alto contenido de hierro, elemento

vital para el buen desarrollo cerebral en los pequeños, ayuda a corregir desórdenes biliares, gota, enfermedades reumáticas, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la anemia (Progreso, 2019).

Acerca de la importancia económica en el país es que la producción de este cultivo genera más de 382 mil empleos permanentes y el valor anual de la producción es de alrededor de 13 mil millones de pesos (SAGARPA, 2022).

Sin embargo, este cultivo se ve afectado por plagas que disminuyen sus rendimientos, como lo son Diabrotica (*Diabrotica balteata* y *D undecimpunctata*), Mosca blanca (*Bemisa tabaci*), Chicharritas (*Empoasca spp*), Minador de la hoja (*Liriomyza sp*), Trips (*Frankliniella occidentalis*) y Conchuela del frijol (*Epilachna varivestis Mulsant*) (PROAIN, 2020).

Se estima que este cultivo es atacado por unas 60 plagas distintas. Una de las más importantes es la chicharrita (*Empoasca kraemeri*), cuya incidencia causa mermas considerables en los rendimientos, y a veces pérdidas totales. Puede presentarse en cualquier fase fenológica del cultivo, pudiendo iniciar su ataque inmediatamente después de la germinación (Infoagro, 2018).

La chicharrita es uno de los insectos plaga que ocasiona daños considerables en las zonas productoras de frijol. Los principales daños provocados por este insecto son reducción del número de vainas por planta, número de semillas por vainas, el peso de 100 semillas, número de vainas sin semillas por planta, achaparramiento, crecimiento raquíptico en general, reducción del crecimiento entre nudos, caída de flores, deformación y caída de vainas (Infoagro, 2018).

Los productos botánicos (insecticidas orgánicos) son una alternativa segura en el manejo integrado de plagas ya que, durante millones de años, los ancestros empleaban plantas con efectos alelopáticos para repeler insectos o microorganismos; 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 (Cruz, 2023).

Como agente activo el azadiractina, el cual se ha comprobado que funciona como insecticida natural que compite ventajosamente con los insecticidas sintéticos, ya que algunos insectos han desarrollado resistencia a estos últimos, y son controlados por derivados del aceite de neem, de esta manera, extractos con alta concentración de azadiractina podrían ser los precursores de una nueva generación de productos insecticidas, fungicidas, acaricidas y protectores de las cosechas sin contaminar el entorno (Arias *et al.*, 2019).

El aceite de Neem es principalmente un insecticida sistémico que actúa como regulador de la vida del insecto (Aldás, 2014). Rompe los ciclos reproductivos, las puestas de huevos, larvas, ninfas y pupas no llegan a su estado adulto. Es repelente actuando como feromonas de alarma y hace que los insectos dejen de comer. Sus sustancias activas son compatibles con el medioambiente y carecen de peligro alguno para el hombre y los animales domésticos. Actúa por ingestión y por contacto y los insectos adultos al entrar en contacto con el dejan de comer hasta la muerte. En las puestas de huevos, se bloquea la biosíntesis de la hormona, que regula la metamorfosis de las larvas, ninfas y pupas. Al interrumpirse todos estos procesos, las plagas se extinguen (Guerra-Maldonado, 2020).

1.2 Planteamiento del problema

La chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) es una de las principales plagas claves en el cultivo de frijol, las cuales tienen como consecuencia el daño directo e indirecto en la planta provocando bajos rendimiento de cosecha, para combatir dicha plaga se utilizan manejos químicos de alta peligrosidad, los cuales contaminan al medio ambiente, en especial contaminan los depósitos de agua como lagos, ríos y mantos freáticos. De igual manera los usos de agroquímicos contaminan los suelos y disminuyen la microbiota, así también, afectan diversos organismos benéficos como abejas, catarinas y avispias parasitoides como (*Tamarixia radiata*).

Además de causar daños a la salud de personas y animales, por la ingesta de alimentos con residuos de agroquímicos y/o por su manejo, estos causan resistencia en las plagas, haciendo más difícil su combate y elevando los altos costos de producción.

1.3 Justificación

El uso de productos de origen vegetal puede ser una alternativa viable en la producción de frijol, dado que este es un cultivo básico, el cual puede ser de consumo como una hortaliza (ejote) o en grano, es importante el seleccionar los productos que se van a utilizar para el control de plagas, en este caso la chicharrita verde (*E. kraemeri*) la cual es una de las plagas principales que es muy prolifera, es decir, una hembra puede ovipositar 115 huevecillos en cuatro días, lo que la hace una especie con alta fecundidad. Por esta razón se planteó esta investigación que está enfocada en implementar alternativas sustentables de control de este insecto a través del uso de extractos naturales como el Majic-Neem® de la empresa AgroMajsb, el cual es una formulación a base de extracto de neem.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la efectividad de diferentes concentraciones de un producto comercial Majic-Neem® AgroMajsb a base de extracto de neem para el control de chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar la dosis óptima del producto Majic-Neem® que ejerza un control sobre la chicharrita (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol *in vitro*.
- Identificar el porcentaje de daño causado por la chicharrita (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol.
- Identificar la dosis para recomendación comercial que se debe utilizar del producto.
- Determinar la persistencia del insecticida en campo.

1.5 Hipótesis

Al menos una de las dosis será la que ejerza un mayor control de (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol. Esto debido a que ya se ha probado en dosis altas y así como en dosis bajas y ha tenido buenos resultados, sin embargo, se quiere establecer la dosis óptima.

$$H_0 = T1_{\mu} = T2_{\mu} = T3_{\mu}$$

$$H_a \neq T1_{\mu} \neq T1_{\mu} \neq T1_{\mu}$$

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Con el fin de desarrollar estrategias que permitan minimizar el uso de plaguicidas químicos que afectan de manera negativa el ambiente y la salud humana, por lo cual, se evaluaron tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*). Se empleó la variedad Uribe Rosado y se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones y siete tratamientos. Se evaluaron tres productos comerciales Alisin (ají-ajo), Rutinal (ruda), y Bioneem (Neem) en diferentes dosis y se comparó con un testigo químico (Athrín). Se establecieron dos experimentos en épocas distintas obteniendo así, dos ciclos del cultivo con una duración de 105 días. Las variables evaluadas fueron las siguientes: número total de insectos, número de homópteros y rendimiento (ton/ha). Se determinó que los extractos de ruda y neem obtuvieron los valores promedios más bajos ejerciendo el mayor control de la población total de insectos. El extracto de neem presentó el mejor promedio en rendimiento con valores de 1.79 ton/ha y 1.82 ton/ha. El testigo químico (Athrín), arrojó los valores promedio más bajos para las variables número total de insectos y número de homópteros, también presentó el mayor rendimiento con 1.92 ton/ha para el segundo ciclo del cultivo. El extracto de ají-ajo no ejerció un control efectivo para ninguna de las variables evaluadas (Cano Piedrahíta & Gildardo Andrés, 2017).

Un trabajo de investigación titulado “Efecto de aceite de Neem en el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris L.*) Variedad Gigante Fordhook. El proyecto se realizó en el Barrio Jesús del Gran Poder del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. La investigación se realizó con el propósito de determinar la mejor dosis del aceite de Neem (Neem-X), (1.5 cc/l D1, 3.0 cc/l D2, 4.5 cc/l D3) para el control de mosca blanca y minador de las hojas cultivo de acelga. Establecer la frecuencia adecuada de aplicación del aceite de Neem (Neem-X), (7 días F1, 14 días F2, 21 días F3). Los tratamientos fueron 11. Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar, en arreglo factorial de 3x3+2, con

cuatro repeticiones. El mejor tratamiento del aceite de Neem (Neem-X) fue la dosis de 4.5 cc/l (D3) y la frecuencia de 14 días (F2), que produjo los mejores resultados en el control de mosca blanca con una incidencia de 25 % y minador con una incidencia de 28.13 % en el cultivo de acelga, obteniéndose menor porcentaje de incidencia de las plagas mencionadas, incrementando la producción y productividad del cultivo, al obtener un peso de 0.90 kg por planta, y un número de 7.10 hojas comerciales dando un peso de 2409.73 gramos del número total de hojas comerciales por planta; siendo el tratamiento apropiada del aceite de Neem (Neem-X) para el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (Izurieta & Fernando, 2015).

2.2 Generalidades del cultivo

2.2.1 Importancia del frijol

El frijol era cultivado en Mesoamérica desde hace 9 mil años y fue una de las principales especies que se integró a la dieta básica de las culturas indígenas que habitaban nuestro país. En México, el grano de frijol por su alto contenido de proteína es básico para la alimentación de su población; ocupa el segundo lugar en importancia nacional después del maíz. La producción de las leguminosas, principalmente el frijol ha disminuido una tasa de 3.2%, con respecto a un crecimiento de población más rápido que la producción. El frijol es una leguminosa que constituye una fuente de proteínas e hidratos de carbono natural; además es abundante en vitamina B como: niacina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, contiene un alto contenido de fibra. Existen múltiples variedades de frijol que se caracterizan por su tamaño, color, forma y tipo de crecimiento. Se considera que en total existen 70 especies; en México éstas ascienden a 50, destacan cinco especies que se han domesticado *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus lunatus* L. (frijol comba), *Phaseolus dumosus* (frijol gordo) y *Phaseolus acutifolius* Gray (frijol tepari). En México se cultivan cerca de 70 variedades, de acuerdo a la norma son: negros, pintos, bayos, amarillos y rosados. El cultivo del frijol presenta características propias y definidas en el marco de la soberanía alimentaria, en virtud de que representa un alimento principal para la población rural y urbana (SAGARPA, 2019).

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es la leguminosa más importante después del maíz y trigo, para el consumo humano y constituye un alimento básico en América latina y el este de África. Se estima que, en México, el frijol, se consume entero o molido en diversos guisos como parte de la dieta, llegando a tener un consumo anual per cápita de casi 10 kg (SAGARPA, 2017). Este cultivo ha sido reconocido como una fuente accesible de proteínas de fácil adsorción, fibras dietéticas, zinc, hierro y calcio y, ha sido sujeto a programas de bio fortificación. Ha sido propuesto como una fuente nutricional para combatir problemas de malnutrición en zonas donde el alcance de suplementación es limitado (Feitosa *et al.*, 2018).

2.3 Principales estados productores de frijol

En México existen cinco o seis estados que puntean la producción de frijol que son Zacatecas, Durango, Chihuahua y Sinaloa.

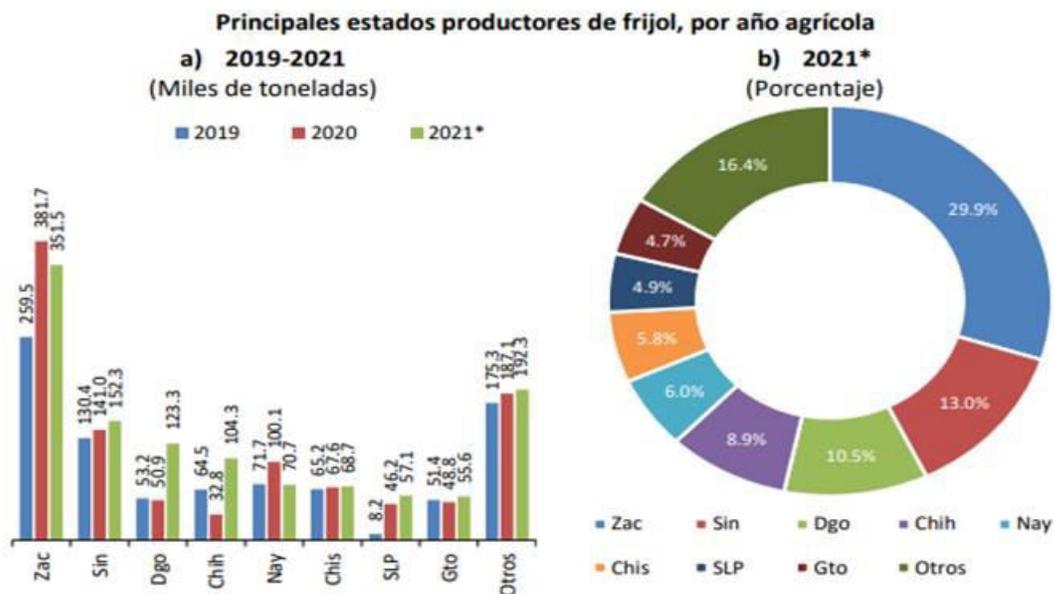


Figura 1. Estados productores de frijol.

En Zacatecas, la producción se ubicó en 351.5 miles de toneladas, lo que significa una disminución anual de 7.9%. Lo anterior debido a que la irregularidad en las lluvias

afectó las siembras de temporal, cuya superficie se redujo 9.4% con respecto al ciclo P-V 2020. En esta entidad, el total de la producción se obtuvo en el ciclo P-V y 82.5% se cultivó en temporal. En 2021, este cultivo participó con 54.1% de la superficie total sembrada de cultivos cíclicos y perennes y con 26.4% en el valor de la producción agrícola de la entidad. En Sinaloa, la producción durante el año agrícola 2021 se ubicó en 152.3 miles de toneladas, es decir, se incrementó a una tasa anual de 8.0%. Lo anterior, debido a que la superficie sembrada en la entidad en el ciclo O-I, en el cual se obtiene 99.7% de la producción, creció 4.3%, además de un ligero incremento en los rendimientos promedio. En esta entidad, 98.6% del frijol producido en el año agrícola 2021 se obtuvo con riego (FIRA, 2022).

2.4 Producción de frijol a nivel mundial

El frijol es un cultivo importante en los sistemas de producción agrícola y en la dieta de una gran parte de la población en diversas regiones de mundo, especialmente en los países en desarrollo. En términos nutricionales, esta leguminosa es una importante fuente de proteína, rica en vitaminas del complejo B, hierro, calcio, potasio, fósforo, y es baja en sodio. En el 2017, se cultivaron a nivel mundial 36.5 millones de hectáreas de frijol y se produjo un máximo histórico de 31.4 millones de toneladas, según datos de la FAO. Del volumen, 60.6% se cosechó en seis países: India (20.3%), Myanmar (17.4%), Brasil (9.7%), Estados Unidos (5.2%), China (4.2%) y México (3.8 por ciento). Se estima que aproximadamente 70% del cultivo de frijol en el mundo se desarrolla en condiciones de temporal, por lo cual la productividad es altamente vulnerable a las condiciones ambientales, principalmente la cantidad y distribución de la precipitación. En el 2017, el rendimiento promedio mundial en este cultivo se ubicó en 861 kilogramos por hectárea; entre los principales países productores antes mencionados, los rendimientos más altos se obtuvieron en Estados Unidos, con 1,997 kg/ha, y los más bajos en India, con 414 kg/ha; en México se ubicaron en un promedio de 730 kg/ha (Gaucín, 2019).

2.5 Consumo nacional de frijol

El consumo de frijol en México se ubicó en un promedio de 1.09 mdt anuales durante los últimos cinco años. El SIAP estima que durante el ciclo comercial 2021/22 se ubique en 1.098 mdt. 4.

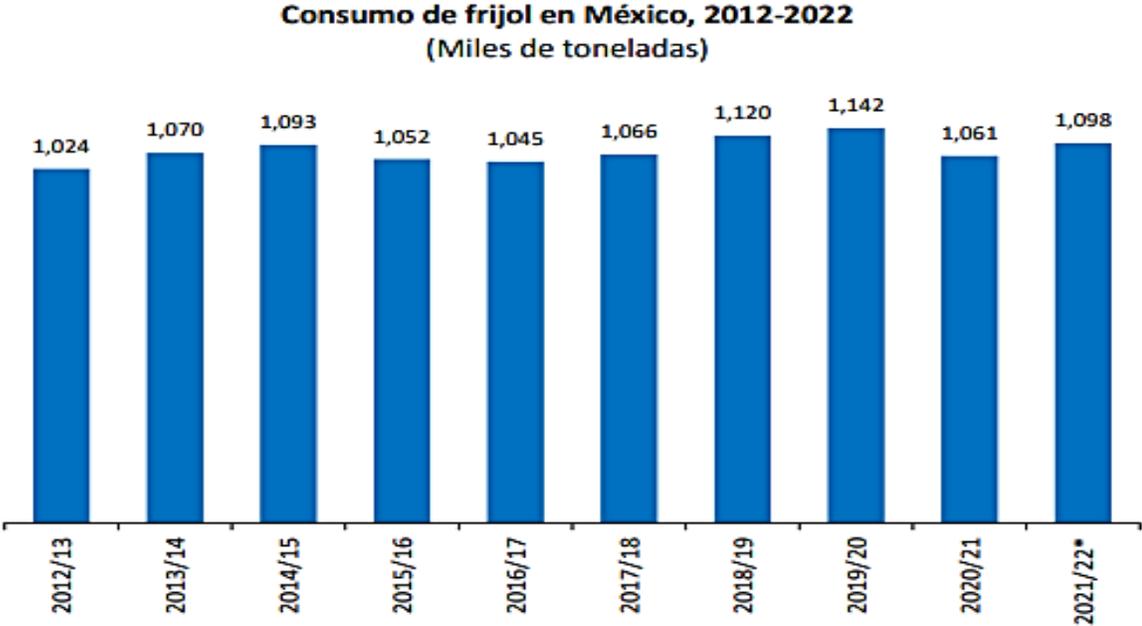


Figura 2. Consumo nacional de frijol durante los años 2012-2022.

Por otra parte, la disminución de la producción de frijol en los años agrícolas 2019 y 2020 se reflejó en la reducción de los inventarios del grano al cierre de los ciclos comerciales 2019/20 y 2020/21. Al cierre de este último ciclo, con 119 mil toneladas, las existencias del grano representaron 11.2% del consumo nacional (FIRA, 2022).

2.6 Importancia del frijol en Guanajuato

El frijol en Guanajuato se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del Estado, ya que representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones tanto de carácter alimentario como para el desarrollo socioeconómico. A lo largo de la historia, se ha convertido no sólo en un alimento tradicional, sino también en un elemento de identificación cultural. El cultivo de frijol se

realiza prácticamente en casi todas las regiones del país y condiciones de suelo y clima (Secretaría de Economía, 2015). El consumo de frijol, actualmente se enfrenta a modificaciones importantes ante una sociedad cambiante, incluidos los hábitos alimenticios, a consecuencia del urbanismo, la migración y el empleo; así como el paso de una economía cerrada a una economía global, todo lo cual está ejerciendo presiones en diversas etapas de la cadena de producción, comercialización, transformación y consumo (Arroyo *et al.*, 2022).

2.7 Producción de frijol por variedades

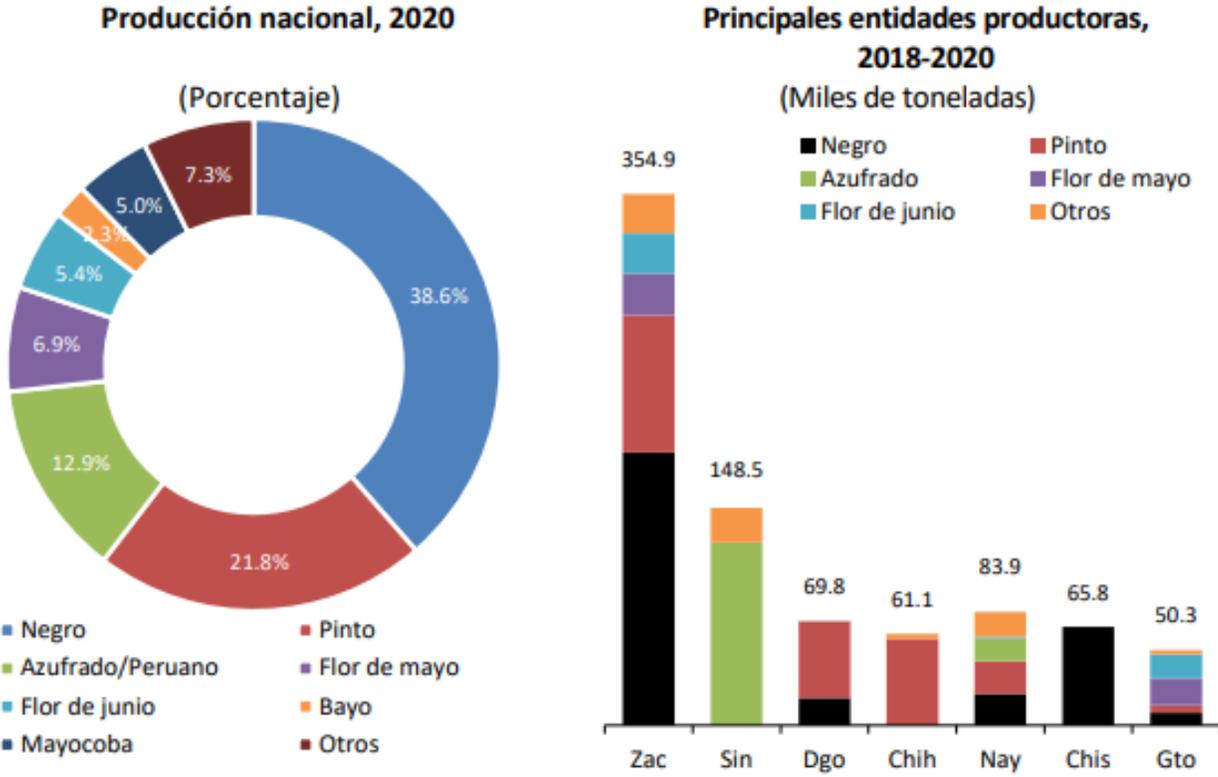


Figura 3. Principales variedades de frijol en México.

2.8 Descripción taxonómica de frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa ampliamente cultivada por su alto valor nutricional y su papel en la fijación biológica de nitrógeno. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 1. Descripción taxonómica del frijol.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae (Leguminosae)
Subfamilia	Faboideae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

(Rodríguez *et al.*, 2020).

2.9 Descripción Morfológica

2.9.1 Planta

La planta del frijol domesticado es anual, herbácea, de hábito arbustivo para siembras en unicultivo o trepador para siembras generalmente asociadas con maíz (*Zea mays* L.). El ciclo biológico puede variar desde 85 a 270 d, en función del hábito de crecimiento, del clima de la región y de la época de siembra (Lepiz *et al.*, 2009).

2.9.2 Raíz

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 su relación 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 (Magalhaes *et al.*, 2015).

2.9.3 Hojas

En el caso de la planta de frijol se presentan diferentes tipos de hoja, al emerger la plántula, los cotiledones se tornan de color verde presentándose de esta manera las hojas cotiledonarias, siendo este el primer nudo (nudo cotiledonar), posteriormente aparecen las primeras hojas verdaderas en el segundo nudo del tallo principal, las que son simples y conocidas como hojas unifoliadas, en los nudos subsecuentes aparecerán las hojas trifoliadas, que son las que formaran el dosel de la planta de frijol junto con las ramas y tallo. Las hojas verdaderas trifoliadas, poseen tres folíolos dos de los cuales son asimétricos y acuminados y se localizan en forma lateral, el folíolo central es simétrico y acuminado. Los folíolos presentan una gran variación tanto en tamaño como en la forma, siendo en forma general cordiformes, triangulares, lanceolada u oblongas, rara vez se encuentran con folíolos redondeados, posee un peciolo largo y un raquis pequeño en los folíolos laterales, tanto en la base del peciolo como del raquis se localizan los pulvinus los cuales son los responsables de los movimientos nictinásticos, los folíolos pueden ser glabros o semi glabros con bordes enteros. En la base de cada nudo foliar se encuentran tres yemas denominadas triadas las cuales presentan una yema central y dos laterales, las que pueden formar ya sea, un botón floral, una inflorescencia o una rama vegetativa, dependiendo del hábito de crecimiento y la ubicación del nudo, de tal manera que en los primeros nudos la yema

central brota formando una rama vegetativa quedando las laterales en forma latente, las que posteriormente pueden brotar y formar nuevas ramas vegetativas, en los nudos superiores pueden brotar las yemas laterales formando una inflorescencia, quedando la central latente y posteriormente brotar y formar una rama y por ultimo las tres yemas pueden brotar y forman estructuras florales, sin embargo lo más común es que solo brote la central (Ávila *et al.*, 2004).

2.9.4 Flores

Presenta la flor característica de la sub familia *Papilionoideae*, la cual presenta una simetría bilateral con un pedicelo glabro o sub glabro con pelos uncinulados y en su base una pequeña bráctea no persistente unilateral, llamada bráctea pedicular, el cáliz es gamosépalo formado por cinco sépalos dentados con dos sépalos en la porción superior y tres en la parte inferior, la corola está formada por cinco pétalos los cuales tienen la característica de tener formas muy específicas, con dos pétalos soldados por su base y tres libres. Tiene un pétalo grande libre sobresaliendo del resto de ellos denominado estandarte, glabro, simétrico que puede ser de color blanco, verde, púrpura o rosado, los otros dos pétalos libres se encuentran a los lados llamadas alas, los cuales pueden presentar diferentes colores ya sea blanco, rosado o púrpura siendo en términos generales más oscuros que el resto de la corola y en ocasiones puede el estandarte ser más oscuro. Las flores son de aproximadamente 1,5 cm de largo, presentando simetría bilateral (dos mitades iguales), poseen 5 pétalos; dos superiores denominados estandartes, dos horizontales denominados alas y uno inferior llamado quilla, esta última envuelve las estructuras reproductivas que están conformadas por 10 estambres (portador de polen) y un pistilo (portador de ovarios) (Cardona, 2017).

2.9.5 Fruto

El fruto característico de las leguminosas es una vaina que puede ser: dehiscente, semi dehiscente o indehiscente, la mayoría de las variedades comerciales tienen vainas indehiscentes. Las vainas pueden ser glabras o sub glabras, con pelos cortos y en ocasiones cerosa, con dos valvas y dos suturas, una dorsal (placental) y otra ventral, su forma puede ser plana o cilíndrica de 4 a 20 cm de longitud constreñida o

no, que puede ser recta o ligeramente encorvada de color verde, amarilla o blanca y en ocasiones con estrías dependiendo de la variedad, con 3 a 7 semillas por vaina (Ávila *et al.*, 2004).

2.9.6 Semillas

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el frijol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa. La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma) el componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para nutrir la planta, y darle madurez, viabilidad y vigor (Arias *et al.*, 2001).

2.10 Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de frijol

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 10 a 27 °C, es muy susceptible a condiciones extremas y debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenada. El pH adecuado actúa entre 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 (SIAP, 2019).

2.10.1 Temperatura

La temperatura mínima letal en el caso de frijol se encuentra en el rango de 0 a 2°C mientras que la temperatura mínima para la germinación es de 10°C en cuanto al desarrollo radicular y absorción esta se incrementa como se incrementa la temperatura, de tal manera que a temperaturas del suelo de 20°C o más se lleva a

cabo una buena absorción de agua y nutrientes mientras que a temperaturas menores la absorción se disminuye reflejándose en la porción aérea de la planta y el rendimiento. Siendo el rango óptimo de temperatura para un buen desarrollo de la planta: 21 a 28°C en el día y de 16 a 18 en la noche. Temperaturas superiores a los 35°C en la etapa de floración pueden provocar la caída de flores y/o pequeñas vainas en formación sobre todo cuando se tiene poca humedad en el suelo, ocasionando un pobre cuajado de vainas y bajos rendimientos, temperaturas menores a 20 °C pueden provocar un retraso en la maduración de las vainas y la formación de vainas vacías con una consecuente pérdida de rendimiento (Liebenberg, 2017).

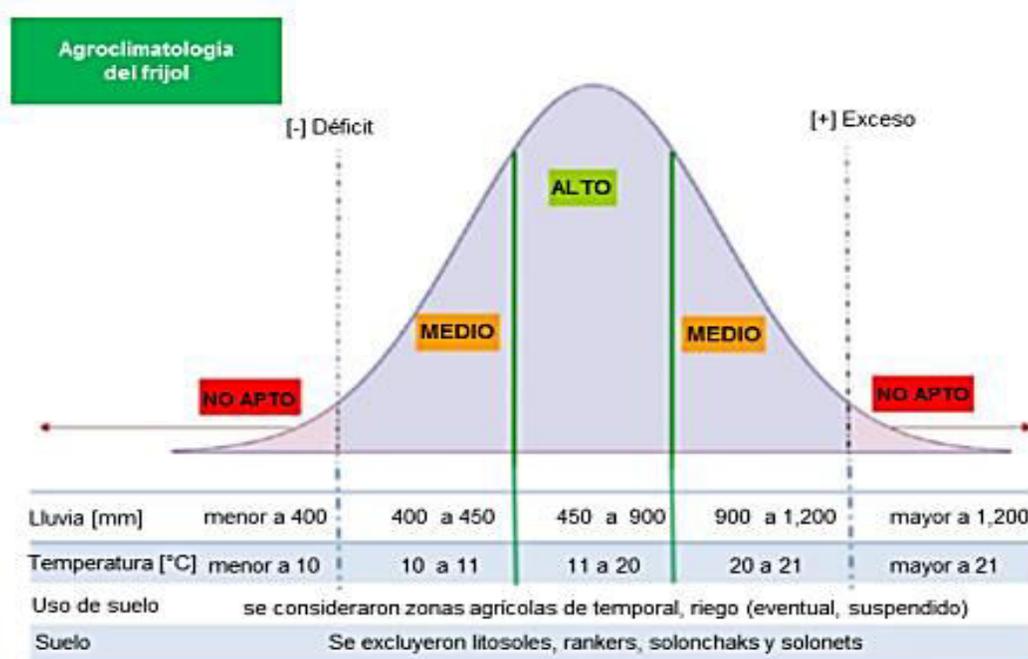


Figura 4. Agroclimatología del frijol.

2.10.2 Requerimientos de Suelos

El frijol requiere de suelos profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera texturas franco arcillosas. Crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 6.5, de topografía plana y ondulada, con buen drenaje. Las condiciones físicas y químicas de los suelos donde se cultiva el frijol en Colombia son

muy variables. Ello muestra que el frijol tiene la habilidad de adaptarse a una gran cantidad de condiciones de suelo y topografía (Ríos, 2002).

2.11 Etapas fenológicas del frijol

Germinación vegetativa y/o germinación: Se toma como iniciación de esta etapa el día que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo de este proceso; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en un suelo seco.

V1 Emergencia: Se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen a nivel del suelo.

V2 Hojas primarias: Comienza cuando las hojas primarias (unifoliadas y compuestas) están desplegadas.

V3 Primeras hojas trifoliadas: Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y las láminas de los folíolos se ubican en un plano.

V4 Tercera hoja trifoliada: Cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada.

R5 Prefloración: Inicia cuando aparece el primer botón o racimo.

R6 Floración: cuando la planta presenta la primera flor abierta.

R7 Formación de las vainas: Cuando la planta presenta la primera vaina con corola de la flor colgada o desprendida.

R8 Llenado de la vaina: Se inicia cuando la primera vaina empieza a llenar. Es el inicio del crecimiento activo de la semilla. Las vainas presentan abultados que corresponden a las semillas en crecimiento.

R9 Maduración: Se caracteriza por el inicio de coloración y secado en las primeras vainas, continúa el amarillamiento, la caída de hojas y todas las partes de la planta se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua en las semillas baja hasta alcanzar 15%, momento en el cual las semillas adquieren su color típico. Termina el ciclo biológico y el cultivo se encuentra listo para su cosecha (SIAP, 2019).

2.12 Requerimientos nutrimentales para el frijol

El frijol común es una leguminosa que tiene un alto requerimiento de nutrientes, especialmente durante las fases de floración y llenado de grano. La fertilización adecuada mejora su rendimiento y calidad. A continuación, se describen los principales nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo del frijol.

2.12.1 Nitrógeno (N)

El nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetativo del frijol y la formación de hojas y tallos. Sin embargo, debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, no siempre es necesario aplicar grandes cantidades de nitrógeno.

Recomendación: La dosis de fertilización debe ajustarse según el tipo de suelo, la variedad de frijol y las condiciones climáticas. A continuación, se presenta una guía general:

Nitrógeno (N): 20-30 kg/ha al momento de la siembra y 20-30 kg/ha durante el crecimiento vegetativo.

Fósforo (P): 40-60 kg/ha durante la siembra.

Potasio (K): 30-40 kg/ha durante la siembra y la floración.

Para la fertilización foliar, es recomendable aplicar mezclas que contengan micronutrientes y elementos secundarios durante la floración y el llenado de vainas (Cambiagro, 2024).

2.12.2 Fósforo (P)

El fósforo es crucial para el desarrollo radicular y la formación de flores. Además, mejora la fotosíntesis y el transporte de energía dentro de la planta.

Recomendación: Aproximadamente 30 a 60 kg/ha de fósforo, especialmente en suelos de baja disponibilidad (García *et al.*, 2014).

2.12.3 Potasio (K)

El potasio es importante para la síntesis de proteínas y la resistencia a enfermedades. También juega un papel clave en el control de la apertura y cierre de los estomas, lo que mejora la eficiencia en el uso del agua.

Recomendación: Entre 40 a 80 kg/ha de potasio para promover un desarrollo adecuado de los granos (Mujica *et al.*, 2015).

2.12.4 Calcio (Ca)

El calcio es esencial para la fortaleza de las paredes celulares y el funcionamiento de las membranas celulares. Además, regula el transporte de nutrientes y la respuesta ante estrés abiótico.

Recomendación: Entre 15 a 30 kg/ha de calcio, especialmente en suelos ácidos (Silva *et al.*, 2016).

2.12.5 Magnesio (Mg)

El magnesio es central en la fotosíntesis y la formación de clorofila. También actúa en la activación de varias enzimas dentro de la planta.

Recomendación: Aproximadamente 15 a 25 kg/ha de magnesio, dependiendo del contenido inicial en el suelo (Pérez *et al.*, 2018).

2.12.6 Micronutrientes (Fe, Mn, Zn, B)

Los micronutrientes como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B) son importantes para la fotosíntesis, el metabolismo celular y la formación de semillas. Su deficiencia puede llevar a un crecimiento pobre y baja calidad de la cosecha.

Recomendación: Aplicar fertilizantes con micronutrientes según el diagnóstico de suelo (Ríos *et al.*, 2014).

2.13 Plagas del frijol

2.13.1 Minador del frijol, (*Xenochalepus signaticollis*)

El adulto es un escarabajo pequeño y aplanado que mide de 7 a 9 mm de largo por 2 mm de ancho, tiene una franja de color naranja que va desde el tórax hasta la parte terminal del abdomen, los adultos y larvas del minador se alimentan de las hojas del frijol y ocasionan dos tipos de daño muy característico; por un lado, los adultos consumen todo el tejido de la hoja, excepto las nervaduras, y pueden dejar intacta sólo la epidermis, en tanto las larvas se alimentan internamente de la hoja (del parénquima y la savia que escurre de los puntos de alimentación) formando una mina o ampolla, al principio esa mina es de color claro y posteriormente se torna de un color café, a medida que los tejidos se secan (Mena y Velázquez, 2010).

2.13.2 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Entre los trips que afectan el cultivo de frijol se encuentran *Thrips palmi* Karny y *Frankliniella occidentalis* (Pergande). No obstante, el primero es el más común; en estado adulto es pequeño y amarillo pálido y normalmente se presenta en el envés de las hojas, pero también se puede hallar en las flores. Su daño se incrementa en la época seca, cuando aumentan las temperaturas y la humedad relativa es baja (Arias *et al.*, 2007); además, puede transmitir virus en el frijol (CESAVEG, 2016). Los trips se pueden encontrar a partir de los 45 días posteriores a la siembra del frijol, y su población se incrementa hasta la etapa de floración, por lo que pueden coexistir con otros insectos plaga que se presentan después de los 40 días, como *Empoasca sp.* (Miranda *et al.*, 2016).

2.13.3 Crisomélidos (*Diabrotica sp.* y *Cerotoma sp.*)

Los adultos de los crisomélidos (*Diabrotica sp.* y *Cerotoma sp.*) son cucarrones pequeños de diversos colores, que causan perforaciones circulares en las hojas, lo que reduce de manera considerable la capacidad fotosintética de la planta de frijol (Vanegas, 2017). La mayor parte del daño ocurre durante el estado de plántula, cuando el insecto consume un porcentaje relativamente alto de las hojas. Pueden

ocasionar daños severos en las plantas atacando en cualquier etapa del cultivo, y cuando los ataques se presentan en las primeras dos semanas, pueden causar una disminución en el rendimiento (Arias *et al.*, 2007).

2.13.4 Defoliadores (*Trichoplusia ni*, *Spodoptera exigua*)

La larva de (*Trichoplusia ni*.) tiene el cuerpo verde, posee una línea blanca o crema al costado de su cuerpo y pupa debajo de las hojas (IICA, 2010), mientras que (*Spodoptera sp.*) puede ser negro con rayas amarillas o marrón, dependiendo de la especie. Estos gusanos defoliadores, se consideran importantes solo cuando consumen el 30% del tejido vegetal (Tamayo & Londoño, 2001).

2.13.5 Ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* Banks y *Tetranychus sp.*)

Los ácaros son considerados una plaga de menor importancia, debido a que atacan de forma esporádica el cultivo de frijol, no causan graves pérdidas, si el control es eficiente (CESAVEG, 2016). Estos artrópodos se reproducen rápidamente en épocas de sequía y con temperaturas altas; los adultos y las ninfas son rojizos (*Tetranychus sp.*), los huevos translúcidos y son ovipositados de manera individual, dispersos en el envés de las hojas (IICA, 2010).

2.13.6 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *Bemisia tabaci* Gennadius)

La mosca blanca es una de las plagas hortícolas que afecta muchos cultivos, entre los que se encuentra el frijol. Su importancia en esta especie es principalmente la transmisión de virus, y ataques severos pueden ocasionar la pérdida total del cultivo (Cuéllar & Morales, 2006). Las poblaciones de mosca blanca se incrementan de manera gradual con los aumentos de la temperatura y la humedad relativa, pero decrecen cuando el cultivo de frijol llega a la edad de 33 días de germinado (Gonçalves *et al.*, 2019; Latif & Akhter, 2013).

2.13.7 Diabrotica (*Diabrotica balteata* y *D. undecimpunctata*)

Estos escarabajos pueden atacar durante cualquiera de las etapas de crecimiento de la planta y se alimentan de flores, raíces, frutas y follaje. Tiene capacidad de transmitir marchitez bacteriana y enfermedades virales (virus del mosaico de la calabaza SqMV). Reducen la formación de frutos. El mayor daño lo causan cuando las plantas están germinando hasta los primeros tres trifolios (PROAIN, 2020).

2.13.8 Conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* Mulsant

Larvas y adultos se alimentan de las hojas, flores y vainas en formación, aunque el daño más importante es sobre las hojas; sólo dejan las nervaduras y parte de la epidermis; el tejido que queda rápidamente muere y se torna café. Una larva puede consumir unos 25 cm² de tejido durante el transcurso de sus cuatro instares. La defoliación durante la floración, en la formación y llenado de vainas, es la que tiene mayor repercusión en las pérdidas en rendimiento (PROAIN, 2020).

2.14 Enfermedades del frijol

2.14.1 Roya

Los síntomas de la roya se manifiestan como pequeñas pústulas circulares color rojizo-marrón que se desarrollan principalmente en hojas, pero también pueden aparecer en tallos, peciolo y vainas. A medida que maduran, las pústulas se abren liberando masas de esporas de la roya que se diseminan a través del viento y la lluvia (Bayer, 2020).

2.14.2 Antracnosis (*Coletotrichum lindemutatum*)

La antracnosis del frijol es una de las principales enfermedades en México, por los daños que causa en dicho cultivo. Se puede decir que este es el problema más crítico de hongos patógenos que afecta las producciones de esta leguminosa comestible en las regiones con climas templados y fríos del país. Regularmente produce mermas de un 20 a un 30% en la producción de frijol y baja la calidad de la semilla por el manchado de la misma, ya que hasta un 50% de la semilla puede quedar infectada (SENASICA, 2020).

2.14.3 Mancha angular del frijol (*Phaeoisariopsis griseola*)

Esta enfermedad, anteriormente conocida como *Pseudocercospora griseola*, se presenta en ambientes cálidos y húmedos y puede causar pérdidas considerables en el rendimiento, siendo sus principales síntomas manchas angulares de color marrón que se desarrollan entre las nervaduras de las hojas, las manchas pueden llegar a unirse y provocar la defoliación de la planta (Cambiagro, 2024).

2.14.4 Damping off (*Rhizoctonia solani*)

El hongo *Rhizoctonia solani* puede inducir pudrición de la semilla, muerte de plántulas, cánceres en el tallo, pudrición de la raíz y de las vainas. El hongo puede invadir y destruir la semilla antes de la germinación. Después de la germinación el hongo puede atacar la plántula matándola rápidamente. En ambos casos el efecto de la enfermedad se observa como una baja población de plántulas. Los síntomas característicos de las plantas enfermas son las lesiones hundidas de color café rojizo que se localizan en el tallo de la planta (INIFAP, 2010).

2.14.5 Marchitez por fusarium (*Fusarium oxysporum*)

La reducción en la emergencia de plantas puede alcanzar el 15 %, y las pérdidas en rendimiento varían entre 10 y 50%. En el campo se observan plantas pequeñas y marchitas, con las hojas inferiores amarillentas, distribuidas en focos. La enfermedad causa una maduración temprana de la planta. Las raíces presentan color café rojizo a café oscuro. En un corte se observa el tejido interno de color café o rojizo oscuro. La base del tallo se puede cubrir con una felpa de color anaranjado claro o rosado (IICA, 2008).

2.14.6 Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

El moho blanco es una enfermedad del frijol causada por. Este hongo tiene cuerpo filamentoso (micelio) de color blanco, con aspecto de algodonoso o de “saliva”, sus principales síntomas se presentan como crecimiento algodonoso blanco que envuelve las partes afectadas de la planta, ya sean hojas, flores o vainas (SADER, 2025).

2.15 Generalidades del extracto (Majic- Neem)

2.15.1 Aceite de neem (Majic-Neem)

Majic está formulado a base puro de neem y sales potásicas 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 (Agromajsb, 2023).

2.15.2 Mecanismo de acción del aceite de neem

Como agente activo el azadiractina, el cual se ha comprobado que funciona como insecticida natural que compite ventajosamente con los insecticidas sintéticos, ya que algunos insectos han desarrollado resistencia a estos últimos, y son controlados por derivados del aceite de neem, de esta manera, extractos con alta concentración de azadiractina podrían ser los precursores de una nueva generación de productos insecticidas, fungicidas, acaricidas y protectores de las cosechas sin contaminar el entorno (Arias *et al.*, 2009).

2.15.3 Eficacia del aceite de neem contra *Empoasca kraemeri*

El aceite de neem es eficaz para controlar *Empoasca kraemeri* debido a su acción repelente y disruptiva sobre la nutrición y la actividad reproductiva del insecto. Estudios han demostrado que, al aplicar aceites de neem, se produce una reducción significativa del daño foliar y de la población de la plaga (González *et al.*, 2019). Además, su uso repetido favorece la disminución gradual de las plagas en las temporadas siguientes, contribuyendo a un manejo integrado de plagas (Ramírez *et al.*, 2021).

2.15.4 Ventajas del Uso de aceite de neem

No tóxico para fauna benéfica: A diferencia de los pesticidas sintéticos, el aceite de neem es selectivo y no afecta a insectos polinizadores como las abejas (Díaz *et al.*, 2020).

Descomposición rápida: Se descompone rápidamente en el ambiente, lo que reduce el riesgo de contaminación a largo plazo.

Sostenibilidad: Su uso contribuye a prácticas agrícolas más sostenibles y menos dependientes de productos químicos sintéticos (Ramírez *et al.*, 2021).

Aunque el aceite de neem es eficaz, su control sobre *Empoasca kraemeri* no siempre es absoluto, y su eficacia depende de varios factores como la frecuencia de aplicación, condiciones climáticas y la etapa de desarrollo de la plaga. También es necesario usarlo junto con otros métodos de control, como la rotación de cultivos y el uso de depredadores naturales (González *et al.*, 2019).

2.16 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 que 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).

2.17 Chicharrita verde (*Empoasca kraemeri* Ross & Moor)

La chicharrita *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore, 1957) se considera una de las plagas más importantes que afecta el género *Phaseolus* debido a que puede atacar en cualquier fase fenológica, su incidencia causa mermas considerables en los rendimientos y a veces pérdidas totales (Ross y Moore, 1957). 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 (Boica *et al.*, 2000), además del síntoma conocido como encrispamiento del follaje (Castillo y González, 2008). El ataque es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente, a medida que aumenta la precipitación disminuyen las poblaciones de chicharritas (CIAT, 1989). En algunos casos puede disminuir hasta un 16% del rendimiento cuando existe una densidad

poblacional mayor a un adulto por planta (Moura *et al.*, 2017). Aunque este insecto plaga se presenta durante toda la etapa del cultivo, sus poblaciones se incrementan cuando aparecen las hojas trifoliadas, y se ven favorecidas por los vientos (Miranda *et al.*, 2016).

El ataque de chicharrita es severo durante todo el ciclo, aunque el período de las dos semanas previas a la floración es el más crítico, seguido en importancia por el lapso de floración y formación de vainas. Si las poblaciones altas de chicharrita se presentan a fines del ciclo de cultivo, las etapas de floración y formación de vainas son las más sensible al daño (Mena y Velázquez, 2010).

2.17.1 Clasificación taxonómica de *Empoasca kraemeri*

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Cicadellidae

Género: *Empoasca*

Especie: *kraemeri* (Ross y Moore)

2.17.2 Ciclo biológico de la chicharrita del frijol (*Empoasca kraemeri*)

Las ninfas y los adultos de este insecto son muy activos. Las hembras colocan sus huevos en el envés de las hojas y de los peciolos. Los huevos son introducidos dentro del tejido vegetal, y son colocados entre la unión de las nervaduras y la lámina foliar.

A una temperatura de 25 °C los huevos demoran en promedio 7 días en eclosionar. Las ninfas suelen ser poco móviles y se sitúan en las nervaduras. La ninfa pasa por 5 instares, cada instar incrementa de tamaño. Se requieren en promedio 8.5 días para que el insecto pase por los 5 instares y complete su desarrollo de ninfa, para pasar a ser un adulto. Los adultos viven en promedio 42 días a 25 °C. Cada hembra adulta es capaz de poner de 70 a 80 huevos. Esto lo hacen colocando alrededor de 3 huevos por día (Moura *et al.*, 2017).

2.17.3 Control químico de la chicharrita del frijol

El umbral de aplicación es de una ninfa por cada hoja trifoliada o de un adulto por planta de la germinación hasta la primera hoja trifoliada. Después de la tercera hoja trifoliada el umbral es de 3 ninfas por hojas trifoliadas o de tres insectos adultos por plantas. Para el control químico de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore se suelen utilizar los siguientes ingredientes activos: azinfos metílico, cipermetrina, acefato, deltametrina, endosulfan, fenvalerato, malatión y triclorfón (Bayer, 2020).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

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, se localiza en el municipio de Salvatierra en el estado de Guanajuato, México y se encuentra en las coordenadas 20°26'47" N y 100°94'58" O. El área de investigación se encuentra en las coordenadas 20°15'51" N y 100°56'54" O. Cuenta con un área de 225 m². Con una elevación de 1740 msnm.



Figura 5. Ubicación del área de estudio, EL Potrero, municipio de Salvatierra, Guanajuato (Google Maps, 2025).

3.2 Diseño experimental

Se estableció un diseño por bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizarán análisis de varianza determinando el Anova y se realizará

una comparativa de medias de TUKEY, los datos serán analizados en el estadístico SAS.



Figura 6. Distribución de los tratamientos en campo.

3.3 Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron fue el producto “Majic-Neem ®” de la empresa Agromajsb y un control químico (Cipermetrina 200) de la empresa CYPAC y un testigo absoluto.

Las dosis que se evaluaron son:

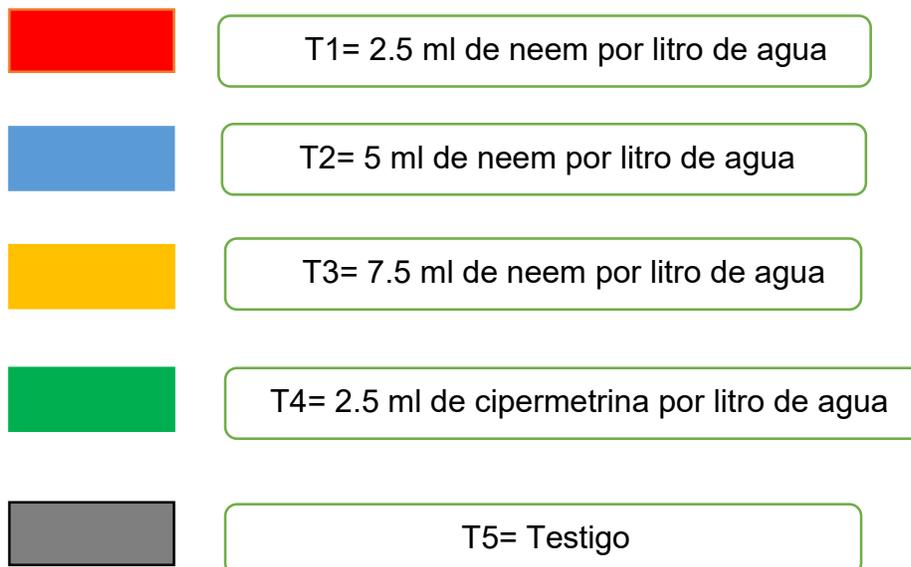


Figura 7. Descripción de tratamientos.

3.4 Preparación del terreno

Se implementaron las labores culturales necesarias para acondicionar el terreno de estudio, las cuales fueron el rastreo para eliminar malezas y descompactar el suelo, después se utilizó la surcadora para dar forma a los surcos y trazar los canales de riego para distribuir el agua de manera uniforme.



Figura 8. Preparación del terreno del área experimental

3.5 Dosificación de extracto de Neem

Se llevó acabo el siguiente estudio para evaluar las 3 diferentes concentraciones del extracto de neem, para después evaluar y considerar la dosis con mejores resultados de control y repelencia en la plaga de chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol.

3.6 Dosificación química

La elección de la dosificación química fue otorgada por el asesor externo, ya que como se sabe, la cipermetrina es un manejo habitual en los agricultores de la región. La dosis usada fue de 2.5 ml insecticida químico (Cipermetrina) / litro de agua

3.7 intervalos de 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.



Figura 9. Bomba utilizada en la aplicación de tratamientos.

3.8 Monitoreo

En la parte del monitoreo, se estará llevando a cabo antes de la aplicación de los tratamientos, esto con la finalidad de contar los miembros que se puedan encontrar en el frijol y después de la aplicación para contar los miembros de la chicharrita que pudieran a ver sobrevivido a la aplicación y así tomar los datos de cada tratamiento y conocer su efectividad, para después recabar los datos y someterlos a una aplicación estadística.

3.9 Variables a evaluar

Se evaluó la densidad de población de (*Empoasca kraemeri*) por unidad experimental, el efecto de las 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 con su respectiva etiqueta, en la cual se determinó el número de individuos previa y posteriormente a las aplicaciones.

3.9.1 Persistencia del producto

Se realizaron cuatro aplicaciones con intervalos de 15 días entre ellas, en ellas se evaluó el número de días que el producto ahuyentaba 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 verde.

3.9.2 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 las hojas, amarillamiento y enroscamiento o rizado de las hojas, así como defoliaciones de flores (Lozano *et al.*, 2015).

3.10 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.

3.10.1 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.

3.10.2 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.

3.11 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 $P \geq 0.05$.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Densidades poblacionales de huevecillos de (*Empoasca kraemeri*) a lo largo de los cuatro muestreos antes de la aplicación de tratamientos

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinaron las densidades poblacionales de huevecillos, ninfas y adultos en cada unidad experimental. En el gráfico 2, se muestran los resultados estadísticos obtenidos, previo a la primera aplicación de tratamientos para el control de huevecillos de chicharrita verde. En este gráfico se observan los valores de los cuatro muestreos que se realizaron a lo largo del estudio, observando que el tratamiento T4= (Control químico), fue el que presentó la menor densidad de huevecillos de *E. kraemeri* antes de cada aplicación.

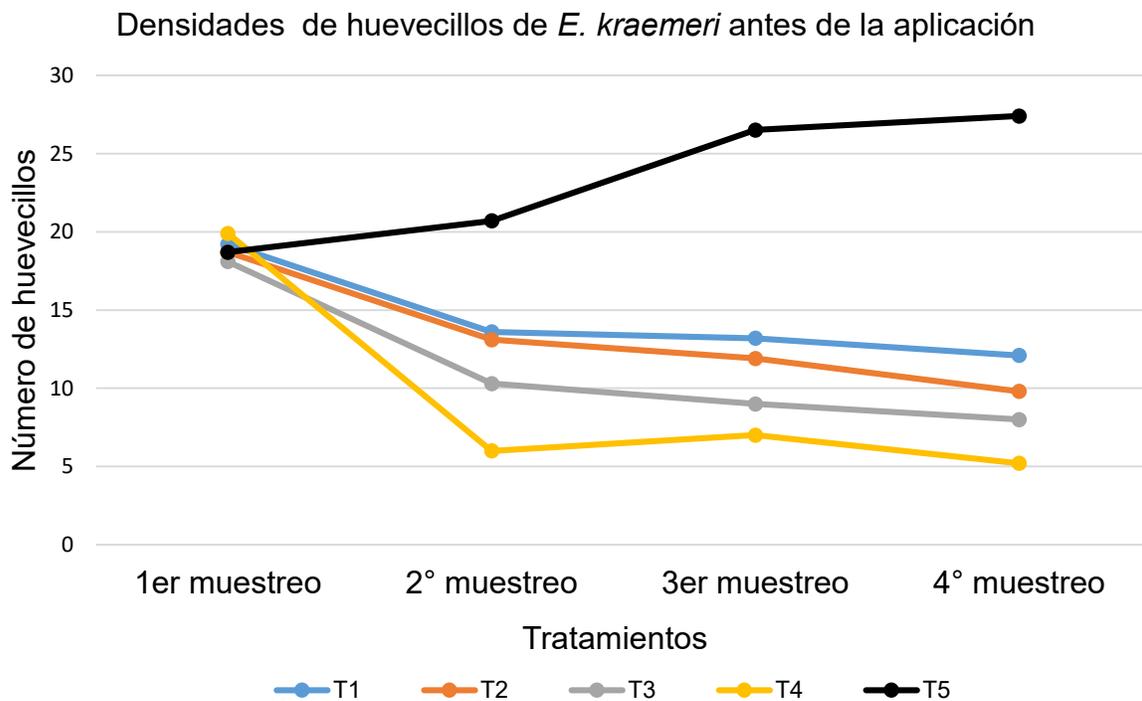


Gráfico 2. Densidad de huevecillos previo a la aplicación de los tratamientos en los cuatro muestreos.

4.2 Densidades poblaciones de huevecillos de (*E. kraemeri*) a lo largo de los cuatro muestreos posteriores a la aplicación de los tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante los cuatro muestreos que se realizaron a lo largo del estudio se presentan. En el gráfico 3, los datos de huevecillos de *E. kraemeri* posteriormente a la primera aplicación de tratamientos, indicaron que el tratamiento con menos densidad de huevecillos presentes fue el tratamiento T4=control químico, mientras que los tratamientos T1=Dosis de Majic-Neem 2.5ml/L de agua, T2=dosis de Majic-Neem 5 ml/ L de agua) y T3=dosis de Majic-Neem 7.5 ml/L se comportaron de forma muy semejante entre ellos. El testigo T5 presentó los mayores índices de huevecillos, los cuales incrementaron en cada aplicación, esto debido que no tuvo ningún control.

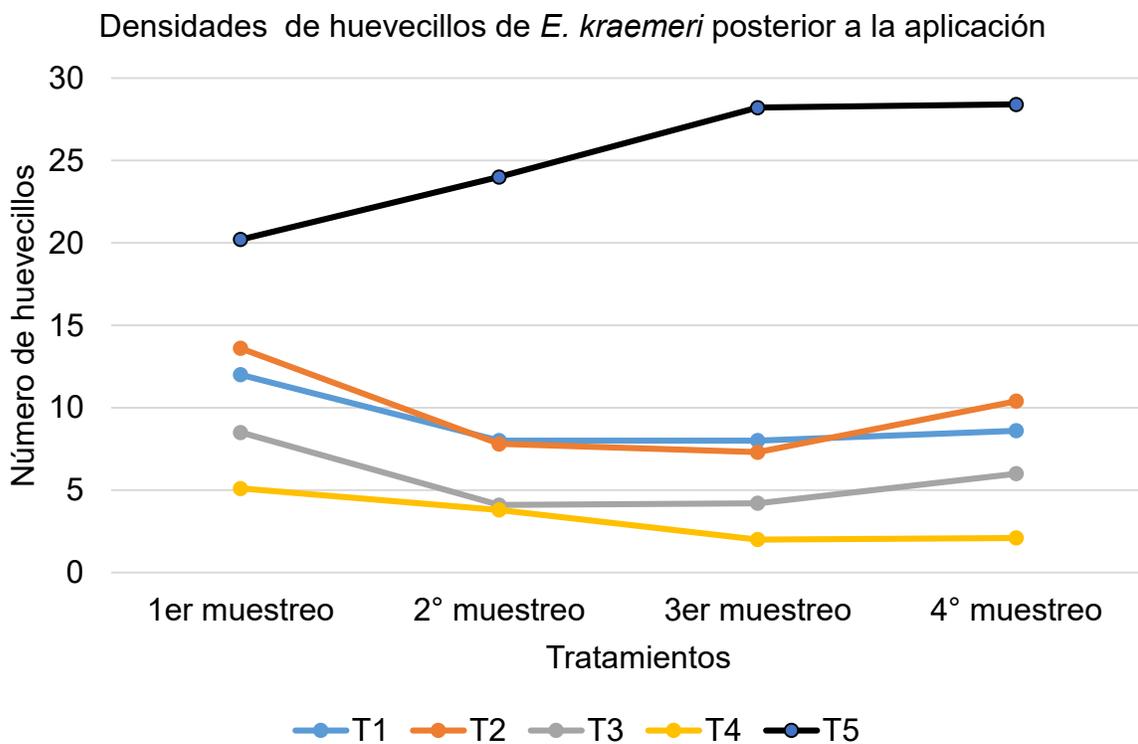


Gráfico 3. Densidad de huevecillos posteriormente a la aplicación de tratamientos.

4.2.1 Densidades poblacionales de huevecillos previo y posterior a la aplicación de los tratamientos para el control de huevecillos de *E. kraemeri*

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinaron las densidades poblacionales de huevecillos en cada unidad experimental. En el gráfico 4, se muestran los resultados estadísticos obtenidos antes y posterior a la primera aplicación de tratamientos para el control de huevecillos de *Empoasca kraemeri*, lo cual nos indica los diferentes resultados que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos, siendo los tratamientos T4 (control químico) y T3 (dosis Neem 7.5 ml/L de agua), los que presentaron un control más eficiente sobre huevecillos de la chicharrita.

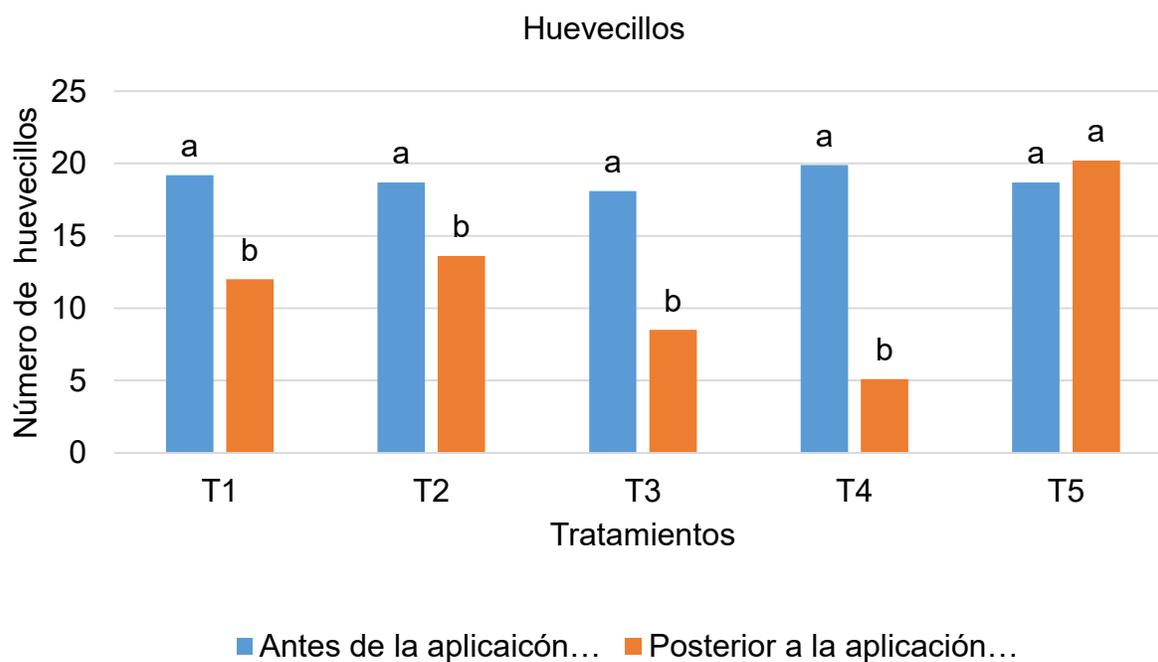


Gráfico 4. Densidades de huevecillos previa y posterior a la primera aplicación de tratamientos.

4.2.2 Segunda aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de *E. kraemeri*

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la segunda aplicación de tratamientos para el control de huevecillos de *E. kraemeri*. En el gráfico 5, se muestran las diferentes variables previo y posterior a la aplicación, siendo el tratamiento T4 (control químico) el más eficiente, seguido por el tratamiento T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) mientras que los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) presentan una similitud de individuos presentes. A diferencia del tratamiento T5 (testigo) que presenta la más alta densidad de huevecillos.

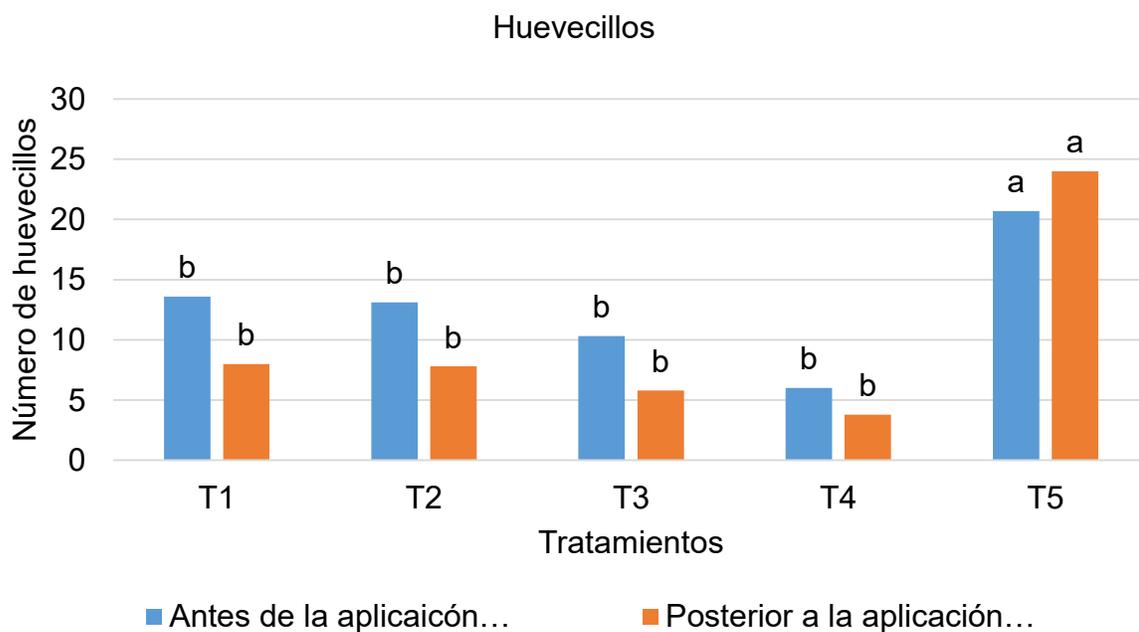


Gráfico 5. Densidad poblacional de huevecillos de chicharrita verde previo y posterior a su segunda aplicación en campo.

4.2.3 Tercera aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de *E. kraemeri*

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la tercera aplicación de tratamientos para el control de huevecillos de *E. kraemeri*. En el gráfico 6, se presentan los datos recolectados previo y posterior a la aplicación, evidenciando un control eficiente con el tratamiento T4 (control químico) y encontrando una similitud de control entre los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5ml/L de agua), T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua), siendo el tratamiento T5 (testigo) el tratamiento con mayor presencia de huevecillos.

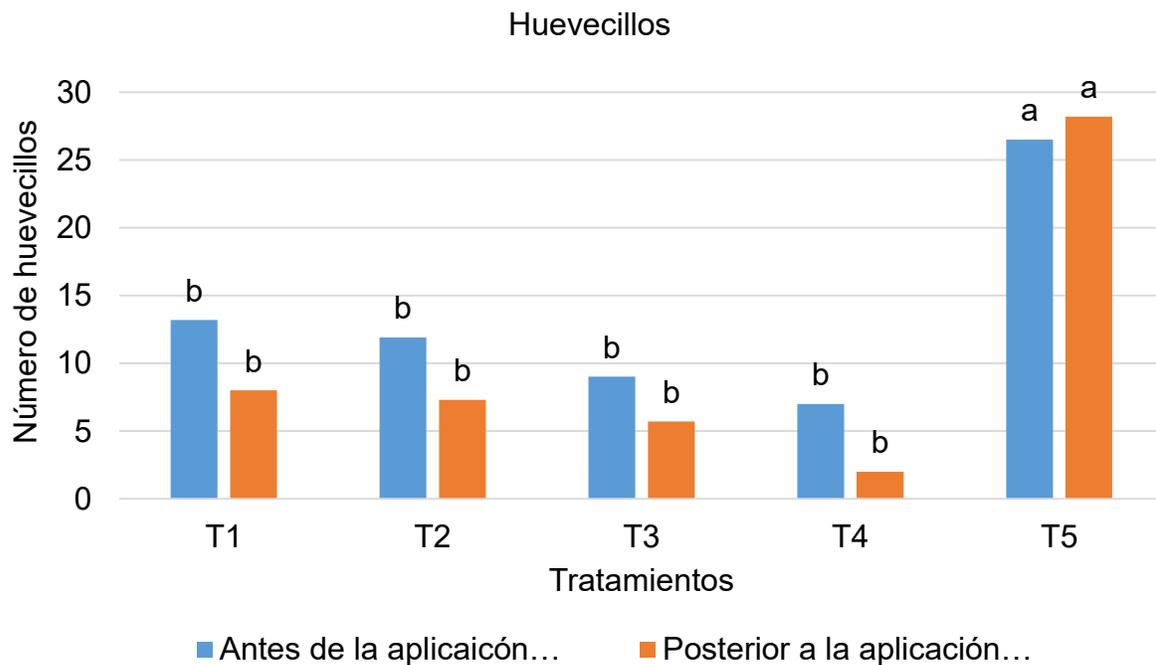


Gráfico 6. Densidad poblacional de huevecillos previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos.

4.2.4 Cuarta aplicación de tratamientos previo y posterior para el control de huevecillos de *E. kraemeri*

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la cuarta aplicación de tratamientos para el control de huevecillos de *E. kraemeri*. En el gráfico 7, se muestran los resultados estadísticos previo y posterior a la aplicación, siendo el tratamiento T4 (control químico) el más eficiente, seguida por el tratamiento T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) y T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua), mientras que para el tratamiento T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) sería el control menos eficiente debido a que presentó mayor presencia de huevecillos.

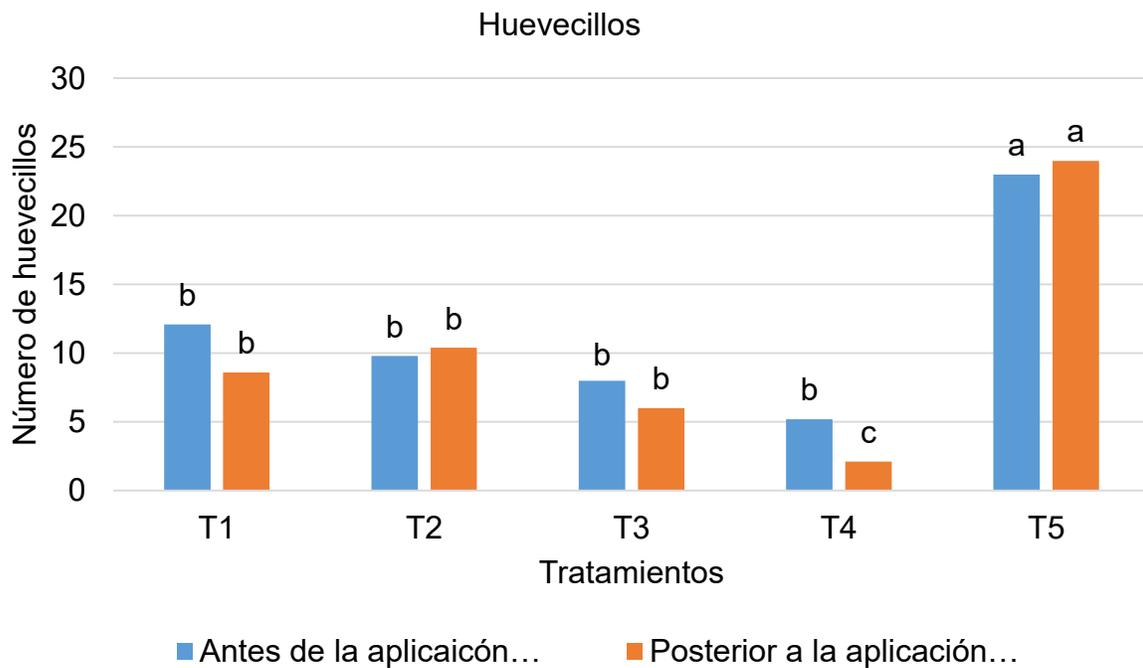


Gráfico 7. Densidad de huevecillos previo y posteriormente a la cuarta aplicación de tratamientos.

4.3 Densidades poblacionales de ninfas de *E. kraemeri* durante los cuatro muestreos previo a su aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos previo a la aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 8, se muestran los resultados estadísticos de los 4 monitoreos que se llevaron a cabo a lo largo del estudio, lo que nos indica la baja presencia de individuos en el tratamiento T4 (control químico) y una similitud entre los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua), T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua), siendo el tratamiento T5 (testigo) el que presenta un aumento significativo de ninfas a lo largo del estudio y para el cuarto muestreo desciende debido al daño excesivo que había acumulado la planta.

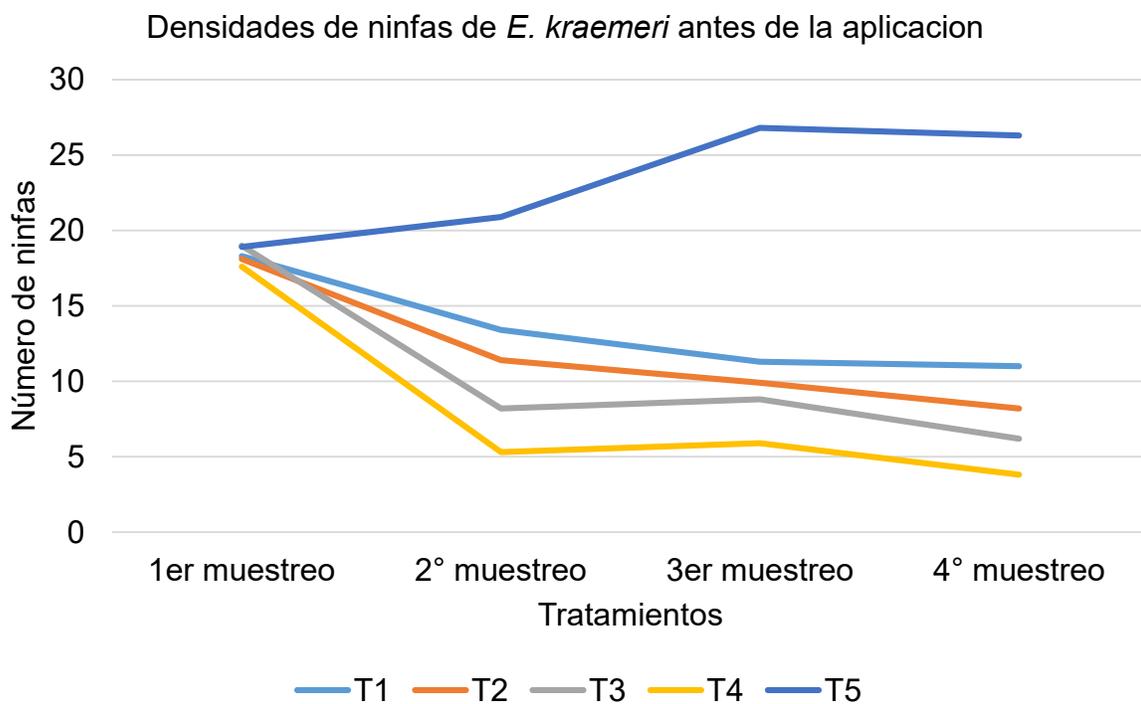


Gráfico 8. Densidad poblacional de los cuatro muestreos previo a la aplicación de tratamientos.

4.4 Densidades poblacionales de ninfas de *E. kraemeri* durante los cuatro muestreos posterior a su aplicación de muestreos

De acuerdo a los datos obtenidos posterior a la aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 9, se muestran los resultados estadísticos de los 4 monitoreos que se llevaron a cabo a lo largo del estudio, lo que nos indica la baja presencia de individuos en el tratamiento T4 (control químico) y una similitud de control en el tratamiento T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) siendo muy poca la diferencia de control entre los dos tratamientos y para T4 (control químico) siendo el mejor en el control de ninfas, seguido por el tratamiento T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) los cuales se observan los mejores resultados en tanto al control de densidades en ninfas.

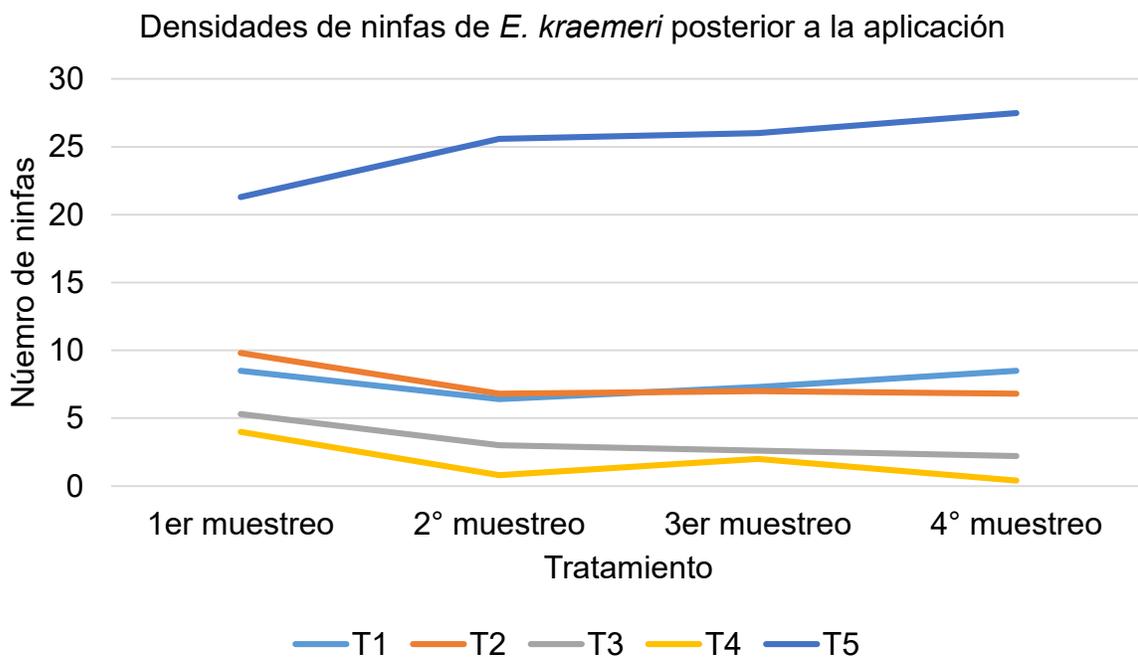


Gráfico 9. Densidad poblacional de los cuatro muestreos posterior a la aplicación de tratamientos para el control ninfas.

4.4.1 Densidades poblacionales previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos para el control de ninfas de (*E. kraemeri*)

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la primera aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 10, se muestran los resultados estadísticos obtenidos previo y posterior a la aplicación de tratamientos, indicando así sus diferentes resultados que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos, siendo T4 (control químico) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) los tratamientos con mejores respuestas de control de ninfas, mientras que para T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) se presenta una similitud de respuesta menos a los otros tratamientos.

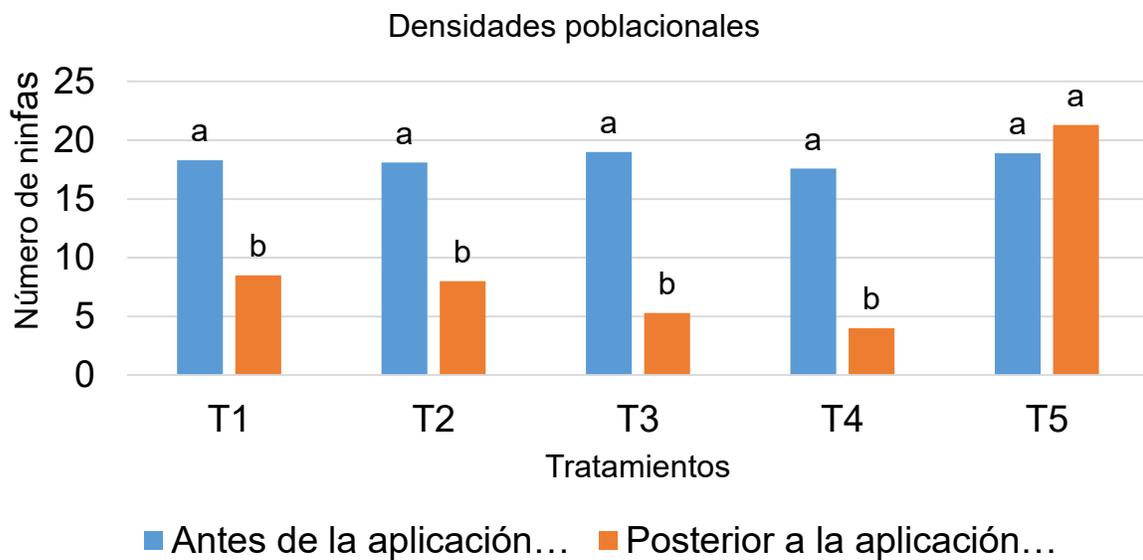


Gráfico 10. Densidad de ninfas previa y posteriormente a la primera aplicación de tratamientos.

4.4.2 Densidades poblacionales previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos para el control de ninfas de (*E. kraemeri*)

De acuerdo a los datos obtenidos previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 11, se presentan los datos estadísticos de los diferentes resultados que presentaron cada uno de los tratamientos, siendo T4 (control químico) el control con mayor efectividad, mientras que para T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua), T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) mostraron similitud de control menor a T4 (control químico).

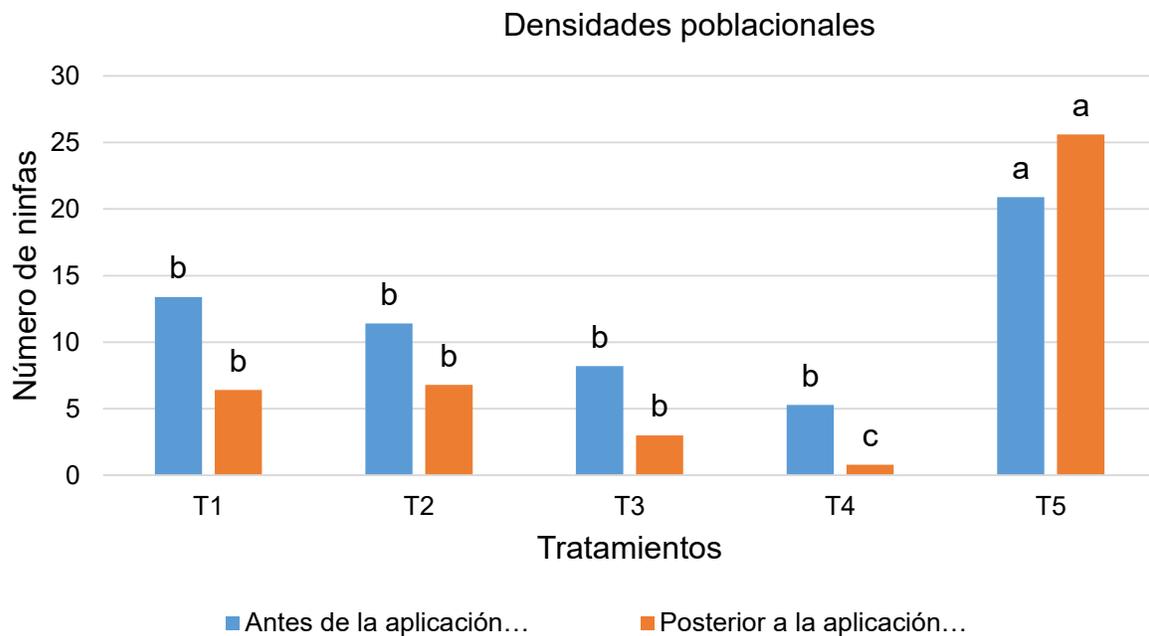


Gráfico 11. Densidad poblacional de ninfas previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos.

4.4.3 Densidades poblacionales de ninfas de (*E. kraemeri*) previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos

Mediante los datos obtenidos previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 12, se muestran los resultados estadísticos y las diferentes variables de acción de los tratamientos, siendo los tratamientos T4 (control químico) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) los que presentan un mejor control y un control similar entre los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua).

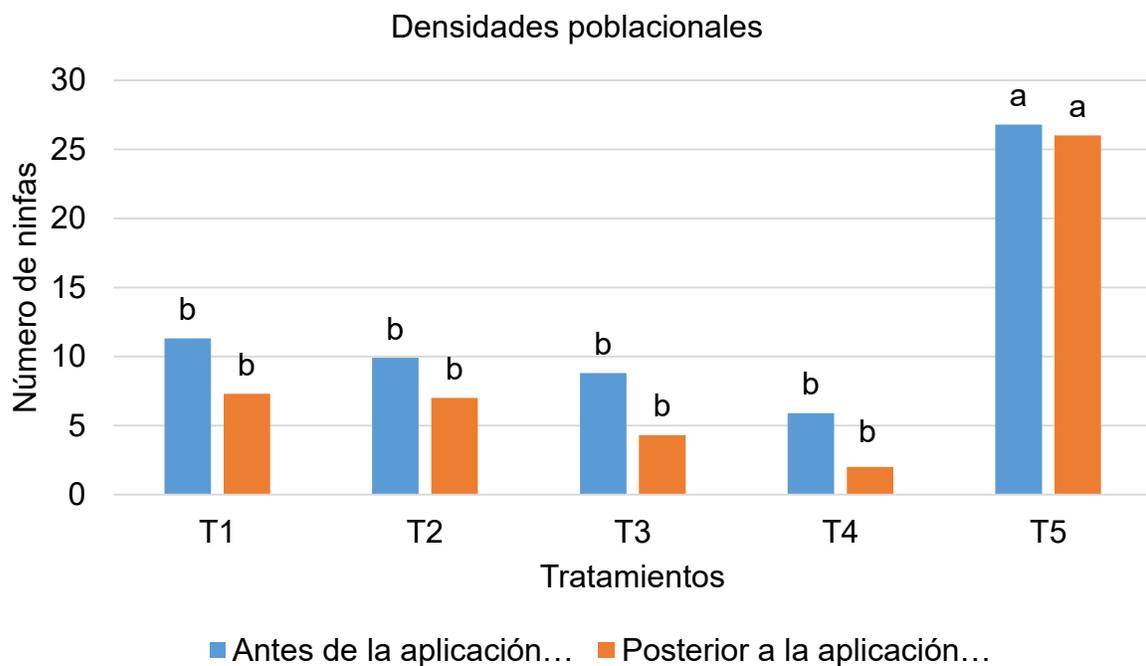


Gráfico 12. Densidad poblacional de ninfas previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos.

4.4.4 Densidades poblacionales de ninfas de (*E. kraemeri*) previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la cuarta aplicación de tratamientos para el control de ninfas de *E. kraemeri*. En el gráfico 13, se muestran los resultados estadísticos previo y posterior a la aplicación, lo cual nos indica las diferentes variables de control de los tratamientos, siendo T4 (control químico) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) los que presentaron el mejor control, mientras que T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) fue el tratamiento menos eficiente para el control de ninfas.

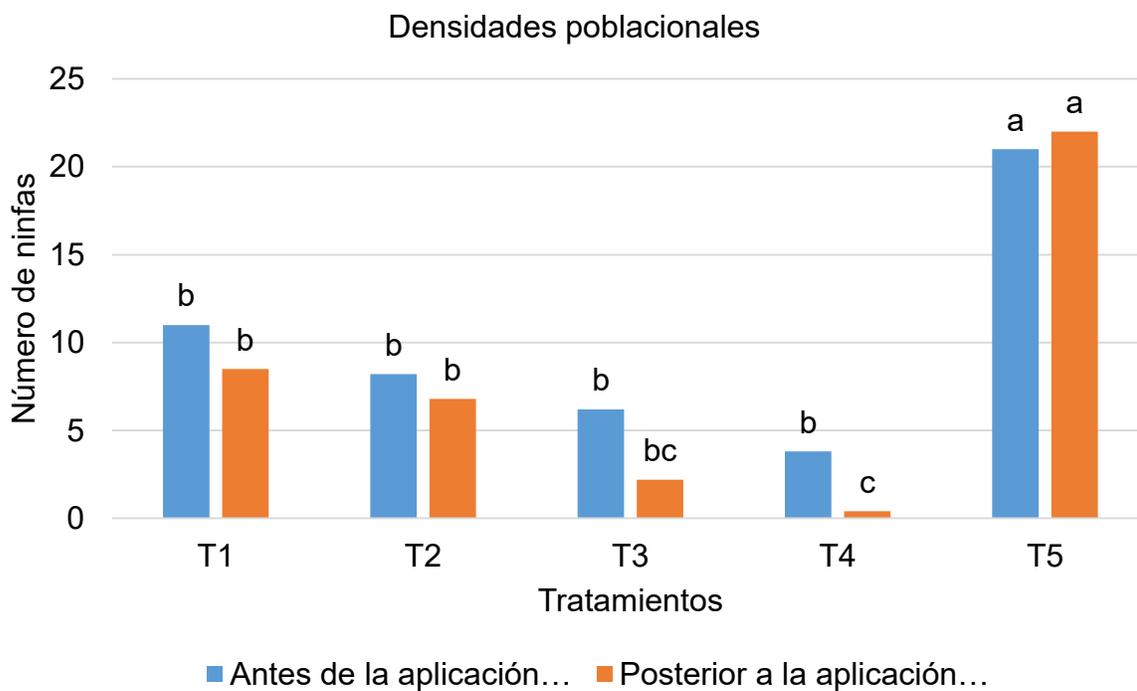


Gráfico 13. Densidad de ninfas previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos.

4.5 Densidades poblacionales de individuos adultos de (*E. kraemeri*) a lo largo de sus cuatro muestreos previo a la aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos previos a la aplicación de los tratamientos para el control de individuos adultos de *E. kraemeri*. En el gráfico 14, se muestran los resultados estadísticos de los cuatro muestreos que se llevaron a cabo durante el transcurso del estudio, determinando que el tratamiento T4 (control químico) sería el control con menos presencia de individuos, seguida por el tratamiento T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) y presentando una similitud de control entre los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua), mientras que el tratamiento T5 (testigo) presenta un aumento de individuos conforme a los muestreos realizados.

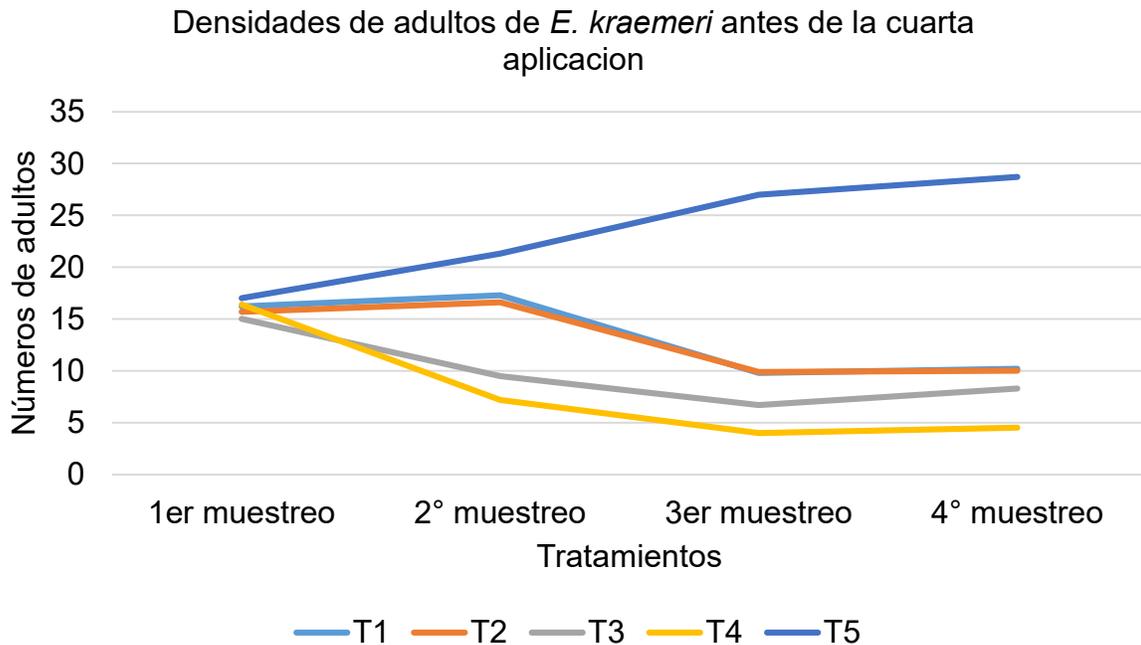


Gráfico 14. Densidades poblacionales de individuos adultos previo a la aplicación de tratamientos para su control.

4.6 Densidades poblacionales de adultos de (*E. kraemeri*) a lo largo de sus cuatro muestreos posterior a la aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos posteriores a la aplicación de los diferentes tratamientos para el control de individuos adultos de *E. kraemeri*. En el gráfico 15, se muestran los diferentes resultados que se presentaron durante los cuatro muestreos que se llevaron a cabo a lo largo del estudio, lo cual nos indicó que el mejor tratamiento de control fue el T4 (control químico) debido a su disminución de individuos por muestreo, seguido por el tratamiento T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua), dejando por poco en diferencia a los tratamientos T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua).

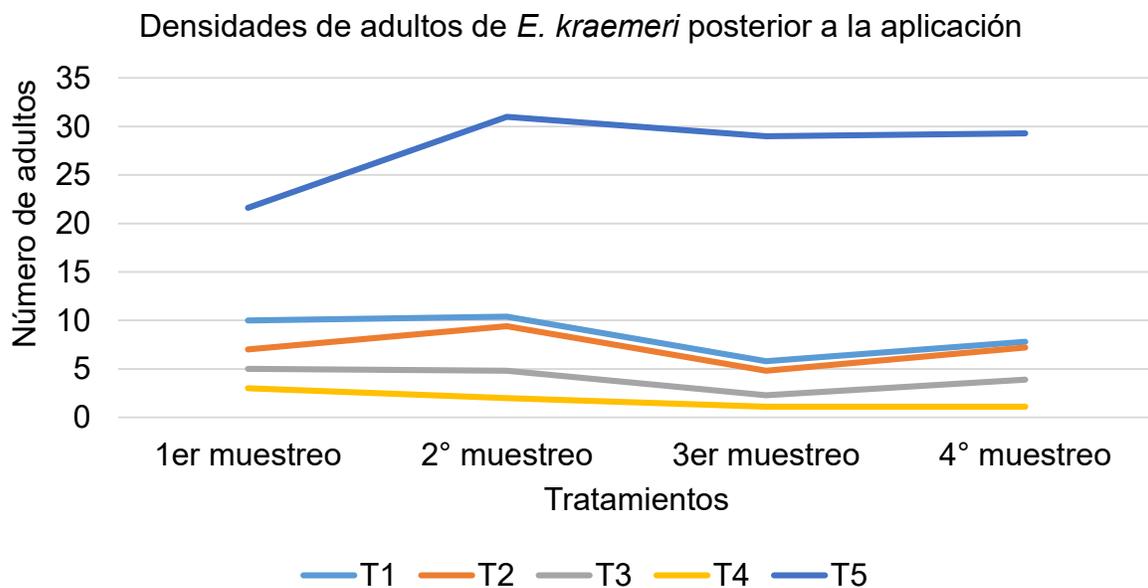


Gráfico 15. Densidades poblacionales de individuos adultos posterior a la aplicación de tratamientos en los cuatro muestreos para su control.

4.6.1 Densidades poblacionales de individuos adultos de *E. kraemeri* previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante los muestreos. En el gráfico 16, se muestran los resultados estadísticos obtenidos previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos para el control de individuos adultos de *E. kraemeri*, lo cual nos indicó los diferentes resultados obtenidos de acuerdo a su tratamiento, indicando que el tratamiento con mejor control de individuos fue el T4 (control químico) teniendo una similitud de control con el T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua), mientras que para T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) fue el control con mayor presencia de individuos.

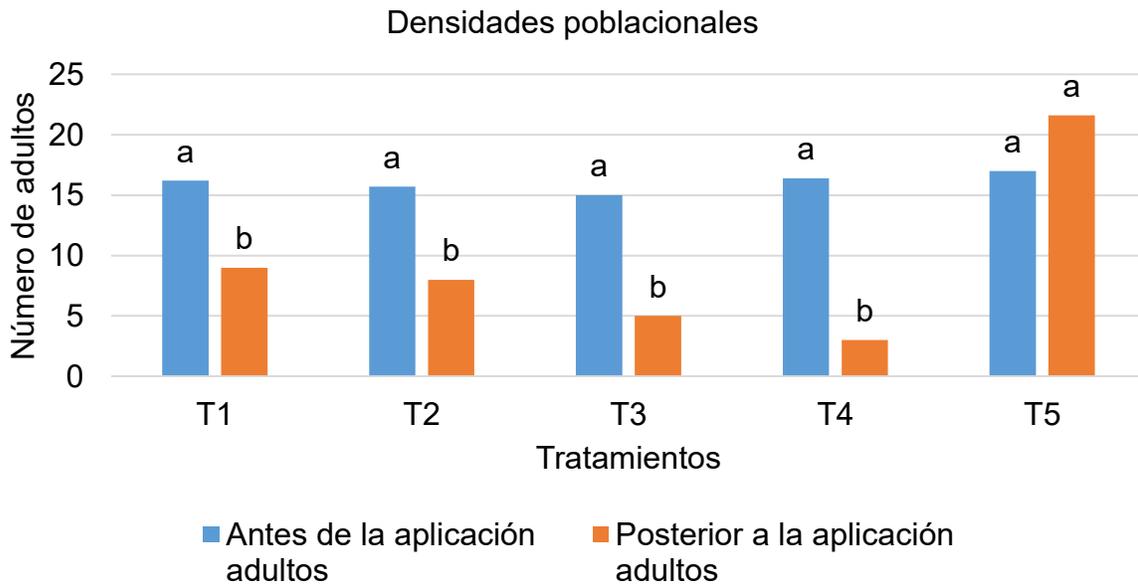


Gráfico 16. Densidad población de individuos adultos de chicharrita verde previa y posterior a la primera aplicación de tratamientos.

4.6.2 Densidad poblacional de individuos adultos de *E. kraemeri* previo y posterior a la segunda aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la segunda aplicación de tratamientos para el control de adultos de *E. kraemeri*. En el gráfico 17, se muestran los resultados estadísticos obtenidos previo y posterior a la aplicación de tratamientos, lo cual nos indica los diferentes resultados que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos siendo los tratamientos con mayor eficacia, T4 (control químico) seguido por T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua), mientras que para T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) fue el tratamiento menos eficiente, ya que fue el que presentó mayor número de individuos posterior a su aplicación.

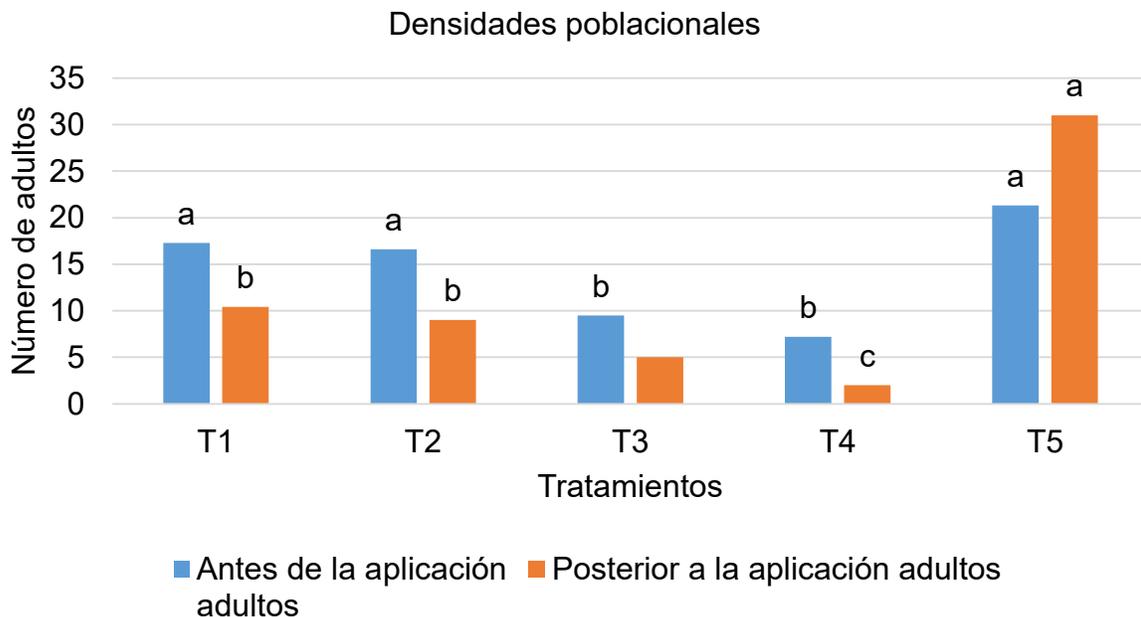


Gráfico 17. Densidad de población de individuos adultos previo y posterior a la aplicación de tratamientos.

4.6.3 Densidades poblacionales de individuos adultos de (*E. Kraemeri*) previo y posterior a la tercera aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la tercera aplicación de tratamientos para el control de adultos de *E. kraemeri*. En el gráfico 18, se muestran los resultados estadísticos obtenidos previo y posterior a la primera aplicación de tratamientos, lo cual nos indicó los diferentes resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos, reflejando una similitud de control entre los tratamientos T4 (control químico) y T3 (dosis de neem 7.5 ml/L de agua) siendo los mejores para el control de adultos mientras que T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua). También presentaron una similitud de control entre ellos, pero con mayor presencia de individuos adultos.

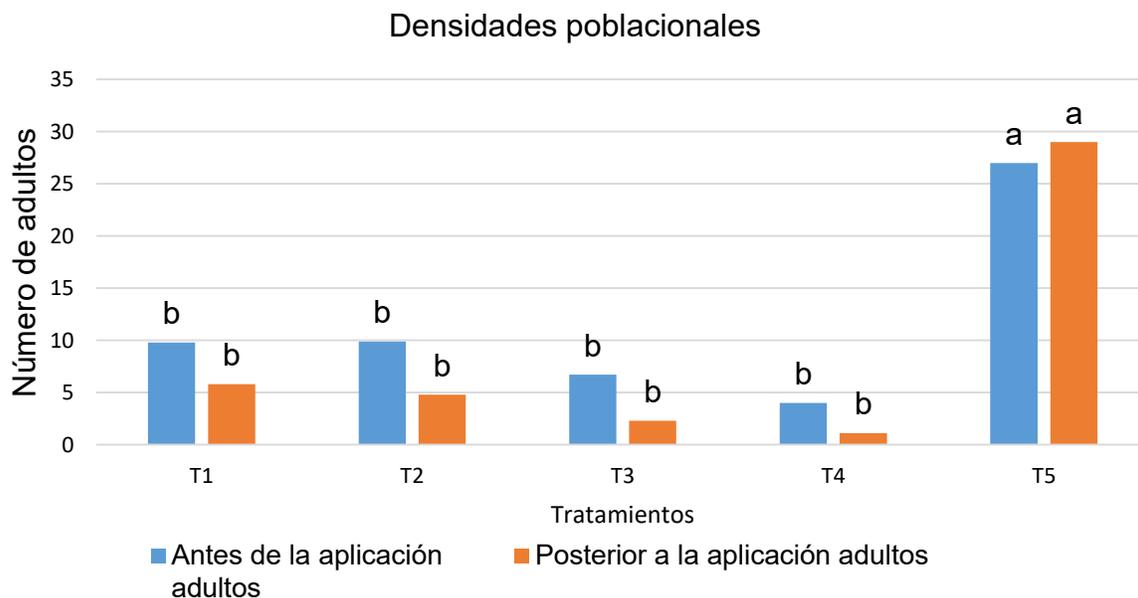


Gráfico 18. Densidad poblacional de individuos adultos previo y posteriormente a la aplicación de los tratamientos.

4.6.4 Densidades poblacionales de individuos adultos de (*E. kraemeri*) previo y posterior a la cuarta aplicación de tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la cuarta aplicación de tratamientos para el control de adultos de *E. kraemeri*. En el gráfico 19, se muestran los resultados estadísticos obtenidos previo y posterior a la aplicación de tratamientos, lo cual nos indicó que el tratamiento T4 (control químico) tuvo un control significativo, ya que se encontraron muy pocos individuos adultos, mientras que T1 (dosis de neem 2.5 ml/L de agua) y T2 (dosis de neem 5 ml/L de agua) presentaron una similitud significativa de control y una disminución de individuos en el tratamiento T5 (testigo) debido al daño presente en la planta por el ataque (*E. kraemeri*).

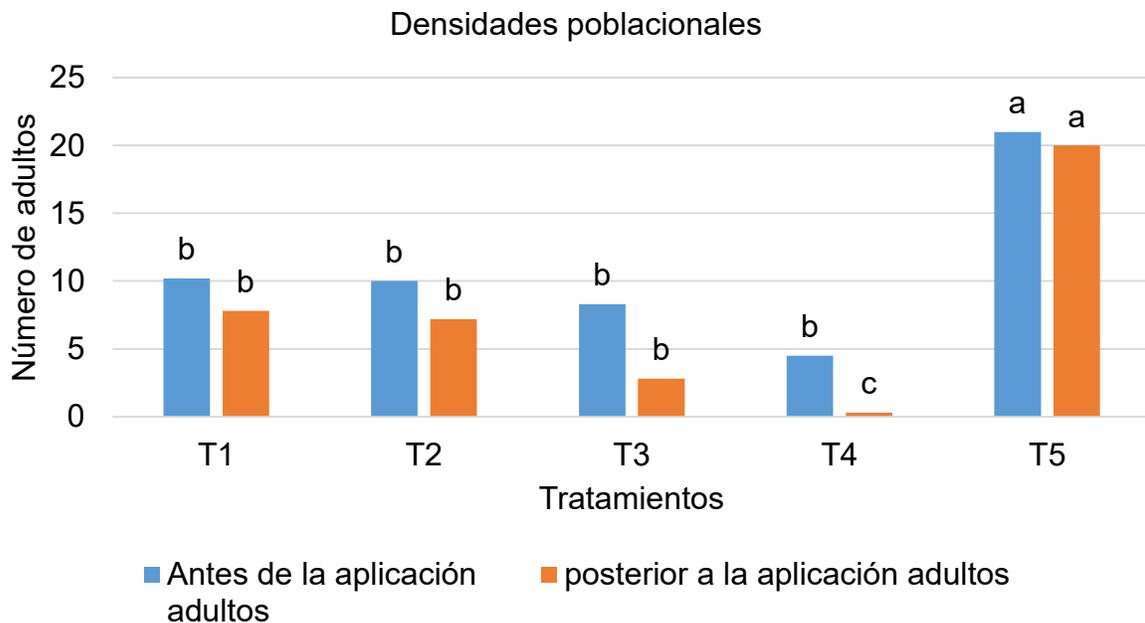


Gráfico 19. Densidad poblacional de individuos adultos previo y posterior a la aplicación de tratamientos.

4.7 Daños causados por *E. kraemeri* en frijol

4.7.1 Enanismo o crecimiento reducido

Los daños observados por la chicharrita son: Enchinamiento de las hojas por la transmisión de virosis y por la succión de la sabia. Estos se pueden observar en la figura siguiente.



Figura 10. Enanismo causado por *E. Kraemeri* en hojas de frijol.

4.7.2 Amarillamiento de las hojas

La chicharrita al succionar la sabia de las hojas provoca una clorosis o amurallamiento como se muestra en la figura siguiente.



Figura 11. Clorosis de hojas de frijol causado por *E. Kraemeri*.

4.7.3 Deformación y caída de hojas y vainas

Las vainas pueden deformarse por la transmisión de virus que provoca la chicharrita *E. kraemeri* en frijol, así como defoliación de hojas y abscisión de vainas.



Figura 12. Deformación y pérdida de vainas causado por *E. kraemeri*.

4.7 Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia del producto comercial Majic, a base de extracto de neem, en el control de la chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frijol. Se realizaron cuatro aplicaciones utilizando tres diferentes dosis de Majic, comparándose con un tratamiento químico a base de Cipermetrina y un testigo sin tratamiento. Los resultados obtenidos muestran que el uso de aceite neem es una alternativa viable en el manejo integrado de *Empoasca kraemeri*.

En cuanto al control de huevecillos, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con Majic y el testigo durante las tres primeras aplicaciones. Sin embargo, en la cuarta aplicación, el tratamiento químico demostró una eficacia

superior, presentando un menor número de huevecillos en comparación con los tratamientos de neem y el testigo. Este resultado es coherente con estudios previos que destacan la rápida acción de los insecticidas químicos en etapas tempranas del desarrollo de los insectos (Isman, 2006).

Por otro lado, para el control de ninfas, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos durante la primera aplicación. No obstante, en la segunda y cuarta aplicaciones, el tratamiento químico fue significativamente más eficaz, con un menor número de ninfas en comparación con los tratamientos de Majic y el testigo. Este resultado sugiere que, aunque el neem tiene propiedades insecticidas bien documentadas, su acción puede ser más lenta y menos efectiva bajo ciertas condiciones de campo (Schmutterer, 1990).

El comportamiento observado en los adultos fue similar al de las ninfas. En la primera aplicación no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, excepto con el testigo, que mostró la mayor población de adultos. Sin embargo, en la segunda y cuarta aplicaciones se observaron diferencias notables, siendo nuevamente el tratamiento químico el más efectivo. Esto podría atribuirse a la persistencia y rápida acción de la Cipermetrina en comparación con el neem, cuyas propiedades repelentes y de interrupción del desarrollo pueden tardar más tiempo en manifestarse (Mordue & Blackwell, 1993).

El hecho de que el testigo presentara las mayores poblaciones en todas las fases del ciclo biológico de la chicharrita verde refuerza la necesidad de implementar medidas de control efectivas. Aunque los resultados sugieren que el tratamiento químico ofrece un control más rápido y efectivo, el uso de extractos de neem como Majic representa una alternativa más sostenible y menos perjudicial para el medio ambiente, alineándose con los principios del manejo integrado de plagas (Pavela & Benelli, 2016).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El estudio sobre la eficacia de tres diferentes dosificaciones de extracto de neem para el control de la chicharrita verde reveló que todas las dosis evaluadas presentaron un efecto similar en la reducción de la plaga. Sin embargo, la dosis de 7.5 ml/L de agua destacó como la más efectiva, mostrando un nivel de control comparable al obtenido con el insecticida químico cipermetrina. Estos resultados sugieren que el extracto de neem, particularmente en esta concentración, puede ser una alternativa prometedora para el manejo de la chicharrita verde, ofreciendo una opción más ecológica y reduciendo la dependencia de productos químicos sintéticos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda el uso de productos orgánicos para el control de chicharrita verde en frijol debido a que este permite disminuir las aplicaciones de insecticidas químicos y mantener las poblaciones de la plaga a niveles que no causen un daño económico, esto combinado con prácticas culturales, y manejo de rotación de cultivos.

Se recomienda evaluar los mismos parámetros en primavera verano ya que en esas fechas el incremento de la plaga es superior y se puede observar un mayor impacto que en el ciclo de otoño invierno.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Arias, Daniel; Vázquez, Greta; Montañez, Laura; Álvarez, Ruth; Pérez, Víctor. (2009). Bayer.com. (2025). Enfermedades fungosas del frijol ejotero. Disponible en: <https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/agronomic-spotlights/enfermedades-foliares-fungosas-del-frijol-ejotero.html>.
- Carrillo-Marinez, C. J., Alvarez- Fuentes, G., Aguilar- Benitez, G., & Garcia- Lopez, J. C. (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annum.*) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Acta Universitaria*, 29(1). <https://doi.org/10.15174/au.2019.1984>
- Cambiagro. (2024). Guía para la fertilización del frijol: tipos y dosis. Disponible en: [https://blog.cambiagro.com/frijol/fertilizacion-del-frijol/#:~:text=Dosis%20recomendada%20de%20fertilizaci%C3%B3n%20en%20el%20frijol&text=Nitr%C3%B3geno%20\(N\):%2020%2D,kg/ha%20durante%20la%20siembra](https://blog.cambiagro.com/frijol/fertilizacion-del-frijol/#:~:text=Dosis%20recomendada%20de%20fertilizaci%C3%B3n%20en%20el%20frijol&text=Nitr%C3%B3geno%20(N):%2020%2D,kg/ha%20durante%20la%20siembra).
- Determinación del Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de Neem (*Azadirachta Indica*). *Revista Ingeniería UC*, vol. 16, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 22-2. *Revista Ingeniería UC*. (Dakota del Norte). Redalyc.org. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/707/70717551004.pdf>.
- Díaz, M. J., Pérez, R., & González, A. (2020). Eficacia del aceite de neem en el control de *Empoasca kraemeri* en cultivos de maíz. *Revista de Protección Vegetal*, 35(4), 112-118.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. (2010). Antracnosis del Frijol *Colletotrichum lindemuthianum*. Ficha Técnica. Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600963/Antracnosis_del_frijol.pdf
- Feitosa, S., Greiner, R., Meinhardt, A. K., Müller, A., Almeida, D. T., & Posten, C. (2018). Effect of traditional household processes on iron, zinc and copper bioaccessibility in black bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Foods*, 7(8).

<https://doi.org/10.3390/foods7080123>.

- FIRA. (2022) Agroalimentario, P. (s/f). Panorama Agroalimentario Frijol 2022. Org.mx. Disponible en: <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/Panorama-Agroalimentario-Frijol-2022.pdf>.
- García, F., López, S., & Vázquez, R. (2014). Requerimientos nutricionales del frijol en suelos de baja fertilidad. *Revista Mexicana de Agricultura*, 12(3), 58-65.
- Garcilazo, F.M. (2023). Frijol, una legumbre que da identidad a los pueblos de México. CIMMYT. Disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/frijol-una-legumbre-que-da-identidad-a-los-pueblos-de-mexico/>.
- Gaucín, Dario. (2019). El mercado mundial y nacional del frijol. *El Economista*. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/opinion/El-mercado-mundial-y-nacional-del-frijol-20190328-0088.html>.
- González, F. A., Hernández, M. T., & Martínez, J. P. (2019). El aceite de neem como alternativa en el control biológico de *Empoasca kraemeri* en cultivos agrícolas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 75-83.
- Guerra-Maldonado, Giorvys. (2021). El aceite de Neem (*Azadirachta indica A. Juss*) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología* vol. 25, núm. 1. ISSN-e: 1028-0871. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4412169016/html/>.
- Herrera, G., Díaz, A., & Martínez, J. (2017). Fertilización nitrogenada en frijol: Efectos en el rendimiento y calidad del grano. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 75-82.
- IICA. (2008). Guía de identificación y manejo de enfermedades del frijol en América Centra. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2008,-Identificacion-y-manejo-de-enfermedades-del-frijol-en-CA,-M.pdf>.
- Infoagro. (2018). Chicharritas en el cultivo de frijol. *Revista InfoAgro México*. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/chicharritas-en-el-cultivo-de-frijol/>.
- Infoagro. (2018). Chicharritas en el cultivo de frijol. *Revista InfoAgro México*. Consulta en línea [20 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/chicharritas-en-el-cultivo-de-frijol/>

- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45-66.
- Lépiz Ildelfonso, R., López Alcocer, JJ, Sánchez González, JJ, Santacruz-Ruvalcaba, F., Nuño Romero, R., & Rodríguez Guzmán, E. (2010). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33 (1), 21–28. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-7380201000010.0005
- Mena Covarrubias J. y Velázquez Valle, R. (2019). Manejo Integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SAGARPA. Disponible en: <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PlagasFrijol.pdf>.
- Mordue, A. J., & Blackwell, A. (1993). Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology*, 39(11), 903-924.
- Mujica, A., Zárate, M., & Solís, J. (2015). El potasio y su influencia en la productividad de frijol. *Agricultura Tropical*, 34(4), 22-30.
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007.
- Pérez, G., López, R., & González, E. (2018). Importancia del magnesio y calcio en el crecimiento del frijol. *Investigación Agrícola*, 17(1), 45-52.
- Porres, V., & Cuxil, D. (2024, 25 de septiembre). Enfermedades Del Frijol: Cuáles Son Y Cómo Controlarlas. Blog Cambiagro. <https://blog.cambiagro.com/frijol/enfermedades-del-frijol/enfermedades-del-frijol/>
- Proain. (2020). Manejo integrado de plagas en la producción de frijol. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/manejo-integrado-de-plagas-en-la-produccion-de-frijol>.
- Proain. (2020) Manejo de la Diabrotica en el Cultivo de Maíz. (Dakota del Norte). Intagri.com. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-de-la-diabrotica-en-el-cultivo-de-maiz>

- Progreso. (2019). La importancia del frijol en México. Historia del frijol. Disponible en: <https://www.arrozprogreso.com/blog/frijol-en-mexico/>
- Ramírez, L., Fernández, A., & Castro, J. (2021). Control biológico y manejo integrado de *Empoasca kraemeri* usando aceite de neem. *Agricultura Sostenible*, 22(3), 145-153.
- Remache, C. y 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. Disponible en: <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14106>.
- Ríos, D., Sánchez, M., & Romero, C. (2014). Micronutrientes en la nutrición del frijol: Un estudio de su deficiencia y corrección. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 22(5), 67-75.
- Rodríguez Fernández, P. y Sánchez Mora, C. (2021). Producción ecológica de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frent. *Ciencia en su PC*, vol. 1, núm. 2, pp. 60-70, 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731005/html/>.
- Rodríguez, M., Ramírez, S., Camacho, D., Serrano, J. y Madrigal D. (2020). Acerca de la vainica (*Phaseolus vulgaris*). Engormix. Disponible en: https://www.engormix.com/agricultura/miscellaneous/acerca-vainica-phaseolus-vulgaris_a46002/.
- Rubio, G. and Lynch, J.P. 2007. Compensation among root classes of *Phaseolus vulgaris* L. *Plant and Soil* 290:307-321. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-006-9163-7>
- SADER. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025). Moho blanco o salivazo, cuida tu frijol de esta enfermedad. Gob.mx. Recuperado el 2 de abril de 2025, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/moho-blanco-o-salivazo-cuida-tu-frijol-de-esta-enfermedad>.
- SAGARPA. (2019) Agricultura y Desarrollo Rural, S. (sin fecha). La importancia del frijol en México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-importancia-del-frijol-en-mexico>.

- SAGARPA. (2022). La importancia de la producción de frijol en México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-importancia-de-la-produccion-de-frijol-en-mexico>.
- Sangerman-Jarquín, Dora Ma., Acosta-Gallegos, Jorge A., Schwenstesius de Rindermann, Rita, Damián Huato, Miguel Ángel, & Larqué Saavedra, Bertha Sofía. (2010). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(3), 363-380. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300007&lng=es&tlng=es.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35(1), 271-297.
- SIAP Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Aptitud agroclimática del frijol en México ciclo agrícola primavera verano. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/448930/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_PV_2019.pdf.
- Silva, P., Mora, L., & Ramírez, A. (2016). Calcio y su papel en la resistencia a enfermedades del frijol. *Ciencia y Tecnología Agrícola*, 19(2), 88-94.
- Vega-Arroyo, María Maricela., Vargas-Canales, Juan Manuel., Orozco-Cirilo, Sergio., Zambrano-Armendáriz, Francisco. (2022). https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vargas-Canales/publication/365109310_Estructura_y_funcionamiento_de_la_cadena_de_valor_de_frijol_en_Guanajuato_Mexico/links/63650be054eb5f547ca2715b/Estructura-y-funcionamiento-de-la-cadena-de-valor-de-frijol-en-Guanajuato-Mexico.pdf.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1 Anexo 1. Análisis estadísticos

PRIMER MUESTREO ANTES

Sistema SAS

11:15 Monday, February 25, 2025

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

Sistema SAS

11:15 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

Variable dependiente: huevecillos (muestreo antes de la aplicación)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	411.520000	51.440000	1.20	0.3565
Error	16	683.840000	42.740000		
Total corregido	24	1095.360000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE huea Media
 0.375694 43.12390 6.537584 15.16000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	256.560000	64.140000	1.50	0.2488
rep	4	154.960000	38.740000	0.91	0.4836

Sistema SAS 11:15 Monday, February 22, 2010 4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: ninfas muestreo antes de la aplicación

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	226.800000	28.350000	0.35	0.9300
Error	16	1281.200000	80.075000		
Total corregido	24	1508.000000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE nina Media
 0.150398 47.59821 8.948464 18.80000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	110.000000	27.500000	0.34	0.8447
rep	4	116.800000	29.200000	0.36	0.8302

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adultos (antes de la aplicación primera)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	21.2000000	2.6500000	0.51	0.8302
Error	16	82.8000000	5.1750000		
Total corregido	24	104.0000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Media
0.203846	14.77184	2.274863	15.40000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	16.4000000	4.1000000	0.79	0.5472
rep	4	4.8000000	1.2000000	0.23	0.9164

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para hevecillos antes segunda aplicación
 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	16
Error de cuadrado medio	42.74
Valor crítico del rango estudentizado	4.33269
Diferencia significativa mínima	12.667

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	19.900	5	4
A	18.700	5	2
A	18.700	5	5
A	18.100	5	3
A	19.200	5	1

Ninfas antes de la segunda aplicación

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 16
 Error de cuadrado medio 80.075
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 17.339

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	18.900	5	5
A	19.000	5	3
A	17.600	5	4
A	18.300	5	1
A	18.100	5	2

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para adultos antes de la segunda aplicación

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 16
 Error de cuadrado medio 5.175
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 4.4079

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	16.400	5	4
A	16.200	5	1
A	15.700	5	2
A	15.000	5	3
A	17.000	5	5

PRIMER MUESTREO DESPUÉS

Obs	trat	rep	huesa	nina	adua
1	1	1	2	7	10
2	1	2	10	6	9
3	1	8	26	13	1
4	1	5	18	3	12
5	2	1	13	14	8
6	2	2	7	10	13
7	2	3	18	1	10
8	2	4	6	9	11

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

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
rep	6	1 2 3 4 5 8

Número de observaciones leídas 24
 Número de observaciones usadas 24

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	369.1166667	41.0129630	1.10	0.4220
Error	14	522.7166667	37.3369048		
Total corregido	23	891.8333333			

R-cuadrado 0.413885
 Coef Var 46.70364
 Raíz MSE 6.110393
 huea Media 13.08333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	33.0333333	8.2583333	0.22	0.9221
rep	5	336.0833333	67.2166667	1.80	0.1774

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	1677.0166667	186.335185	5.41	0.0026
Error	14	481.9416667	34.424405		
Total corregido	23	2158.9583333			

R-cuadrado 0.776771
 Coef Var 53.54128
 Raíz MSE 5.867231
 nina Media 10.95833

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1432.608333	358.152083	10.40	0.0004

rep 5 244.408333 48.881667 1.42 0.2768
 Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	514.4166667	57.1574074	23.86	<.0001
Error	14	33.5416667	2.3958333		
Total corregido	23	547.9583333			

R-cuadrado 0.938788
 Coef Var 17.60585
 Raíz MSE 1.547848
 adua Media 8.791667

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	421.9583333	105.4895833	44.03	<.0001
rep	5	92.4583333	18.4916667	7.72	0.0011

Sistema SAS 11:15 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 14
 Error de cuadrado medio 37.3369
 Valor crítico del rango estudentizado 4.40661
 Diferencia significativa mínima 12.339
 Media armónica de tamaño de celdas 4.761905

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	20.700	5	5
A			
A	13.600	4	1
A			
A	13.100	5	2
A			
A	10.300	5	3
A			
A	6.000	5	4

Sistema SAS 11:15 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 14
 Error de cuadrado medio 34.4244
 Valor crítico del rango estudentizado 4.40661
 Diferencia significativa mínima 11.848
 Media armónica de tamaño de celdas 4.761905

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	20.900	5	5
B	11.400	5	2
B			
B	13.400	4	1
B			
B	8.200	5	3
B			
B	5.300	5	4

Sistema SAS 11:15 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 14
 Error de cuadrado medio 2.395833
 Valor crítico del rango estudentizado 4.40661
 Diferencia significativa mínima 3.1257

Media armónica de tamaño de celdas 4.761905

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	21.300	5	5
B	16.600	5	2
B	17.300	4	1
B	9.500	5	3
C	7.200	5	4

SEGUNDO MUESTREO ANTES

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 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	991.120000	123.890000	4.92	0.0033
Error	16	403.040000	25.190000		
Total corregido	24	1394.160000			

R-cuadrado 0.710908
 Coef Var 43.41664
 Raíz MSE 5.018964
 huea Media 11.56000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	882.960000	220.740000	8.76	0.0006
rep	4	108.160000	27.040000	1.07	0.4020

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1486.320000	185.790000	4.34	0.0060
Error	16	684.240000	42.765000		
Total corregido	24	2170.560000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.684763	53.42725	6.539495	12.24000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1448.960000	362.240000	8.47	0.0007
rep	4	37.360000	9.340000	0.22	0.9243

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1505.520000	188.190000	9.05	0.0001
Error	16	332.640000	20.790000		
Total corregido	24	1838.160000			

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1486.560000	371.640000	17.88	<.0001
rep	4	18.960000	4.740000	0.23	0.9187

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 16
 Error de cuadrado medio 25.19
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 9.7249

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	26.500	5	5
A			
B A	11.900	5	2
B			
B	13.200	5	1
B			
B	9.000	5	3
B			
B	7.000	5	4

Sistema SAS 11:15 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 16
 Error de cuadrado medio 42.765
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 12.671

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	26.800	5	5
A			
B A	11.300	5	1
B			
B	9.900	5	2
B			
B	8.800	5	3
B			
B	5.900	5	4

Sistema SAS 11:15 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 16
 Error de cuadrado medio 20.79
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 8.8349

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	27.000	5	5
B	9.900	5	2
B			
C B	9.800	5	1
C B			
C B	6.700	5	3
C			
C	4.000	5	4

SEGUNDO MUESTREO DESPUES

Sistema SAS 11:15 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 11:15 Monday, February 25, 2025
 Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1261.280000	157.660000	7.08	0.0005
Error	16	356.160000	22.260000		
Total corregido	24	1617.440000			

R-cuadrado 0.779800
 Coef Var 50.62286
 Raíz MSE 4.718050
 huea Media 9.320000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1069.840000	267.460000	12.02	0.0001
rep	4	191.440000	47.860000	2.15	0.1216

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
 Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	2821.920000	352.740000	17.54	<.0001
Error	16	321.840000	20.115000		
Total corregido	24	3143.760000			

R-cuadrado 0.897626
 Coef Var 47.91640
 Raíz MSE 4.484975
 nina Media 9.360000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	2734.160000	683.540000	33.98	<.0001
rep	4	87.760000	21.940000	1.09	0.3943

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
 Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1339.600000	167.450000	18.30	<.0001
Error	16	146.400000	9.150000		
Total corregido	24	1486.000000			

R-cuadrado 0.901480
 Coef Var 29.65585
 Raíz MSE 3.024897
 adua Media 10.20000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	----------	----------------------	---------	--------

trat	4	1307.600000	326.900000	35.73	<.0001
rep	4	32.000000	8.000000	0.87	0.5008

Sistema SAS 11:15 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	16
Error de cuadrado medio	22.26
Valor crítico del rango estudentizado	4.33269
Diferencia significativa mínima	9.1419

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	23.000	5	5
B	12.100	5	1
B	9.800	5	2
B	8.000	5	3
B	5.200	5	4

Sistema SAS 11:15 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 16
 Error de cuadrado medio 20.115
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 8.6903

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	21.000	5	5
B	8.200	5	2
B	11.000	5	1
B	6.200	5	3
B	3.800	5	4

Sistema SAS 11:15 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 16
 Error de cuadrado medio 9.15
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 5.8612

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	21.000	5	5
B	10.200	5	1
B	10.000	5	2
C B	8.300	5	3
C	4.500	5	4

TERCER MUESTREO ANTES

Sistema SAS 11:15 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 12
 Número de observaciones usadas 12

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
 Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	738.9166667	92.3645833	Infty	<.0001
Error	3	0.0000000	0.0000000		
Total corregido	11	738.9166667			

R-cuadrado 1.000000
 Coef Var 0
 Raíz MSE 0
 huea Media 11.41667

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	579.2500000	144.8125000	Infty	<.0001
rep	4	195.7500000	48.9375000	Infty	<.0001

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	705.6666667	88.2083333	Infty	<.0001
Error	3	0.0000000	0.0000000		
Total corregido	11	705.6666667			

R-cuadrado 1.000000
 Coef Var 0
 Raíz MSE 0
 nina Media 7.833333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	569.3333333	142.3333333	Infty	<.0001
rep	4	219.8333333	54.9583333	Infty	<.0001

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	20.66666667	2.58333333	5.81	0.0877
Error	3	1.33333333	0.44444444		
Total corregido	11	22.00000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.939394	22.22222	0.666667	3.000000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	20.66666667	5.16666667	11.63	0.0359
rep	4	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000

Sistema SAS 11:15 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	3
Error de cuadrado medio	0
Valor crítico del rango estudentizado	7.50167
Diferencia significativa mínima	0
Media armónica de tamaño de celdas	2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	20.200	2	5
B	8.500	3	3
C	12.00	3	1
D	5.100	2	4
E	13.600	2	2

Sistema SAS 11:15 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 3
 Error de cuadrado medio 0
 Valor crítico del rango estudentizado 7.50167
 Diferencia significativa mínima 0
 Media armónica de tamaño de celdas 2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	21.300	2	5
B	8.000	2	2
C	5.330	3	3
D	8.500	3	1
E	4.000	2	4

Sistema SAS 11:15 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 3
 Error de cuadrado medio 0.444444
 Valor crítico del rango estudentizado 7.50167
 Diferencia significativa mínima 3.2921
 Media armónica de tamaño de celdas 2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	21.600	2	5
A			
B A	3.000	2	4
B A			
B A	5.000	3	3
B A			
B A	8.000	2	2
B			
B	9.000	3	1

Sistema SAS 11:15 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 12

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	540.9166667	67.6145833	Infty	<.0001
Error	3	0.0000000	0.0000000		
Total corregido	11	540.9166667			

	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media		
	1.000000	0	0	13.08333		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
trat	4	456.5833333	114.1458333	Infty	<.0001	
rep	4	125.7500000	31.4375000	Infty	<.0001	

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	616.0000000	77.0000000	Infty	<.0001
Error	3	0.0000000	0.0000000		
Total corregido	11	616.0000000			

	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media		
	1.000000	0	0	8.000000		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	

trat	4	567.1666667	141.7916667	Infty	<.0001
rep	4	125.8333333	31.4583333	Infty	<.0001

Sistema SAS

11:15 Monday, February 25, 2025

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	20.66666667	2.58333333	5.81	0.0877
Error	3	1.33333333	0.44444444		
Total corregido	11	22.00000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.939394	22.22222	0.666667	3.000000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	20.66666667	5.16666667	11.63	0.0359
rep	4	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000

Sistema SAS 11:15 Monday, February 25, 2025
 Procedimiento ANOVA
 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para hnea

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 3
 Error de cuadrado medio 0
 Valor crítico del rango estudentizado 7.50167
 Diferencia significativa mínima 0
 Media armónica de tamaño de celdas 2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	24.000	2	5
B	7.800	2	2
C	8.000	3	1
D	5.800	3	3
E	3.800	2	4

Sistema SAS 11:15 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 3
 Error de cuadrado medio 0
 Valor crítico del rango estudentizado 7.50167
 Diferencia significativa mínima 0
 Media armónica de tamaño de celdas 2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.
 Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	25.600	2	5
B	6.400	3	1
C	6.800	2	2
D	3.000	3	3
E	0.800	2	4

Sistema SAS 11:15 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 3
 Error de cuadrado medio 0.444444

Valor crítico del rango estudentizado 7.50167
 Diferencia significativa mínima 3.2921
 Media armónica de tamaño de celdas 2.307692

NOTE: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	31.000	2	5
A			
B A	2.000	2	4
B A			
B A	5.000	3	3
B A			
B A	9.000	2	2
B			
B	10.400	3	1

TERCER MUESTREO DESPUES

Sistema SAS 11:15 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

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	3703.600000	462.950000	13.41	<.0001
Error	16	552.400000	34.525000		
Total corregido	24	4256.000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	huea Media
0.870207	35.39637	5.875798	16.60000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	3579.200000	894.800000	25.92	<.0001
rep	4	124.400000	31.100000	0.90	0.4865

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1042.720000	130.340000	3.25	0.0214
Error	16	641.840000	40.115000		
Total corregido	24	1684.560000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.618987	41.55932	6.333640	15.24000

Cuadrado de Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	965.360000	241.340000	6.02	0.0038
rep	4	77.360000	19.340000	0.48	0.7486

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	2052.880000	256.610000	13.39	<.0001
Error	16	306.560000	19.160000		
Total corregido	24	2359.440000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE adua Media
 0.870071 23.89309 4.377214 18.32000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1810.640000	452.660000	23.63	<.0001
rep	4	242.240000	60.560000	3.16	0.0430

Sistema SAS 11:15 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 16
 Error de cuadrado medio 34.525
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 11.385

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	28.200	5	5
B	7.300	5	2
B	8.000	5	1
B	5.700	5	3
B	2.000	5	4

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 16
 Error de cuadrado medio 40.115
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 12.272

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	26.000	5	5
A			
B A	7.300	5	1
B A			
B A	7.000	5	2
B			
B	4.300	5	3
B			
B	2.000	5	4

Sistema SAS 11:15 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	16
Error de cuadrado medio	19.16
Valor crítico del rango estudentizado	4.33269
Diferencia significativa mínima	8.4815

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	29.000	5	5
B	5.800	5	1
B			
B	2.300	5	3
B			
B	4.800	5	2
B			
B	1.100	5	4

Sistema SAS 11:15 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 11:15 Monday, February 25, 2025
Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: huea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	3778.400000	472.300000	11.32	<.0001
Error	16	667.600000	41.725000		

Total corregido 24 4446.000000

 R-cuadrado Coef Var Raíz MSE huea Media
 0.849843 48.20514 6.459489 13.40000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	3636.000000	909.000000	21.79	<.0001
rep	4	142.400000	35.600000	0.85	0.5124

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: nina

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	3737.520000	467.190000	16.17	<.0001
Error	16	462.240000	28.890000		
Total corregido	24	4199.760000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	nina Media
0.889937	50.51637	5.374942	10.64000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	3590.960000	897.740000	31.07	<.0001
rep	4	146.560000	36.640000	1.27	0.3231

Sistema SAS 11:15 Monday, February 22, 2010 55

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: adua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	5307.280000	663.410000	81.55	<.0001
Error	16	130.160000	8.135000		
Total corregido	24	5437.440000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	adua Media
0.976062	22.49363	2.852192	12.68000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	5260.640000	1315.160000	161.67	<.0001
rep	4	46.640000	11.660000	1.43	0.2684

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para huela

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 16
 Error de cuadrado medio 41.725
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 12.516

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	24.000	5	5
B	10.400	5	2
B	8.600	5	1
B	6.000	5	3
B	2.100	5	4

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 16
 Error de cuadrado medio 28.89
 Valor crítico del rango estudentizado 4.33269
 Diferencia significativa mínima 10.415

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	22.000	5	5
B	8.500	5	1
B	6.800	5	2
B	2.200	5	3
B	0.400	5	4

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	16
Error de cuadrado medio	8.135
Valor crítico del rango estudentizado	4.33269
Diferencia significativa mínima	5.5265

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	20.000	5	5
B	7.800	5	1
B			
C B	7.200	5	2
C			
C	0.300	5	4
C			
C	2.800	5	3

7.2 Anexo 2. Fotografías del trabajo realizado



Figura 12. Preparación del área experimental a) Rastra de suelo y b) surcado.



Figura 13. Aplicación de tratamientos.

7.3 Glosario

Defoliación: Caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana.

Fascicular: La raíz fasciculada es un tipo de raíz que se caracteriza por tener varios haces de raíces secundarias que se originan en la raíz principal. Estos haces de raíces secundarias se distribuyen de manera uniforme alrededor de la raíz principal, lo que le da a la raíz un aspecto de cepillo o escobilla. La raíz fasciculada es común en plantas monocotiledóneas como el maíz y el trigo.

Fase fenológica: Es un período en el ciclo de vida de un organismo, especialmente plantas, marcado por cambios específicos en su morfología, fisiología o comportamiento.

Herbácea: Son aquellas plantas que presenta un tallo tierno y suele perecer no más de dos años después de generar la semilla. Esto quiere decir que lo herbáceo alude a plantas que no producen órganos duros o leñosos.

Instar: Etapa entre mudas en la ninfa o larva, numerada para designar las diversas etapas.

Leguminosas: Son plantas que pertenecen a la familia de las Fabáceas (también llamadas leguminosas o fabáceas) y se caracterizan por tener frutos en forma de vaina que contienen semillas.

pelos uncinulados: Los pelos uncinulados son pelos pequeños en forma de gancho que se encuentran en diversas partes de las plantas, como tallos, hojas y frutos. Estos pelos suelen tener un aspecto curvo o con una punta en forma de gancho, lo que les permite adherirse a otros objetos o animales, facilitando la dispersión de semillas o la defensa contra herbívoros.

Pesticidas: Son sustancias químicas, biológicas o naturales utilizadas para controlar, prevenir o eliminar plagas en cultivos agrícolas. Estas plagas incluyen insectos, hongos, enfermedades, malezas y otros organismos que pueden dañar las plantas o reducir la calidad de la cosecha.

Plaga prolifera: Una plaga prolifera se refiere a la irrupción súbita y masiva de un organismo, generalmente de la misma especie, que causa daños a la población o al medio ambiente. La proliferación indica un crecimiento exponencial y no controlado de la población de esa plaga.

Resistencia: Se define como la capacidad de una población de plagas para sobrevivir a un plaguicida o tratamiento que normalmente sería letal para la población original. Esto implica un cambio genético en la sensibilidad de la plaga, lo que impide que el plaguicida controle efectivamente la población.

Sustentable: Se define como un sistema de producción agrícola que busca un equilibrio entre la dimensión ambiental, económica y social. Prioriza la conservación de los recursos naturales, la salud de los ecosistemas y la eficiencia económica, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.