



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO



INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

Ingeniería en agronomía para la producción sustentable

**"Efectividad biológica de formulaciones de spinosad contra
(*Liriomyza sativae* y *Bemisia tabaci*) en pepino"**

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**Ingeniero en Agronomía para la Producción
Sustentable**

Presenta

Alejandro Gonzalez Lara

Director: Dr. Abraham Monteon Ojeda

Co-director: Dr. Oscar Arce Cervantes

Tulancingo de Bravo, Hidalgo, noviembre de 2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

Academic Area of Agricultural and Forestry Sciences

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a él pasante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía para la Producción Sustentable, **Alejandro González Lara**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Efectividad biológica de formulaciones de Spinosad contra (*Liriomyza sativae* y *Bemisia tabaci*) en pepino"**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE	Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
SECRETARIO	Dr. Benito Flores Chávez
VOCAL 1	Dr. Abraham Monteón Ojeda
VOCAL 2	Dr. Jaime Pacheco Trejo
VOCAL 3	Dr. Oscar Arce Cervantes

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

ATENTAMENTE

Tulancingo de Bravo, Hgo., a 10 de noviembre del 2025.

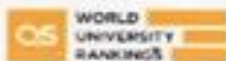
Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
Coordinador del PE de Ingeniería
en Agronomía para la Prod. Sust



c.c.p. Archivo.

Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42173
profe_5566@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Universidad Autónoma de Hidalgo y al Instituto de Ciencias Agropecuarias por apórtame el conocimiento y las herramientas necesarias para la formación de mi carrera.

Al Dr. Oscar Arce Cervantes, por el aporte de conocimiento del área y revisiones del documento.

Al Dr. Abraham Monteón Ojeada, por su atención, compromiso, paciencia y dedicación. Gracias a sus grandes aportaciones se pudo llevar a cabo esta investigación.

A mi familia por el apoyo incondicional de desde principio a fin de la carrera y sus palabras de aliento por siempre salir adelante.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo principalmente a mi familia, ya que siempre me estuvieron apoyando con sus consejos, su amor y cariño, en toda mi carrera profesional. Esta tesis es una recompensa por la paciencia y comprensión que me han brindado durante este tiempo de estudios. Le agradezco mucho por q gracias a ustedes he podido lograr una meta más en vida.

CONTENIDO

RESUMEN	7
SUMMARY	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	11
PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACION	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS	13
HIPÓTESIS	13
REVISIÓN DE LITERATURA	14
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Ubicación del sitio experimental	17
Establecimiento del ensayo	17
Elemento de prueba y plagas en estudio	18
Diseño experimental	18
Aplicación de tratamientos	19
Evaluación de la efectividad biológica y fitotoxicidad	19
Métodos estadísticos y cálculo de eficacia	20
Calendario de actividades	20
RESULTADOS	21
EVALUACIÓN PREVIA	21
Minador (<i>Liriomyza sativae</i>)	21
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	22
PRIMERA EVALUACIÓN	24
Minador (<i>Liriomyza sativae</i>)	24
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	26
SEGUNDA EVALUACIÓN	28
Minador (<i>Liriomyza sativae</i>)	28
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	30
TERCERA EVALUACIÓN	32
Minador (<i>Liriomyza sativae</i>)	32

Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	34
EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD	37
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	41
Análisis estadístico	50
VARIABLES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE ESTUDIO	55
Fotografías del estudio de campo	56

INDICI DE CUADROS, FIGURAS E ILUSTRACIONES

Cuadro 1	19
Cuadro 2	20
Cuadro 3	21
Cuadro 4	23
Cuadro 5	25
Cuadro 6	27
Cuadro 7	29
Cuadro 8	31
Cuadro 9	33
Cuadro 10	35
Cuadro 11	37
Figura 1. Fotografía satelital del sitio experimental	17
Figura 2.	22
Figura 3.	24
Figura 4.	26
Figura 5.	28
Figura 6.	30
Figura 7.	32
Figura 8.	34
Figura 9.	36
Ilustración 1 Mosquita Blanca (<i>Bimisia Tabaci</i>).....	15
Ilustración 2. Minador de la hoja (<i>Liriomyza sativae</i>).....	16

Efectividad biológica de formulaciones de spinosad contra *Liriomyza sativae* y *Bemisia tabaci* en pepino

RESUMEN

El minador de la hoja (*Liriomyza sativae*), es una de las plagas más devastadoras del pepino (*Cucumis sativus* L.), ya que afecta directamente la productividad y la calidad del cultivo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad biológica de formulaciones de spinosad para el control de esta plaga en un cultivo de pepino establecido en Yautepec, Morelos. Se compararon cinco dosis del insecticida agroecológico (150, 175, 200, 225 y 250 mL/ha), una dosis de imidacloprid (insecticida sistémico de amplio espectro) (0.75 L/ha) y un testigo sin aplicación. En total fueron siete tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, la unidad experimental estuvo conformada por 4 surcos de 1.5 m por 4.0 m de largo. lo que dio una superficie de 24 m². El total de superficie de cada tratamiento fue de 96 m² sumando un total de 672 m² en todo el experimento. El gasto de agua fue de 381 litros por hectárea. Se realizaron dos aplicaciones foliares con intervalos de siete días entre cada una. La efectividad se evaluó a los 7, 14 y 21 días posteriores a la primera aplicación mediante la evaluación de la sobrevivencia de individuos de minador (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados indicaron que el insecticida agroecológico, en sus cinco dosis, superaron el 50% de eficacia de control a partir de la segunda evaluación, destacando las dosis de 225 y 250 mL/ha, que alcanzaron eficacias mayores de 85% desde la primera aplicación de tratamientos. No se observaron efectos fitotóxicos en las plantas. Estos hallazgos demuestran que el insecticida evaluado representa una alternativa agroecológica viable, eficaz y segura para el manejo del minador de la hoja y mosca blanca en el cultivo de pepino.

Palabras clave: pepino, eficacia, insecticida, manejo agroecológico, minador, mosca blanca.

Biological effectiveness of spinosad formulations against *Liriomyza sativae* and *Bemisia tabaci* in cucumber

SUMMARY

The cucumber leafminer (*Liriomyza sativae*) is one of the most devastating pests of cucumber (*Cucumis sativus* L.), directly impacting crop productivity and quality. This study aimed to evaluate the biological effectiveness of spinosad formulations for controlling this pest in a cucumber crop established in Yautepec, Morelos. Five doses of the agroecological insecticide (150, 175, 200, 225, and 250 mL/ha), one dose of imidacloprid (a broad-spectrum systemic insecticide) (0.75 L/ha), and a control with no application were compared. A total of seven treatments were conducted, each with four replicates. The experimental unit consisted of four rows, each 1.5 m long and 4.0 m wide, for a total area of 24 m². The total area of each treatment was 96 m², totaling 672 m² for the entire experiment. Water consumption was 381 liters per hectare. Two foliar applications were made with seven-day intervals between them. Effectiveness was evaluated 7, 14, and 21 days after the first application by assessing the survival of leafminer (*Liriomyza sativae*) and whitefly (*Bemisia tabaci*) individuals. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test for mean comparison ($\alpha = 0.05$). The results indicated that the agroecological insecticide, at all five doses, exceeded 50% control efficacy from the second evaluation onward, with the 225 and 250 mL/ha doses standing out, achieving efficacies greater than 85% from the first application. No phytotoxic effects were observed in the plants. These findings demonstrate that the evaluated insecticide represents a viable, effective, and safe agroecological alternative for the management of leafminer and whitefly in cucumber cultivation.

Keywords: cucumber, efficacy, insecticide, agroecological management, leafminer, whitefly.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia económica a nivel mundial. Su producción ha aumentado significativamente en los últimos cinco años y, en 2015, alcanzó el valor más alto en la historia de sus exportaciones. Actualmente, México lidera la exportación mundial de pepino con el 25% del volumen total exportado y ocupa el primer lugar como proveedor de esta hortaliza a los Estados Unidos de América, suministrando alrededor del 90% de su comercialización. Para diversas regiones del mundo, el pepino es considerado una especie cuyo valor agronómico radica en su producción estacional, por lo que requiere desarrollarse principalmente bajo condiciones de cultivo protegido (Rodríguez-Fernández y Girón-Acosta, 2020).

Las plagas y enfermedades del pepino tienen un impacto económico considerable, debido a que reducen el rendimiento del cultivo, disminuyen la calidad del producto y aumentan los costos de producción por los daños ocasionados en frutos, tallos y hojas. Además, afectan la calidad comercial de los cultivos, con consecuencias negativas para el sector agrícola (Agroasemex, 2019). Las enfermedades representan también una causa importante de pérdidas poscosecha, especialmente en combinación con condiciones de almacenamiento inadecuadas. Una amplia variedad de bacterias y hongos fitopatógenos ocasiona pérdidas durante el transporte, almacenamiento y comercialización (Casaca Angel, 2005).

Entre las principales plagas que afectan al cultivo de pepino se encuentran los pulgones (*Aphis gossypii*), la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), la araña roja (*Tetranychus urticae*), los minadores de hoja (*Liriomyza sativae*) y los escarabajos (*Diabrotica spp.*). Asimismo, las enfermedades más comunes incluyen el mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*), el oídio (*Erysiphe cichoracearum*), la antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*), la mancha angular de la hoja (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*), el tizón gomoso (*Didymella bryoniae*) y el virus del mosaico del pepino (CMV) (Rodrigues Rodrigues, 2012)..

El manejo integrado de plagas (MIP) en el cultivo de pepino constituye una estrategia sostenible que combina diversas tácticas de control para mantener las poblaciones de plagas por debajo del umbral económico. Entre estas prácticas se incluyen métodos culturales (como la rotación de cultivos, eliminación de malezas y uso de mallas en invernaderos), control biológico mediante enemigos naturales y la aplicación racional de productos químicos cuando es necesario, como insecticidas, nematicidas y acaricidas (González-Cruz, 2025).

El uso de métodos ecológicos en el manejo del cultivo de pepino es fundamental para garantizar la sostenibilidad agrícola, ya que contribuye a la conservación del ambiente, mejora la salud del suelo y reduce la exposición a plaguicidas químicos. Entre estos métodos destacan el control biológico, basado en el uso de organismos benéficos para la supresión de plagas, y el control etológico mediante trampas cromáticas y luminosas (Goana Luna De La Patricia, 2020).

El spinosad es un insecticida biorracional de alta importancia en la producción de pepino debido a su origen natural y su elevada eficacia contra diversas plagas. Pertenece al grupo

de las espinosinas y se obtiene mediante fermentación de la bacteria edáfica *Saccharopolyspora spinosa*. Su modo de acción es principalmente por ingestión y, en menor medida, por contacto; actúa afectando el sistema nervioso central de los insectos, provocando hiperexcitación, parálisis y muerte por inanición, ya que los insectos dejan de alimentarse tras la exposición (Brillon & Jay, 2024). En el cultivo de pepino, el spinosad ha demostrado efectividad en el control de plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el minador de hojas (*Liriomyza sativae*), las cuales son reconocidas por desarrollar resistencia a insecticidas convencionales. Este compuesto es adecuado para programas de MIP y es compatible con la agricultura orgánica. Debido a su rápido proceso de degradación, baja toxicidad en humanos y bajas dosis efectivas, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos lo clasifica como un producto de bajo riesgo ambiental y toxicológico (Pineda, 2007).

ANTECEDENTES

La eficacia del spinosad se fundamenta en su alto rendimiento, su origen biorracional (natural) y su perfil toxicológico favorable, características que lo convierten en una alternativa valiosa frente a los insecticidas convencionales. En el presente estudio, se compararon las propiedades acaricidas del spinosad con las del bioacaricida comercial abamectina en diferentes estadios de desarrollo del ácaro tetránquido de dos manchas (TSSM). Se aplicaron diversas dosis de spinosad (20, 25, 30, 35 y 40 mg/L) y cinco dosis de abamectina (0.125; 0.25; 0.5; 1 y 2.5 mg/L). Los resultados demostraron que el spinosad fue más perjudicial para las distintas etapas de vida de TSSM en comparación con la abamectina (Manal S. M. Ismail, Soliman, Moustafa & Ghallab, 2007). En otro estudio, se evaluaron cuatro métodos de aplicación de spinosad para el control de la mosca de la fruta en *Malus doméstica*, concluyéndose que el uso de spinosad debe considerarse dentro de los programas de manejo de moscas de la fruta en general, ya que representa una alternativa más segura y sostenible para el control de estas plagas. (Idrovo Ulloa, 2025)

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) se encuentran entre las principales plagas que afectan el cultivo de pepino, provocando importantes pérdidas económicas tanto por el daño directo a la cosecha como por los costos asociados a su manejo. Las infestaciones severas de (*Bemisia tabaci*) deterioran significativamente el cultivo, ya que tanto ninfas como adultos se alimentan de la savia de las hojas, lo que ocasiona debilitamiento de la planta, amarillamiento, deformaciones y una notable reducción en el rendimiento. Por su parte, (*Liriomyza sativae*) genera un daño caracterizado por la disminución de la superficie foliar sana, lo que reduce de manera considerable la capacidad fotosintética de la planta.

El control de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza sativae* se ha basado tradicionalmente en la aplicación de insecticidas convencionales. Sin embargo, el uso continuo de estos productos ha disminuido su efectividad debido al desarrollo de resistencia por parte de las plagas. En este contexto, el *spinosad* se ha convertido en una alternativa ambientalmente favorable. Este insecticida biológico es obtenido a partir de la fermentación de la bacteria del suelo *Saccharopolyspora spinosa*, y ofrece múltiples beneficios: es selectivo con insectos benéficos, presenta baja toxicidad para mamíferos y posee un perfil ambiental seguro. Lo más importante es su capacidad para contribuir al control eficaz de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza sativae*.

JUSTIFICACIÓN

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) han desarrollado resistencia a diversos insecticidas utilizados tradicionalmente para su control, como los organoclorados y los piretroides. Esta resistencia dificulta la eficacia de las aplicaciones y provoca pérdidas económicas significativas, que pueden oscilar entre el 20% y el 100% en los cultivos de pepino, debido a la disminución del rendimiento y la reducción en la calidad del producto. Para garantizar la sostenibilidad del manejo fitosanitario, es fundamental emplear productos que minimicen el desarrollo de resistencia en las poblaciones de insectos. Esto permite mantener la efectividad a largo plazo del control de plagas, reducir pérdidas económicas y proteger tanto el medio ambiente como la salud humana.

En este contexto, el *spinosad* se presenta como una herramienta eficaz. Este insecticida posee un mecanismo de acción que se obtiene a partir de productos naturales derivados de la fermentación de *Saccharopolyspora spinosa*. Su modo de acción, tanto por contacto como por ingestión, mejora notablemente el control de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza sativae*, ofreciendo al mismo tiempo un perfil ambiental favorable y sin generar impactos negativos significativos en el ecosistema.

OBJETIVOS

General

Evaluar la efectividad biológica de formulaciones de spinosad, formulado con 44.44% de una mezcla de espinosinas A y D (spinosad), para el control del minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Específicos

- Evaluar la efectividad biológica del insecticida ecológico con la de un insecticida químico sintético registrado y de uso común para el manejo del minador de la hoja y mosca blanca.
- Evaluar el efecto fitotóxico del insecticida agroecológico sobre plantas de pepino.

HIPÓTESIS

El insecticida ecológico de origen natural que se produce mediante la fermentación de la bacteria *Saccharopolyspora spinosa*, a base de una mezcla de espinosinas A y D (spinosad 44%) equivalente a 480 g i.a./L presenta una efectividad biológica igual o superior a la del insecticida químico sintético sistémico (imidacloprid) para el control del minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino, sin causar efectos fitotóxicos sobre las plantas tratadas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Taxonomía del pepino

El pepino tiene su origen en regiones tropicales del sur de Asia. En la India se ha cultivado desde hace aproximadamente 3000 años. Pertenece a la familia Cucurbitaceae, que agrupa más de 850 especies, principalmente herbáceas, trepadoras o rastreras, con frutos protegidos por una corteza firme, como melones, sandías, calabazas y calabacines (Rural, 2025).

La taxonomía del pepino (*Cucumis sativus* L.) es la siguiente:

Categoría Clasificación

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>C. sativus</i>

Biología del cultivo

El pepino es una planta herbácea anual, de hábito rastrero y con zarcillos. Las primeras cosechas en variedades precoces pueden obtenerse entre 40 y 45 días después de la germinación. El sistema radicular es superficial y muy ramificado, aunque la raíz principal puede alcanzar hasta 1.20 m de profundidad en suelos fértiles y bien drenados (Peña Pablo, 1992).

Los tallos son angulosos, espinosos y pueden extenderse hasta 3.5 m. De cada nudo se origina una hoja y un zarcillo, además de brotes laterales y flores (Mendieta Flores, 2023). Las hojas son alternas, simples, acorazonadas, con 3 a 5 lóbulos y una cutícula que reduce la pérdida de agua (Cortes Adán, 2017).

Las flores poseen pétalos amarillos y pueden ser hermafroditas o unisexuales. Las variedades comerciales actuales suelen ser ginoicas, presentando únicamente flores femeninas con ovario ínfero (Casaca Angel, 2005). El fruto es una pepónide, generalmente de forma oblonga y color verde, tornándose amarillo verdoso en madurez. Presenta semillas oblongas de 8–10 × 3–5 mm (Villaseñor Hernández, 2024).

Importancia económica del cultivo

En México, la producción de pepino tiene gran relevancia debido a su alta demanda en mercados nacionales e internacionales. En 2019 se produjeron cerca de 826 mil toneladas, principalmente en Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz (Rebollar, 2023). Más del 90 % de la producción nacional se exporta a Estados Unidos, generando divisas y empleo en las regiones productoras. Durante 2018, el 98.2 % de las exportaciones se dirigieron a Estados Unidos y 1.2 % a Canadá (Opportimes, 2020).

Daño económico por plagas y enfermedades

Las plagas disminuyen el rendimiento, calidad y valor comercial del pepino. Además, favorecen infecciones secundarias y elevan los costos de producción (SEDESA, 2023). En agricultura protegida, el manejo ineficiente puede generar pérdidas del 25 al 60 % de la producción, mientras que la adopción de prácticas sustentables puede reducir estas pérdidas hasta en un 40 % (INIFAP, 2023).

Principales plagas y daños.

Las plagas más importantes destacan:

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*): se alimenta de savia, produce melaza y transmite virus como TYLCV (Virus del Rizado Amarillo de la Hoja del Tomate). Se alimenta de savia, provoca debilitamiento, clorosis y caída de hojas. La melaza favorece fumagina y atrae otros insectos. Su mayor impacto es como vector de virus fitopatógenos (Agronutrientes, 1998).



Ilustración 1 Mosquita Blanca (*Bimisia Tabaci*).

Minadores (*Liriomyza* spp.): generan galerías en las hojas, reduciendo la fotosíntesis (Arias, 2007). Las hembras perforan hojas para oviposición. Las larvas forman túneles serpenteantes que reducen la fotosíntesis y pueden inducir defoliación severa (Alston, 2018).



Ilustración 2. Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*).

Manejo de plagas

El control químico de *B. tabaci* suele ser limitado debido a su rápida generación de resistencia (Cahill, 1996). El control biológico exitoso incluye el uso de parasitoides como *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae).

En minadores, el uso excesivo de insecticidas de amplio espectro favorece brotes al eliminar enemigos naturales. Destacan parasitoides como *Solenotus intermedius*, *Diglyphus* spp. y *Chrysocharis* spp. (IPM, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental

La investigación se realizó en el municipio de Yautepec, localizado en la región hortícola del valle de Cuautla, en el estado de Morelos, México. El área de estudio se caracteriza por un clima cálido subhúmedo (BSH), según la clasificación de Köppen modificada por García en 1964, el cual predomina en la mayor parte de la región. Las condiciones climáticas promedio registradas incluyen temperaturas mínimas de 10 °C, máximas de 34 °C y medias anuales entre 24 y 26 °C, con una humedad relativa promedio de 70 ± 5 % y una precipitación anual aproximada de 800 mm (SMN, 2025).

Establecimiento del ensayo

El experimento se desarrolló en la localidad Ignacio Bastida, perteneciente al municipio de Yautepec, en el estado de Morelos, México. El sitio se localiza en las coordenadas 18°55'26.5" N y 99°00'18.6" O (equivalentes a 18.924028, -99.005167).

El ensayo se implementó en una plantación de pepino (*Cucumis sativus*) con 60 días después de la siembra (dds), en etapas vegetativa y reproductiva, que comprendieron la floración, el amarre y el desarrollo inicial de los frutos. Las plantas se establecieron en doble hilera sobre camas de 1.5 m de ancho, con una distancia de 45 cm entre plantas y 1 m entre líneas.

Durante el estudio se registraron los valores de humedad relativa y de temperaturas mínimas y máximas utilizando un registrador automático de datos (Data Logger Hobo®).

A continuación, se muestra una imagen satelital correspondiente al sitio experimental:

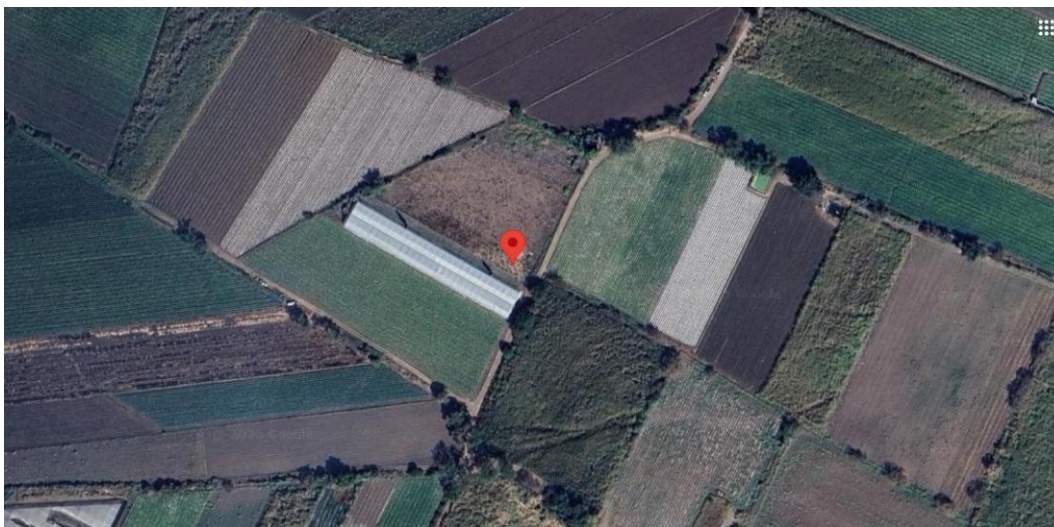


Figura 1. Fotografía satelital del sitio experimental

Elemento de prueba y plagas en estudio

El insecticida evaluado correspondió a un formulado a base de una mezcla de espinosinas A y D (*spinosad*) al 5 %, equivalente a 480 g de ingrediente activo por litro (g i.a./L). Este producto se clasifica como insecticida misceláneo, debido a su bajo impacto ambiental y reducida toxicidad en mamíferos.

El tratamiento se aplicó con el propósito de evaluar su efectividad biológica frente a las plagas minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), presentes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

No se realizaron infestaciones artificiales; la evaluación se basó en los síntomas y daños derivados de infestaciones naturales. La identificación de las plagas se efectuó mediante inspección visual en campo. En el caso del minador, la determinación se corroboró empleando las claves taxonómicas y referencias fotográficas de Marchiori (2022), Valladares (2008) y Spencer (2012). Para la mosca blanca, se utilizaron como referencia la “Guía ilustrada de plagas y enemigos naturales en cultivos hortícolas en invernadero” (Téllez et al., 2010) y la “Guía para identificar las especies de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) consignadas para México” (Mejía et al., 1994).

Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar (DCA), conformado por siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, lo que resultó en un total de 28 unidades experimentales (UE's).

Cada unidad experimental estuvo integrada por cuatro surcos de 1.5 m de ancho por 4.0 m de largo, con una superficie equivalente a 24 m², y un promedio de 18 a 20 plantas por unidad. De esta manera, cada tratamiento abarcó 96 m², sumando un total de 672 m² para toda el área experimental.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- T1: Insecticida a base de mezcla de espinosinas A y D (*spinosad*) al 5 % (480 g i.a./L) a una dosis de 150 mL/ha.
- T2: Insecticida ecológico (*spinosad*) al 5 % a 175 mL/ha.
- T3: Insecticida ecológico (*spinosad*) al 5 % a 200 mL/ha.
- T4: Insecticida ecológico (*spinosad*) al 5 % a 225 mL/ha.
- T5: Insecticida ecológico (*spinosad*) al 5 % a 250 mL/ha.
- T6: Imidacloprid, insecticida sistémico de amplio espectro (350 g i.a./L), aplicado a una dosis de 0.75 L/ha.
- T7: Testigo sin aplicación.

Aplicación de tratamientos

Previo a la aplicación de los productos, se efectuó la calibración del equipo de aspersión con el fin de determinar con precisión el gasto de agua y las dosis correspondientes a cada unidad experimental. Las aplicaciones se realizaron de forma foliar, utilizando una mochila motorizada provista con boquilla de cono hueco, estableciéndose un gasto promedio de 381 L/ha. Las aplicaciones se iniciaron una vez que se observaron niveles representativos de infestación de las plagas en todas las unidades experimentales. En total se efectuaron dos aplicaciones por tratamiento, con un intervalo de siete días entre cada una.

Evaluación de la efectividad biológica y fitotoxicidad

Previo a la aplicación de los tratamientos, se efectuó un muestreo inicial con el propósito de confirmar la presencia y nivel de infestación representativo de las plagas en las unidades experimentales (UE's). Posteriormente, tras la primera aplicación de tratamientos, se realizaron evaluaciones a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (dda). En cada unidad experimental se seleccionaron aleatoriamente dos plantas, en las cuales se cuantificó el número de individuos vivos de minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) presentes en el cultivo. En total, se evaluaron ocho plantas por tratamiento y 40 plantas en todo el experimento en cada fecha de muestreo.

La fitotoxicidad se evaluó en cada planta considerando síntomas visibles de daño, tales como cambios de color, necrosis y deformaciones foliares, asociados a posibles efectos adversos de los tratamientos. La determinación se realizó con base en la escala propuesta por la European Weed Research Society (EWRS), expresando los resultados en porcentaje de fitotoxicidad sobre el cultivo.

Cuadro 1.

Escala de puntuación propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica porcentual.

Valor puntual	Efecto sobre el cultivo	% de fitotoxicidad al cultivo
1	Sin efecto	0
2	Síntomas muy ligeros	1.0 - 3.5
3	Síntomas ligeros	3.5 - 7.0
4	Síntomas sin daños en rendimiento	7.0 - 12.5
5	Daño medio	12.5 – 20
6	Daños elevados	20 – 30
7	Daños muy elevados	30 – 50
8	Daños severos	50 – 99
9	Muerte completa	100

Métodos estadísticos y cálculo de eficacia

A partir de los datos obtenidos sobre el número de individuos vivos de minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por unidad experimental y por fecha de evaluación, se efectuaron los correspondientes análisis de varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1.

Previo al análisis, se verificaron los supuestos de normalidad, homogeneidad e independencia: la normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk, la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene, y la independencia se garantizó a través de la aleatorización de los tratamientos en las unidades experimentales.

El porcentaje de eficacia de cada tratamiento se calculó con base en la fórmula de Abbott (1925):

$$\%Eficacia = \frac{IT - it}{IT} \times 100$$

donde:

- IT = incidencia o severidad registrada en el testigo absoluto, y
- it = incidencia o severidad observada en el tratamiento evaluado.

Calendario de actividades

Cuadro 2.

Calendario de actividades en el estudio de evaluación de la efectividad biológica de un insecticida agroecológico a base de eespinosinas para el control de minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Yautepec, Morelos, 2024.

Actividad	Fecha
Evaluación previa y primera aplicación de tratamientos.	28 – junio – 2024
Primera evaluación y segunda aplicación de tratamientos.	5 – julio – 2024
Segunda evaluación y tercera aplicación	12 – julio – 2024
Tercera evaluación y cuarta aplicación	19 – julio - 2024
Cuarta evaluación	26 - julio - 2024

RESULTADOS

EVALUACIÓN PREVIA

Minador (*Liriomyza sativae*)

En el Cuadro 3, se aprecian los resultados obtenidos en la evaluación previa para cuantificar el número de individuos vivos en las unidades experimentales donde posteriormente se aplicaron los tratamientos. En la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$) se observa la conformación de una sola agrupación para todos los tratamientos debido a que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos. Lo anterior sugiere que la distribución inicial de la plaga fue homogénea en todas las unidades experimentales. La infestación inicial de la plaga observada en el sitio experimental al momento de la instalación del estudio osciló entre 1.20 a 1.33 individuos vivos por unidad experimental.

Cuadro 3.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la evaluación previa en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de minador de la hoja en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos	
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	A	1.23
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	A	1.30
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	A	1.28
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	A	1.33
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	A	1.25
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	A	1.23
T7. Testigo absoluto	NA	A	1.20
<i>Pr > F</i>		0.9925	
<i>Levene's Test</i>		0.2002	

Figura 2.

Se observa el promedio de individuos vivos de minador (*Liriomyza sativae*) en la evaluación previa de las unidades experimentales, indicando que el nivel de infestación de la plaga fue similar en todas, lo cual propició las condiciones adecuadas para el establecimiento del experimento en un diseño experimental completamente al azar.

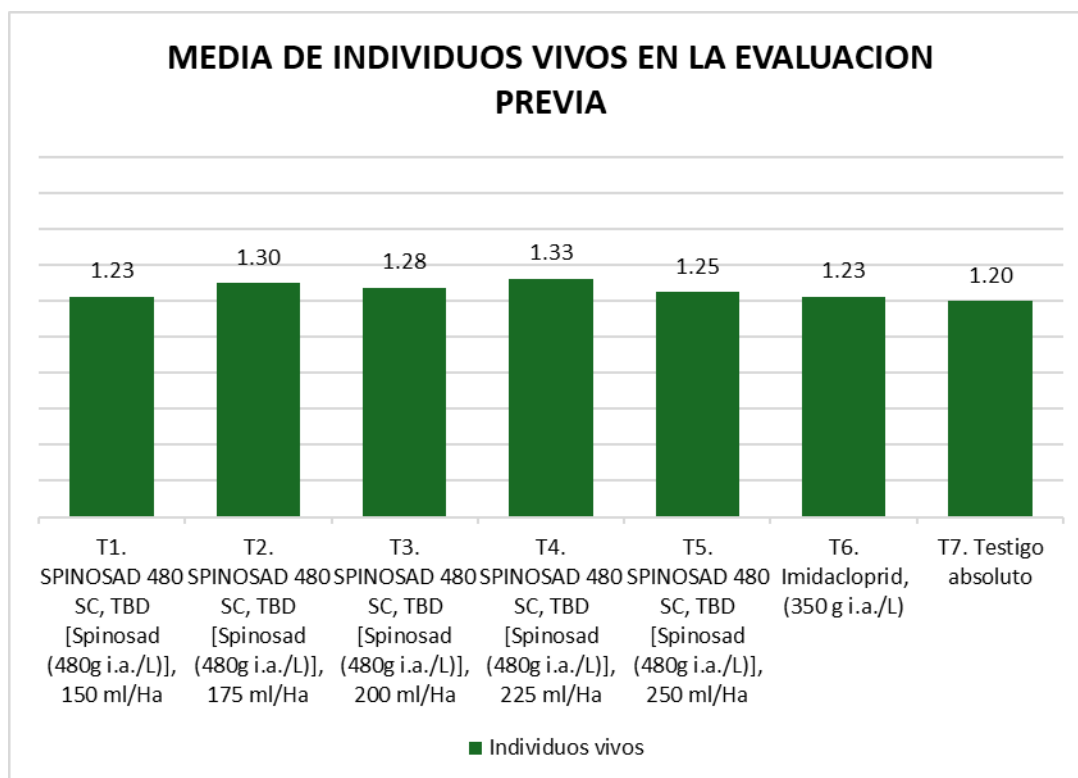


Figura 2 .Promedio de individuos vivos de Minador (*Liriomyza sativae*) en la evaluación previa del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de minador de la hoja en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4**, se aprecian los resultados obtenidos en la evaluación previa para cuantificar el número de individuos vivos en las unidades experimentales donde posteriormente se aplicaron los tratamientos. En la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$) se observa la conformación de una sola agrupación para todos los tratamientos debido a que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos. Lo anterior sugiere que la distribución inicial de la plaga fue homogénea en todas las unidades experimentales. La infestación inicial de la plaga observada en el sitio experimental al momento de la instalación del estudio osciló entre 5.00 a 5.75 individuos vivos por unidad experimental.

Cuadro 4.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la evaluación previa en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*) var. Poinsett 76. Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos	
		Tuke y Promedio ($\alpha = 0.05$)	
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	A	5.48
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	A	5.13
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	A	5.05
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	A	5.15
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	A	5.00
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	A	5.75
T7. Testigo absoluto	NA	A	5.13
$Pr > F$			0.7391
<i>Levene's Test</i>			0.1825

Figura 3.

Se observa el promedio de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en la evaluación previa de las unidades experimentales, indicando que el nivel de infestación de la plaga fue similar en todas, lo cual propició las condiciones adecuadas para el establecimiento del experimento en un diseño experimental completamente al azar.

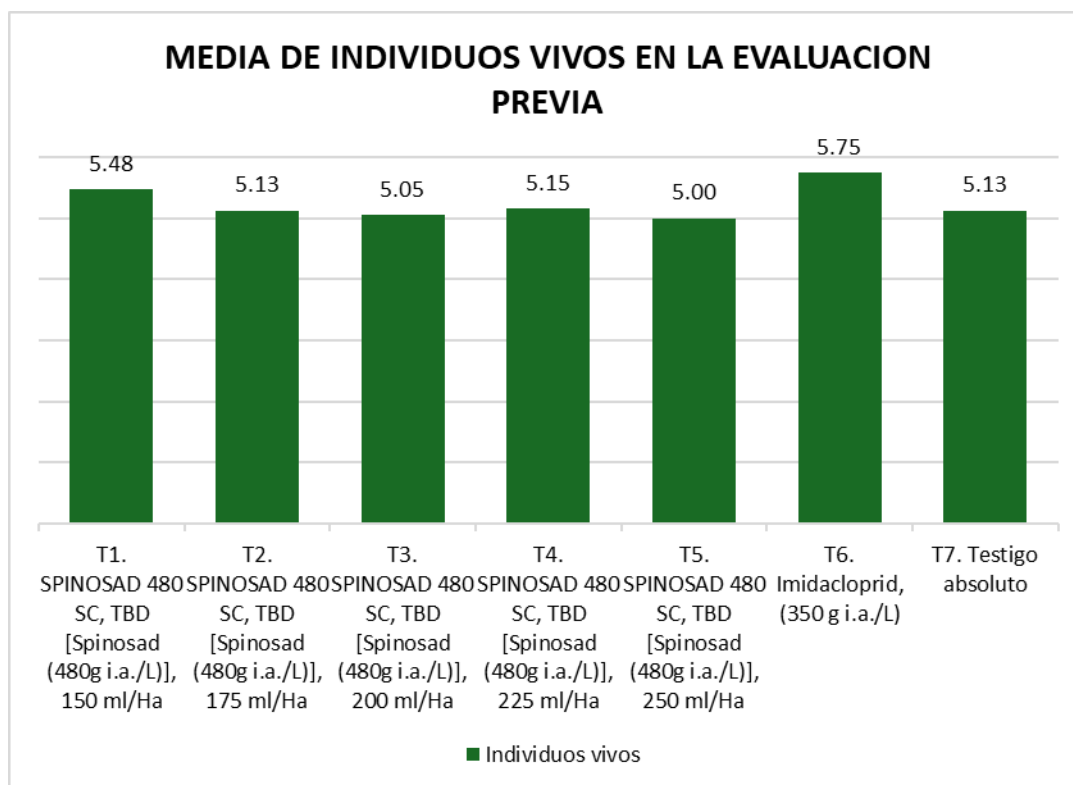


Figura 3. Promedio de individuos vivos de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en la evaluación previa del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

PRIMERA EVALUACIÓN

Minador (*Liriomyza sativae*)

La primera evaluación de la eficacia de control, realizada 7 días después de la primera aplicación indica que se detectaron diferencias significativas en cuanto al número de individuos vivos de minador (*Liriomyza sativae*) encontrados en cada tratamiento. En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5**, se puede apreciar el resultado de la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$). Donde se conformaron seis grupos diferentes. El testigo absoluto (T7) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 1.55 individuos vivos y se ubicó en grupo “A”. T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) obtuvo un promedio de 0.35 individuos vivos, ubicándose el grupo “E” y T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L) un promedio de infestación de 0.43 individuos vivos, ubicándose en el grupo “ED”, los tratamientos anteriores presentaron las menores

infestaciones; T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha), presentó un promedio de infestación de 0.58 individuos vivos, ubicándose en el grupo “CD”. Mientras que T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha) y T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) obtuvieron el mismo promedio de infestación, 0.78 individuos vivos, ubicándose en el grupo “CB”; T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) presentó un promedio de infestación de 0.82 individuos vivos, ubicándose en la literal B”.

Cuadro 5.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la primera evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de minador de la hoja en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio	Eficacia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	0.82	46.95
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	CB	0.78	50.00
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	CD	0.58	62.90
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	CB	0.78	50.00
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	E	0.35	77.42
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	ED	0.43	72.58
T7. Testigo absoluto	NA	A	1.55	0.00
<i>Pr > F</i>			< .0001	
<i>Levene's Test</i>			0.8372	

Figura 4.

Se observa el efecto de los tratamientos sobre la infestación de la plaga donde cabe subrayar que las eficacias de control oscilaron en promedio entre 46.95% y 77.42 %, siendo el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha), quien obtuvo mejores resultados.

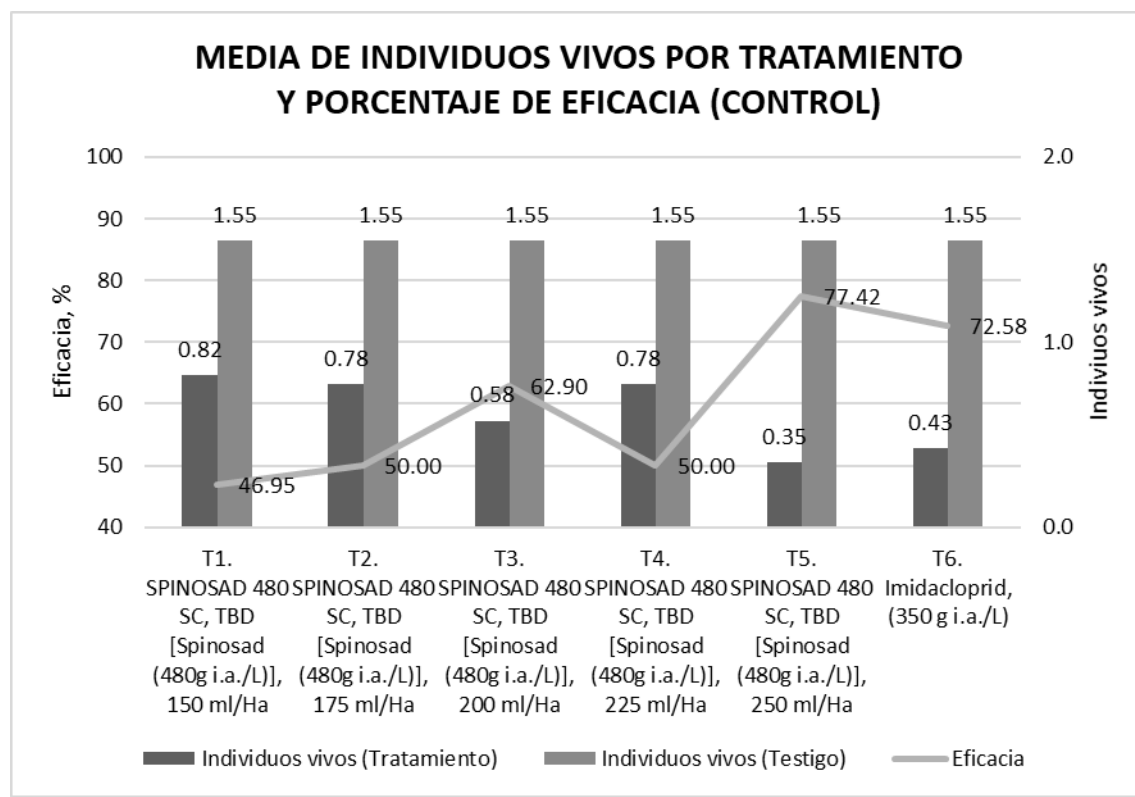


Figura 4. Promedio de individuos vivos de Minador (*Liriomyza sativae*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la primera evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La primera evaluación de la eficacia de control, realizada 7 días después de la primera aplicación indica que se detectaron diferencias significativas en cuanto al número de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) encontrados en cada tratamiento. En el Cuadro 6, se puede apreciar el resultado de la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$). Donde se conformaron cuatro grupos diferentes. El testigo absoluto (T7) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 5.23 individuos vivos y se ubicó en el grupo "A". En contraste el tratamiento que presentó menor infestación fue el T.5 ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) con un promedio de 0.38 individuos vivos, ubicándose en la literal "D". Seguido de los tratamientos T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha), T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175

ml/ha) con un promedio de 0.75, 0.78, 0.85 y 0.90 individuos vivos, respectivamente, ubicándose en la literal “C” y finalmente, T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha), con un promedio de 1.28 individuos vivos, ubicándose en la literal B”.

Cuadro 6.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la primera evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tuke y ($\alpha = 0.05$)	Prome dio	Eficac ia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	1.28	75.60
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	C	0.90	82.78
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	C	0.85	83.73
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	C	0.75	85.65
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	D	0.38	92.82
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	C	0.78	85.17
T7. Testigo absoluto	NA	A	5.23	0.00
<i>Pr > F</i>			< .0001	
<i>Levene's Test</i>			0.4846	

Figura 5.

Se observa el efecto de los tratamientos sobre la infestación de la plaga a los siete días posteriores a la primera aplicación. Todos los tratamientos fueron estadísticamente mejores que el testigo absoluto. Las eficacias de control oscilaron en promedio entre 75.60 y 92.82%, siendo el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) quien obtuvo la mayor eficacia de control (92.82%).

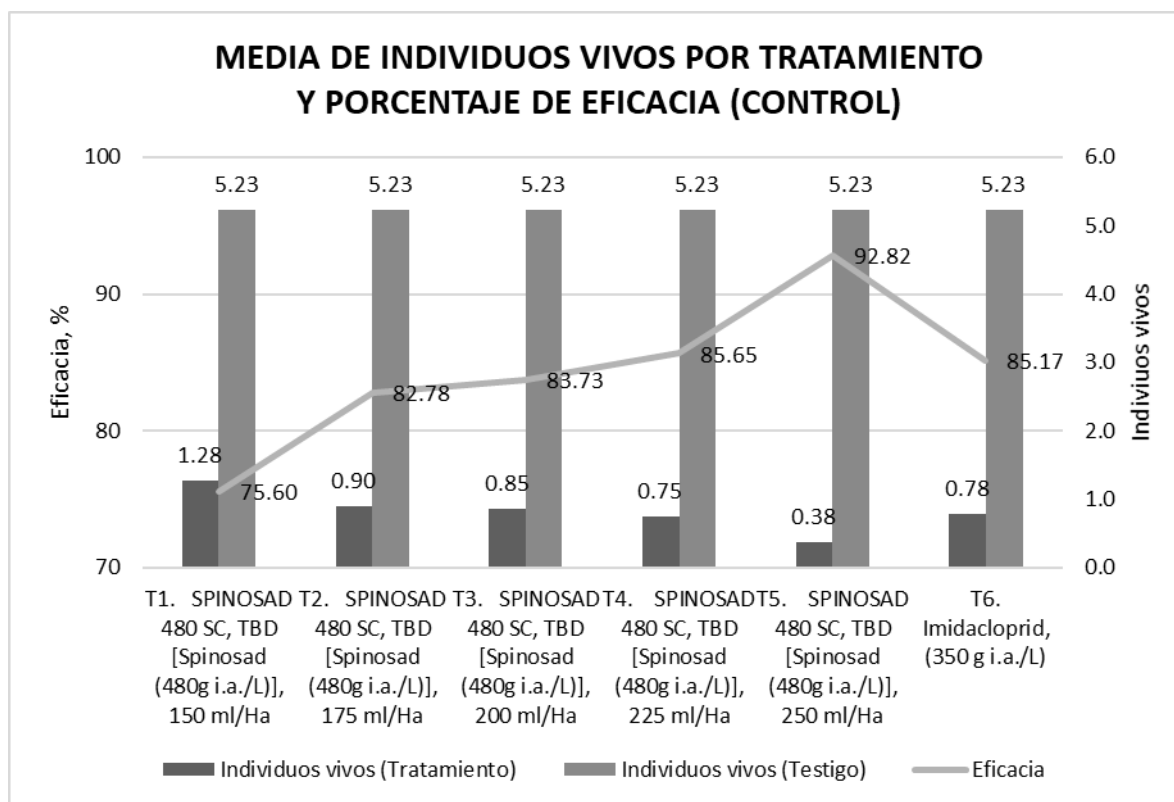


Figura 5. Promedio de individuos vivos de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la primera evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

SEGUNDA EVALUACIÓN

Minador (*Liriomyza sativae*)

Los resultados obtenidos en la segunda evaluación de la eficacia (Cuadro 7) en la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$) se observa se conformaron cuatro agrupaciones diferentes. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. El tratamiento que presentó menor infestación de minador (*Liriomyza sativae*) fue el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) con un promedio de 0.10 individuos vivos ubicándose en la literal “C”; seguido del T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha, T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T3. ecológico

a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha) y T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) con un promedio de 0.15, 0.15, 0.23 y 0.25 individuos vivos, respectivamente, ubicándose en la agrupación “CB”. Así como, T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) con un promedio de 0.33 individuos vivos, ubicándose en la literal “B”. Mientras que el T7. (Testigo absoluto) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 1.68 individuos vivos y se ubicó en la literal “A”.

Cuadro 7.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la segunda evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control del Minador (*Liriomyza sativae*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio	Eficacia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	0.33	80.60
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	CB	0.25	85.07
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	CB	0.23	86.57
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	CB	0.15	91.04
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	C	0.10	94.03
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	CB	0.15	91.04
T7. Testigo absoluto	NA	A	1.68	0.00
<i>Pr > F</i>			< .0001	
<i>Levene's Test</i>			0.3051	

Figura 6.

Se observa el promedio de individuos vivos del minador (*Liriomyza sativae*) y la eficacia de los tratamientos; donde el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) obtuvo la mayor eficacia de los tratamientos (94.03%), los tratamientos T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha) y T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) obtuvieron eficacias arriba del 85%. Mientras que el T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) obtuvo 80.60% de eficacia. En contraste a todos los tratamientos con aplicaciones, el testigo absoluto (T7.) mostró una infestación de individuos vivos del minador (*Liriomyza sativae*) (1.68 por unidad experimental).

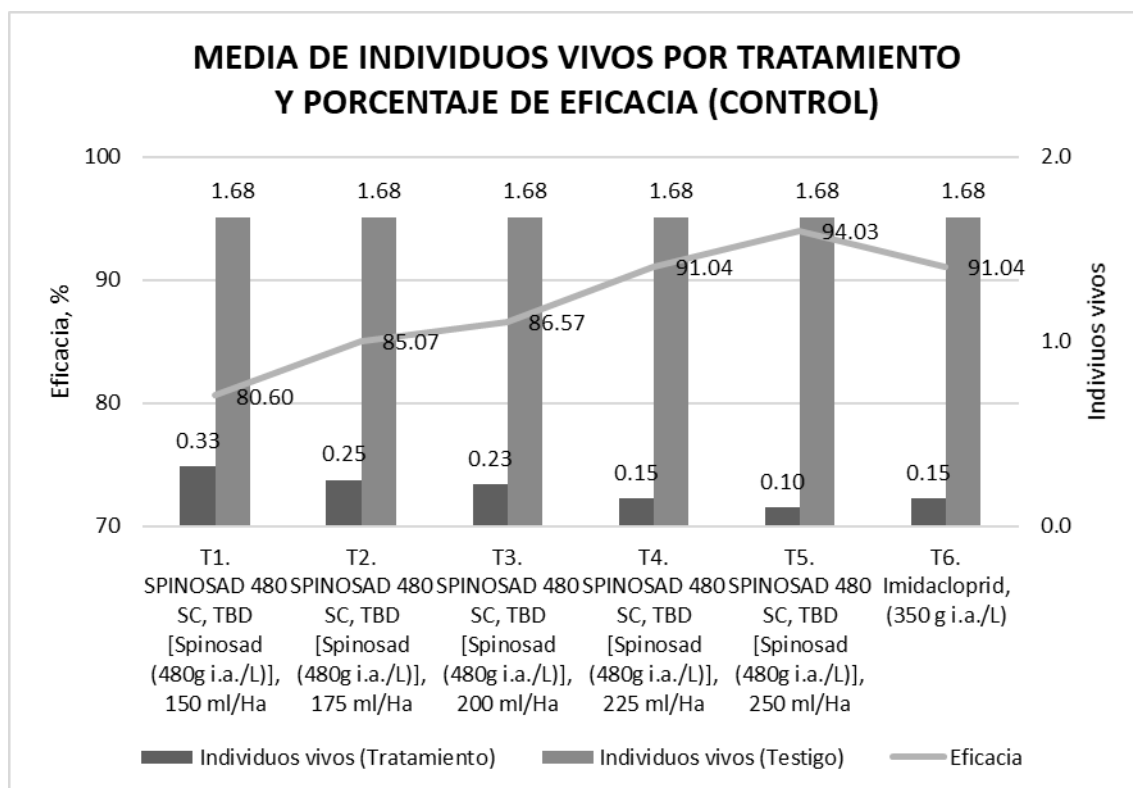


Figura 6. Promedio de individuos vivos de Minador (*Liriomyza sativae*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la segunda evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Los resultados obtenidos en la segunda evaluación de la eficacia (Cuadro 8) en la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$) se observa se conformaron seis grupos diferentes. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. El tratamiento que presentó menor infestación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) fue el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) con un promedio de 0.35 individuos vivos ubicándose en la literal “D”; seguido del T4. ecológico a base de

espinosinas (spinosad) (225 ml/ha) con un promedio de 0.45 individuos vivos, ubicándose en la agrupación “CD”, el T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha) con un promedio de 0.53 individuos vivos, ubicándose en la agrupación “CBD”, T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), con un promedio de 0.68 individuos vivos, en el grupo “CB”. Mientras que T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) y T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) con un promedio de 0.73 y 0.75 individuos vivos, respectivamente, se ubicaron en la literal “B”. El T7. (Testigo absoluto) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 5.25 individuos vivos y se ubicó en la literal “A”.

Cuadro 8.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la segunda evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio	Eficacia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	0.75	85.71
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	B	0.73	86.19
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	C B D	0.53	90.00
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	CD	0.45	91.43
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	D	0.35	93.33
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	C B	0.68	87.14
T7. Testigo absoluto	NA	A	5.25	0.00
$Pr > F$			< .0001	
Levene's Test			0.0302	

Figura 7.

Se observa el promedio de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y la eficacia de los tratamientos; donde el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) obtuvo una eficacia del 93.33%, los tratamientos T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha) y T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha), obtuvieron una eficacia del 91.43 y 90.00%, respectivamente. T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) y T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha), obtuvieron una eficacia arriba del 85%. En contraste a todos los tratamientos con aplicaciones, el testigo absoluto (T7.) mostró una alta infestación de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (5.25 por unidad experimental).

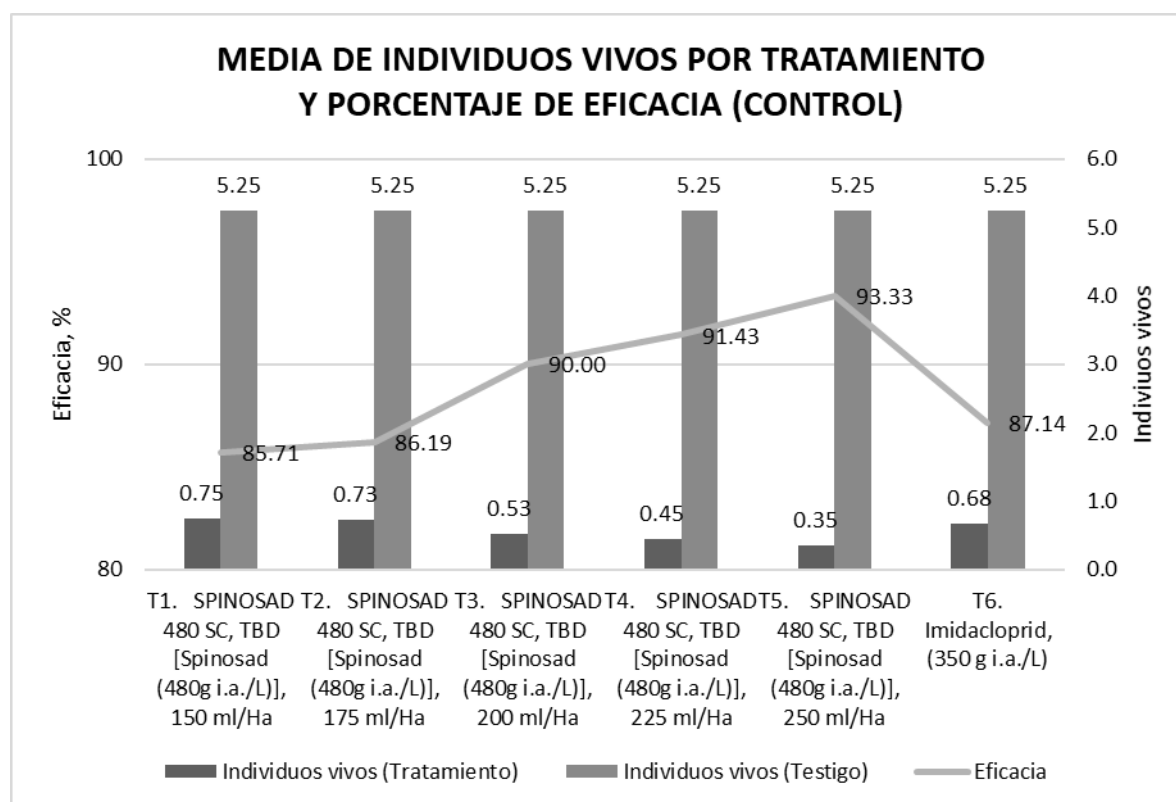


Figura 7. Promedio de individuos vivos de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la segunda evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

TERCERA EVALUACIÓN

Minador (*Liriomyza sativae*)

Los resultados obtenidos en la tercera evaluación de la eficacia (Cuadro 9) en la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se observa se conformaron dos

agrupaciones diferentes. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales.

El tratamiento que mantuvo menor infestación de minador (*Liriomyza sativae*) fue el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) con un promedio de 0.08 individuos vivos, seguido del T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha), T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) y T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha), ubicándose en la literal “B”; mientras que el T7. (Testigo absoluto) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 1.78 individuos vivos y se ubicó en la literal “A”.

Cuadro 9.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la tercera evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de minador de la hoja y mosca blanca en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio	Eficacia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	0.25	85.92
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	B	0.25	85.92
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	B	0.23	87.32
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	B	0.18	90.14
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	B	0.08	95.77
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	B	0.23	87.32
T7. Testigo absoluto	NA	A	1.78	0.00
$Pr > F$			< .0001	
Levene's Test			0.0305	

Figura 8.

Se observa el promedio de individuos vivos del minador (*Liriomyza sativae*) y la eficacia de los tratamientos; donde el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) obtuvo la mayor eficacia de los tratamientos (95.77%), los tratamientos T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200ml/ha), T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) y T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) obtuvieron eficacias de arriba del 85%. En contraste a todos los tratamientos con aplicaciones, el testigo absoluto (T7.) mostró una infestación de individuos vivos del minado (*Liriomyza sativae*) (1.78 por unidad experimental).

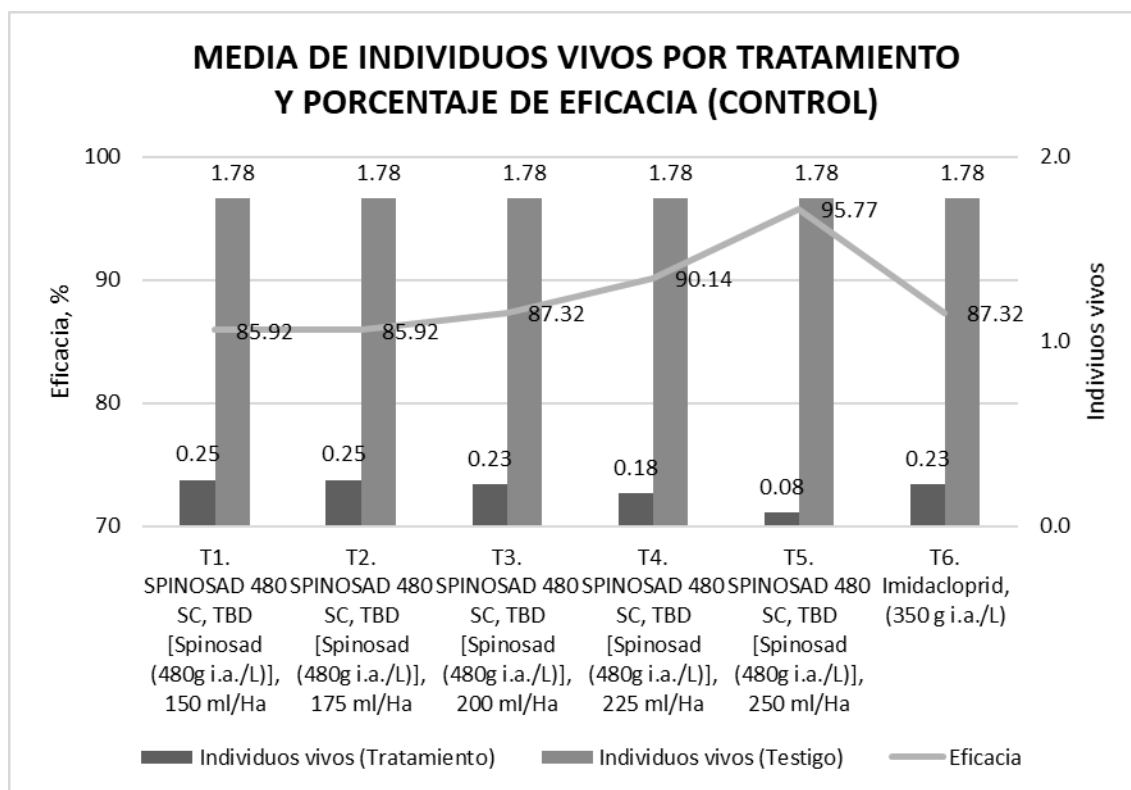


Figura 8. Promedio de individuos vivos de Minador (*Liriomyza sativae*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la tercera evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Los resultados obtenidos en la tercera evaluación de la eficacia (Cuadro 10) en la prueba de comparación múltiple de medias (*Tukey*, $\alpha = 0.05$) se observa se conformaron cuatro agrupaciones diferentes. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. El tratamiento que se mantuvo con menor infestación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) fue el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) con un promedio de 0.28 individuos vivos ubicándose en la literal "C"; seguido del T6.

Imidacloprid, (350 g i.a./L), T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha) y T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) con un promedio de 0.43, 0.45, 0.55 y 0.68 individuos vivos, respectivamente, ubicándose en la agrupación “CB”; T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha) arrojó un promedio de 0.75 individuos vivos, ubicándose en la literal “B”. Mientras que el T7. (Testigo absoluto) obtuvo la mayor infestación con un promedio de 5.50 individuos vivos y se ubicó en la literal “A”.

Cuadro 10.

Resultados del análisis de los datos recolectados durante la tercera evaluación en el estudio de efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*) var. Poinsett 76. Morelos, 2024.

Tratamientos	Dosis	Individuos vivos		
		Tukey ($\alpha = 0.05$)	Promedio	Eficacia %
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	B	0.75	86.36
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	C B	0.68	87.73
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	C B	0.55	90.00
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	C B	0.45	91.82
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	C	0.28	95.00
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	0.75 mL/ha	C B	0.43	92.27
T7. Testigo absoluto	NA	A	5.50	0.00
<i>Pr > F</i>			< .0001	
<i>Levene's Test</i>			0.0213	

Figura 9.

Se observa el promedio de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y la eficacia de los tratamientos; donde el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) obtuvo una eficacia del 95.00%, los tratamientos T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L), T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (225 ml/ha), T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (200 ml/ha) y T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha), obtuvieron una eficacia del 92.27, 91.82, 90.00 y 87.73, respectivamente. T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha), obtuvo una eficacia arriba del 85%. En contraste a todos los tratamientos con aplicaciones, el testigo absoluto (T7.) mostró una alta infestación de individuos vivos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (5.50 por unidad experimental).

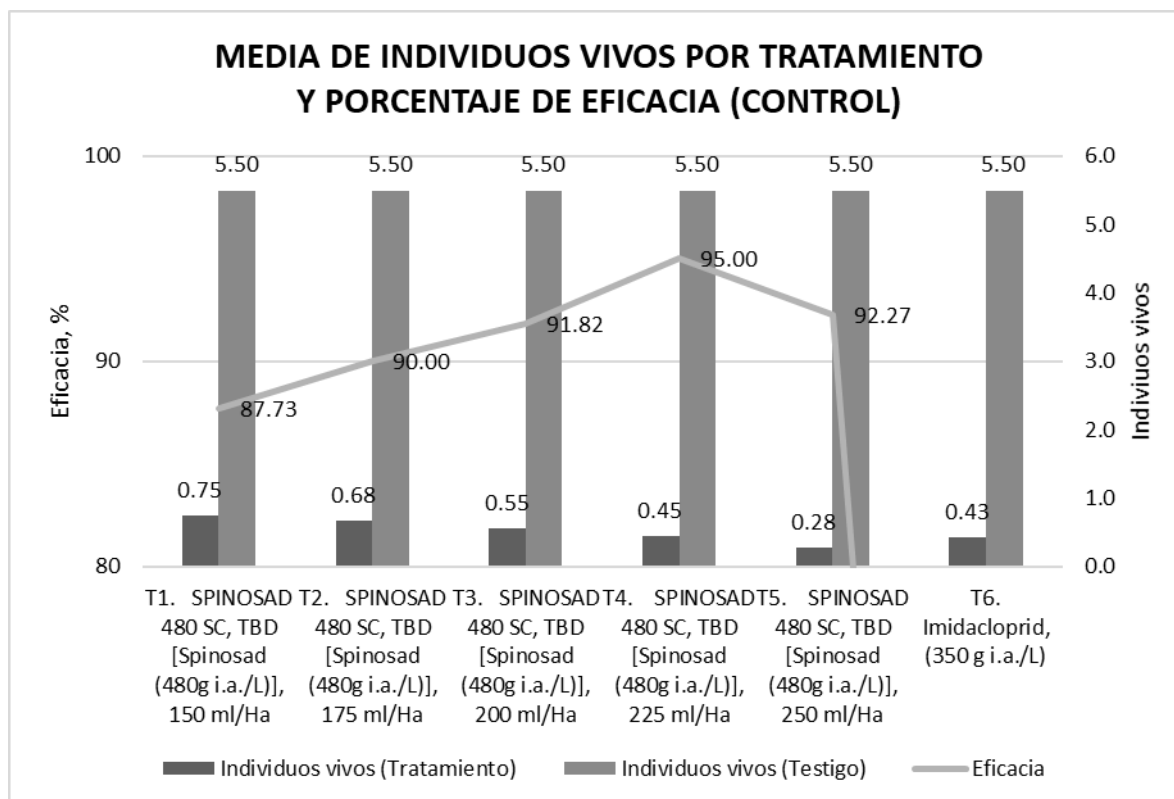


Figura 9. Promedio de individuos vivos de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por tratamiento vs testigo y porcentajes de eficacia en la tercera evaluación del estudio de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad), en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*). Morelos, 2024.

EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD

En cada fecha de evaluación de la eficacia, se valoró el posible efecto fitotóxico provocado por la aplicación del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de minador (*Liriomyza sativae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) var. Poinsett 76, para tal fin, se utilizó la escala propuesta por la EWRS. Las observaciones en campo permitieron concluir que la aplicación del producto citado a dosis de 150, 175, 200, 225 y 250 ml/ha, no ejercieron ningún efecto fitotóxico en el cultivo de jitomate, en las condiciones en las que se realizó el presente estudio (Cuadro 11).

Cuadro 11.

Evaluación del posible efecto fitotóxico en el estudio de evaluación de la efectividad biológica del insecticida ecológico a base de espinosinas (spinosad) para el control de Minador (*Liriomyza sativae*) y Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*) var. Poinsett 76. Morelos, 2024.

Tratamiento	Dosis	1ra evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	150 ml/ha	0	0	0
T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	175 ml/ha	0	0	0
T3. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	200 ml/ha	0	0	0
T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	225 ml/ha	0	0	0
T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) [Spinosad (480g i.a./L)]	250 ml/ha	0	0	0
T6. Imidacloprid, (350 g i.a./L)	300 gr/ha	0	0	0
T7. Testigo absoluto	NA	NA	NA	N/A

DISCUSIÓN

Spinosad es un insecticida de origen natural, resultado de la fermentación aeróbica del actinomiceto del suelo *Saccharopolyspora spinosa*, la cual, es una bacteria gran positiva, filamentosa y compuesta por hifas que contienen cadenas largas de esporas en forma de espinas. Es capaz de producir más de 20 espinosinas con propiedades insecticidas, pero las más abundantes son la A y D de ahí su nombre spinosAD (CENAPRECE, 2020); es un insecticida neurotóxico, su modo de acción se dirige al receptor nicotínico de acetilcolina y aparentemente también a los receptores GABA, la exposición da como resultado el cese de la alimentación seguida posteriormente de parálisis y muerte. Spinosad está clasificado como un material de riesgo ambiental y toxicológico bajo y ha sido adoptado en muchos países para el manejo integrado de plagas como una alternativa bioracional (Williams, Valle, & Viñue, 2014). Diversos estudios han demostrado la efectividad de spinosad en el control de plagas de importancia agrícola de diversas familias de insectos e incluso ácaros; en este sentido (Jones, Scott-Dupree, Harris, Shipp, & Harris, 2005) encontraron que aplicaciones foliares de spinosad fueron altamente tóxicos contra trips occidental (*Frankliniella occidentalis*) en pepino bajo invernadero causando una mortalidad de más del 90%. En otro estudio, se aplicó Spinosad en dosis que variaron entre 48 y 120 g i.a./ha (una o dos veces con un intervalo de 14 días) contra el minador de la hoja (*Tuta absoluta*), en tomate en túneles de plástico, encontraron eficacias hasta de un 99 % (120 g i.a./ha) 28 días después de una sola aplicación (Bratu, Petcuci, & Sovarel, 2015). Spinosad, se utiliza para el control de una amplia gama de orugas en diversos cultivos, en la dosis recomendada de 50 cc de producto comercial por hectárea (24 g i.a.) para cultivos extensivos, su modo de acción es translaminar, por contacto e ingestión, y constituye una alternativa valiosa para un programa de manejo de minador (Salvo & Valladares, 2007), asimismo, se ha observado que en tomate, tiene propiedades sistémicas y en cantidades tan bajas como 1 mg/planta podrían proteger a las plantas de tomate de la infestación de ácaros (Van Leeuwen, 2005).

La efectividad de Spinosad demostrada en cítricos en contra del minador permite disponer de herramientas apropiadas de manejo para la rotación de activos. De esta manera, se evitaría el surgimiento de problemas de resistencia en las poblaciones (Salvo & Valladares, 2007).

En México, el empleo del Spinosad se inició en 1997 para el control de plagas agrícolas, su aplicación debe realizarse bajo las especificaciones de aplicación y dosis adecuadas ya que desafortunadamente, en los Estados Unidos ya son varias las especies de insectos que han desarrollado resistencia hacia el Spinosad como los dípteros *Bactrocera dorsalis* mosca oriental de la fruta y *Liriomyza trifolii* minador del frijol (CENAPRECE, 2020).

Es muy activo por ingestión y algo menos por contacto, los síntomas aparecen rápidamente y la muerte del insecto suele presentarse en tan sólo algunas horas. Los productos basados en el Spinosad han sido registrados en más de 30 países para el control de plagas de lepidópteros, dípteros, algunos coleópteros, termitas, hormigas y trips. Tiene muy poca toxicidad para los mamíferos y es clasificado por la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de los Estados Unidos como un producto de bajo riesgo toxicológico (CENAPRECE, 2020).

En el presente estudio las cuatro dosis de los tratamientos sobre cada una de las unidades experimentales ocasionaron que los porcentajes de efectividad contarán con valores ascendentes, se apreció que para el control del minador (*Liriomyza sativae*) a partir de la segunda evaluación el T2. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (175 ml/ha) alcanzó una eficacia del 85% y en la tercera evaluación a partir de la dosis más baja T1. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (150 ml/ha), asimismo, se observó que el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) (250 ml/ha) presentó la mayor eficacia de control (95.77%) durante la tercera evaluación. Así como lo indicado por (Legwaila, Munthali, & Kwerepe, 2020), el spinosad se volvió más tóxico para las larvas con cada aumento en la concentración de pesticida.

Por otro lado, para el caso de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se observó que se alcanzó el 85% de eficacia de control desde la primera evaluación (7 días posteriores a la primera aplicación) el T4. ecológico a base de espinosinas (spinosad) a la dosis de 225 ml/ha. Mientras que el T5. ecológico a base de espinosinas (spinosad) a la dosis de 250 ml/h durante la 3ra evaluación (14 días posteriores a la primera aplicación y 7 días posteriores a la segunda aplicación) obtuvo la mayor eficacia de control (95.00%).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en las cuales se realizó el experimento se concluye que:

- El producto ecológico a base de espinosinas (spinosad) a las dosis evaluadas de 150, 175, 200, 225 y 250 ml/ha, no mostraron efecto fitotóxico en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), con base en la escala EWRS.
- El producto ecológico a base de espinosinas (spinosad) en el caso de control del minador *Liriomyza sativae* a las dosis evaluadas de 175, 200, 225 y 250 ml/ha, obtuvieron eficacias superiores al 85 % desde la segunda evaluación de eficacia. En contraste para mosca de blanca se obtuvieron eficacias mayores de 85% las dosis de 225 y 250 ml/ha a partir de la primera aplicación.

REFERENCIAS

- Agroasemex. (2019, abril 12). *Las plagas producen pérdidas de hasta un 40 por ciento en la producción agrícola, revela estudio de la FAO*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/las-plagas-producen-perdidas-de-hasta-un-40-por-ciento-en-la-produccion-agricola-revela-estudio-de-la-fao>
- Agronutrientes. (1998). *Guía completa sobre la mosca blanca: Identificación, daños y prevención*. <https://agronutrients.com/blog/mosca-blanca-guia-completa/>
- Alexander, J. L. (2020, noviembre). *Descripción de enfermedades en pepino (Cucumis sativus) producido en una zona y época húmeda en La Concepción, Chiriquí, Panamá* [Tesis]. Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0ebf16e8-6d75-469b-ac71-b1b7b1742317/content>
- Alston, D. (2018, julio). *Minadores de hojas de cultivos hortícolas*. Utah State University Extension. <https://extension.usu.edu/planthealth/research/leafminers-vegetables>
- Arias, S. (2007, abril). *Manual de producción del pepino*. InfoAgro. http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/110/RED_Manual_Produccion_08_Pepino_04_12.pdf
- Brillon, K., & Jay, S. (10 de octubre de 2024). *Insecticidas Spinosad: Cómo usarlos de forma segura*. Obtenido de <https://www.epicgardening.com/spinosad-spray/>
- Cahill, M. (1996, agosto). *Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae)*. <https://www.researchgate.net/publication/231879211>
- Ching Chin, C. & ShuChen, C., 2007. Morphology, life history and life table of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae).. *Formosan Entomologist*, 27(3), pp. 207-227.
- Casaca Angel, D. (Abril de 2005). *EL CULTIVO DE PEPINO. Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Obtenido de <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino,-F.pdf>
- Cortés Adán, A. M. (2017, diciembre). *Producción, morfología y fisiología del pepino injertado (Cucumis sativus L.) cultivado con nanopartículas de plata* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42999/>
- Daniel, C. A. (2005, abril). *El cultivo de pepino. Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. DICTA. <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino,-F.pdf>
- DGSV-CNRF, 2020. Minador de la hoja de frijol *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), Tecámac, Estado de México: SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria..
- DGSV-CNRF, 2020. Mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae), Tecamac, Estado de México: SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacionalde Referencia Fitosanitaria.

Fernandez Rodriguez, P., & Giron Acosta, J. (18 de Septiembre de 2020). Producción ecológica de pepino (*cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente. *Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) cafetalera Renato Guitart, III Frente Oriental, Cuba*. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731006/html/#redalyc_181369731006_ref9

Goana Luna De La Patricia, A. (26 de Mayo de 2020). *Manejo ecológico de plagas*. Obtenido de <https://umamexico.com/manejo-ecologico-de-plagas/>

González-Cárdenas, R. A. (2025, enero–junio). *Manejo integrado de Diaphania hyalinata en el cultivo del pepino (Cucumis sativus L.)*. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/1326/2002>

Hortoinfo. (2025). *Fusariosis vascular del pepino (Fusarium oxysporum sp. cucumerinum)*. <https://hortoinfo.es/fusariosis-vascular-pepino-fusarium-oxysporum/>

INIFAP. (2023). *Producción sustentable de pepino en agricultura protegida*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/produccion-sustentable-de-pepino-en-agricultura-protegida-370921>

IPM, U. (2005). *Agricultura: Directrices para el manejo de plagas en cucurbitáceas*. Obtenido de <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/cucurbits/leafminers/#gsc.tab=0>

Ismail, M. S., Soliman, M. F., El Nagggar, M. H., & Ghallab, M. M. (2007). Acaricidal activity of spinosad and abamectin against two-spotted spider mites. *Experimental & applied acarology*, 43(2), 129–135. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9108-8>

Idrovo Ulloa, L. A. (01 de Agosto de 2025). Evaluación de cuatro métodos de aplicación de Spinosad para control de mosca de la fruta en *Malus domestica* (manzana) cv. Anna. Obtenido de <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/aa98fcaa-1852-41a2-a8cd-35362e58c129/content>

Jiménez López, A. (Noviembre de 2020). Descripción de enfermedades en pepino (*Cucumis sativus*) producido en una zona y época húmeda en La Concepción, Chiriquia, Panamá. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0ebf16e8-6d75-469b-ac71-b1b7b1742317/content>

Mendieta Flores, M. (Mayo de 2023). Efecto de la Aplicación de Nanopartículas de Magnetita y Dióxido de Zinc en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.). Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/49222/K%2068610%20Flores%20Mendieta%2C%20Monserrat.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Larson, L. L., 1997. Effects of adjuvants on the activity of Tracer™ 480SC on cotton in the laboratory, 1996. *Arthropod Management Tests*, Volumen 22, pp. 415-416.

Manuel, R. R. (2012). *Una nueva revisión y actualización de plagas y enfermedades en el cultivo de pepino*. *Granja Agrícola Experimental*, 62–66. <https://revistas.grancanaria.com/index.php/GRANJA/article/view/9856/9351>

Marchiori, C. H. (2022). Agromyzidae (Insecta: Diptera) species as an important agricultural pest.

Meji GLA, Rosales SA, Nápoles JR. 1994. Guía para identificar las especies de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) consignadas para México. XXIX Congreso Nacional de Entomología y Asamblea anual de la Southwestern Branch-ESA. Nuevo Leon, México.

Olmo, A. (s.f.). *Principales plagas y enfermedades del cultivo del pepino*. Blog Agricultura. <https://blogagricultura.com/plagas-enfermedades-pepino/>

Opportimes. (2020, febrero 27). *Exportaciones mexicanas de pepinos a EU baten récord*. <https://www.opportimes.com/exportaciones-mexicanas-de-pepinos-a-eu-baten-record/>

Ortiz Catón, M. y otros, 2010. Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit. Fuente, 2(5), pp. 31-40.

Producción ecológica de pepino (Rodríguez-Fernández Pedro y Girón-Acosta Javier. 2020. cucumis sativus L.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) cafetalera Renato Guitart, III Frente Oriental, Cuba. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731006/>

Peña Pablo, P. (junio de 1992). Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. *Cultivo de pepino*. Obtenido de <https://intranet.cedaf.org.do/digital/pepino.pdf>

Pineda, S. (2007). *El Spinosad, una alternativa para el control de insectos plaga*. *Ciencia Nicolaita*, 29–42. https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?art_id=259213

Proain. (2020, septiembre 22). *Plagas de importancia económica en pepino*. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/plagas-de-importancia-economica-en-pepino>

Rebollar, S. (03 de Febrero de 2023). Competitividad y valor agregado de pepino Persa (*Cucumis sativus* L.) en agricultura por contrato: estudio de caso. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792022000100139#B18

Rivera Vargas, J. (2006). Plagas y mas comunes del cultivo de pepino. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/684295886/Plagas-Mas-Comunes-Del-Cultivo-Del-Pepino#:~:text=Cultivo%20de%20Pepino-.Las%20plagas%20m%C3%A1s%20comunes%20del%20cultivo%20del%20pepino%20incluyen%20el,y%20aplicaci%C3%B3n%20limitada%20de%20pesticidas.>

Rodriguez Rodriguez, J. M. (2012). Ingenieros Técnicos Exfuncionarios de la Granja Agrícola Experimental. *Una Nueva Revision y actualizacion de plagas y enfermedades en el cultivo de pepino.*, 62-66. Obtenido de <https://revistas.grancanaria.com/index.php/GRANJA/article/view/9856/9351>

Rural, S. d. (28 de enero de 2025). De la familia de las cucurbitáceas, el pepino es el consentido. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/proteccion-de-datos-personales-282241>

Schuh, M. (2022). Marchitamiento bacteriano de las cucurbitáceas. Obtenido de <https://extension.umn.edu/disease-management/bacterial-wilt>

Salvo, A., & Valladares, G. R. (2007). Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. *Ciencia e investigación Agraria*, 167-185.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025, enero 28). *De la familia de las cucurbitáceas, el pepino es el consentido*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/proteccion-de-datos-personales-282241>

SEDESA. (2023, septiembre 18). *Impacto económico de las plagas: Un desafío para la economía local y global*. <https://sedesa.com/impacto-economico-de-las-plagas-un-desafio-para-la-economia-local-y-global/>

Seminis. (2020). *Virus del mosaico del pepino*. <https://www.seminis-las.com/recursos/guias-de-enfermedades/tomates/cucumbermosaic2/>

SENASICA, 2020. FICHA TÉCNICA. Mosquita blanca, México: Dominio Público. Ian D. Bedford por CABI, 2020.

Spencer, K. A. (2012). *Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera)* (Vol. 45). Springer Science & Business Media.

Téllez M, Cano M, Cabello T, Tapia G, Lara L. 2010. Guía ilustrada de plagas y enemigos naturales en cultivos hortícolas en invernadero. Nueva edición actualizada.

University of California IPM. (2005). *Directrices para el manejo de plagas en cucurbitáceas*. <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/cucurbits/leafminers/>

Valenzuela Escoboza, . F. . A. y otros, 2010. Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa.. *Acta zoológica mexicana*, 26(3), pp. 585-601.

Valladares, G. R. (2008). Agromyzidae (Diptera).

Villaseñor, I. R. (2024). *Cultivo de pepino*. Hydroenv. <https://hydroenv.com.mx/id377/>

Williams, T., Valle, J., & Viñue, E. (2014). Is the naturally derived insecticide Spinosad® compatible with insect natural enemies? *Biocontrol science and technology*, 459-475.

Zalomon, F. G. & Natwick, E. T., 1987. Developmental Time of Sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in Small Field Cages on Cotton Plants. *Florida Entomologist*, 70(4), pp. 427-431.

APÉNDICE

Evaluación previa

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	T1	2	0	0	1	3	2	2	2	1	3
7	T2	1	3	2	2	1	2	3	0	1	0
4	T3	1	0	2	0	0	2	1	3	2	1
8	T4	2	2	1	0	1	3	2	0	2	1
3	T5	1	0	0	2	3	2	3	3	0	0
13	T6	0	0	0	0	0	2	2	0	3	3
2	T7	3	2	0	3	1	0	1	1	0	1
5	T1	0	0	1	0	2	0	2	1	0	2
15	T2	0	2	3	0	1	2	2	1	3	3
17	T3	2	0	3	0	2	1	2	2	0	3
11	T4	0	3	2	3	0	2	0	0	0	2
10	T5	0	0	1	1	2	2	0	3	0	3
18	T6	0	2	2	1	2	2	2	0	1	0
6	T7	2	3	2	0	1	0	2	3	2	0
12	T1	1	0	3	3	1	2	2	0	0	0
24	T2	0	0	0	0	1	1	2	0	0	3
23	T3	1	0	2	1	0	2	3	3	0	0
16	T4	3	1	2	3	0	2	1	0	3	0
20	T5	0	2	1	1	3	2	0	2	0	1
22	T6	1	1	2	1	0	2	2	0	2	2
9	T7	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
19	T1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
27	T2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
25	T3	1	1	2	1	3	1	1	2	0	0
21	T4	0	2	2	2	2	0	0	2	0	2
28	T5	0	0	1	1	2	2	0	3	0	3
26	T6	0	2	0	2	2	2	2	2	2	0
14	T7	1	2	0	0	0	0	0	1	2	2

Primera evaluación

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	T1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2
7	T2	1	2	1	1	0	0	1	1	0	2
4	T3	2	0	0	0	0	1	2	0	1	0
8	T4	0	0	2	1	2	0	0	0	2	1
3	T5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
13	T6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
2	T7	2	2	1	1	1	2	2	0	2	3
5	T1	3	1	1	0	0	0	0		2	1
15	T2	1	0	0	0	2	2	2	0	0	1
17	T3	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0
11	T4	0	0	2	2	3	0	0	0	1	1
10	T5	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
18	T6	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0
6	T7	2	2	1	1	0	1	2	3	2	1
12	T1	1	0	0	0	1	3	1	1	0	1
24	T2	0	0	2	1	2	0	0	0	1	1
23	T3	1	1	0	0	0	0	2	2	1	0
16	T4	0	0	1	1	0	0	0	2	3	1
20	T5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
22	T6	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
9	T7	3	2	1	1	1	2	2	2	0	1
19	T1	1	1	0	0	0	1	1	2	3	0
27	T2	0	0	0	2	2	1	0	0	1	1
25	T3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2
21	T4	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2
28	T5	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
26	T6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
14	T7	1	1	2	2	2	3	2	1	2	0

Segunda evaluación

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	T1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0
7	T2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
4	T3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
8	T4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	T6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2	T7	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2
5	T1	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0
15	T2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11	T4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	T5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	T7	2	1	1	2	0	2	0	2	1	4
12	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
24	T2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23	T3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	T4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
20	T5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	T6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	T7	2	1	1	2	3	1	2	2	3	0
19	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
27	T2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
25	T3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
21	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	T5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
26	T6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
14	T7	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3

Tercera Evaluación

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	T1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	T2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
4	T3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
8	T4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
3	T5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	T6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2	T7	2	2	2	2	3	3	3	1	0	0
5	T1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
15	T2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
17	T3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
11	T4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10	T5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	T6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
6	T7	2	2	2	1	0	0	0	3	2	3
12	T1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
24	T2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
23	T3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
16	T4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
20	T5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
22	T6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
9	T7	3	3	2	3	0	1	2	2	2	3
19	T1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
27	T2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
25	T3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
21	T4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
28	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	T6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
14	T7	2	3	2	0	3	3	1	2	1	0

Análisis estadístico

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Prev

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.04857143	0.00809524	0.12	0.9925
Error	21	1.40000000	0.06666667		
Total correcto	27	1.44857143			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Prev Media
0.033531	20.53855	0.258199	1.257143

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	0.04857143	0.00809524	0.12	0.9925
Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 17					

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Prev
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	0.0565	0.00942	1.59	0.2002
Error	21	0.1247	0.00594		
Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 18					

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Prev

NOTA: 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.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.066667
Valor crítico del rango estudentizado	4.59730
Diferencia significativa mínima	0.5935

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.3250	4	T4
A			
A	1.3000	4	T2
A			
A	1.2750	4	T3
A			
A	1.2500	4	T5
A			
A	1.2250	4	T1
A			
A	1.2250	4	T6

A
 A 1.2000 4 T7
 Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev1

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	3.77073571	0.62845595	67.31	<.0001
Error	21	0.19607500	0.00933690		
Total correcto	27	3.96681071			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev1 Media
0.950571	12.82871	0.096628	0.753214

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	3.77073571	0.62845595	67.31	<.0001
Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 35					

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev1
 ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	0.000178	0.000030	0.45	0.8372
Error	21	0.00139	0.000066		
Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 36					

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Ev1

NOTA: 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.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.009337
Valor crítico del rango estudentizado	4.59730
Diferencia significativa mínima	0.2221

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.55000	4	T7
B	0.82230	4	T1
B			
C B	0.77500	4	T2
C B			
C B	0.77500	4	T4
C			
C D	0.57500	4	T3
D			

E	D	0.42500	4	T6
E				
E		0.35000	4	T5

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev2

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	7.59428571	1.26571429	200.60	<.0001
Error	21	0.13250000	0.00630952		
Total correcto	27	7.72678571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev2 Media
0.982852	19.34009	0.079433	0.410714

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	7.59428571	1.26571429	200.60	<.0001

Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 53

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev2
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	0.000315	0.000053	1.29	0.3051
Error	21	0.000856	0.000041		

Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 54

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Ev2

NOTA: 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.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.00631
Valor crítico del rango estudentizado	4.59730
Diferencia significativa mínima	0.1826

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.67500	4	T7
B	0.32500	4	T1
B			
C B	0.25000	4	T2

C	B			
C	B	0.22500	4	T3
C	B			
C	B	0.15000	4	T6
C	B			
C	B	0.15000	4	T4
C				
C		0.10000	4	T5

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev3

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	8.59500000	1.43250000	126.66	<.0001
Error	21	0.23750000	0.01130952		
Total correcto	27	8.83250000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev3 Media
0.973111	25.02265	0.106346	0.425000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	8.59500000	1.43250000	126.66	<.0001

Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 71
Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev3
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	6	0.00688	0.00115	2.94	0.0305
Error	21	0.00819	0.000390		

Sistema SAS 13:01 Saturday, August 7, 2024 72

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Ev3

NOTA: 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.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.01131
Valor crítico del rango estudentizado	4.59730
Diferencia significativa mínima	0.2445

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.77500	4	T7
B	0.25000	4	T2
B	0.25000	4	T1
B	0.25000	4	T6

B				
B	0.22500	4	T3	
B				
B	0.17500	4	T4	
B				
B	0.07500	4	T5	

VARIABLES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE ESTUDIO

FECHA	TMAX (°C)	TMIN (°C)
28/06/2024	28.0	19.0
29/06/2024	28.0	20.0
30/06/2024	28.8	20.0
01/07/2024	30.5	19.5
02/07/2024	23.0	20.0
03/07/2024	29.0	19.0
04/07/2024	29.0	19.0
05/07/2024	29.0	18.0
06/07/2024	30.0	19.0
07/07/2024	31.0	21.0
08/07/2024	31.0	20.0
09/07/2024	30.0	20.0
10/07/2024	30.0	19.0
11/07/2024	30.0	19.0
12/07/2024	28.0	19.0
13/07/2024	30.0	18.0
14/07/2024	29.0	19.0
15/07/2024	29.0	19.0
16/07/2024	29.0	20.0
17/07/2024	31.0	20.0
18/07/2024	35.0	20.0
19/07/2024	30.0	20.0

Fotografías del estudio de campo



