

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFICACIA BIOLÓGICA DEL FUNGICIDA (*Pseudomonas chloraphis*) EN
DOS ENFERMEDADES EN OKRA EN NACAOME**

POR:

OSCAR ANDRES HENRIQUEZ SANTIAGO

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO



SEPTIEMBRE, 2024

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

EFICACIA BIOLÓGICA DEL FUNGICIDA (*Pseudomonas chloraphis*) EN DOS
ENFERMEDADES EN OKRA EN NACAOME

POR:

OSCAR ANDRES HENRIQUEZ SANTIAGO

REYNALDO ELISEO FLORES GOMEZ M.Sc.
Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

SEPTIEMBRE, 2024

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

DEDICATORIA

A Dios por bendecir mi vida con fortaleza y sabiduría, demostrándome que sin el nada se puede y con el todo es posible, por darme la oportunidad de compartir con las personas que amo y aprecio.

A mis padres Antonio Henríquez Padilla y Máxima Santiago López, por darme la vida, apoyarme en todo momento, darme aliento y ser un ejemplo de vida, porque por ellos y para ellos es todo lo que soy.

A mis hermanos Marco Antonio Henríquez Santiago, Maxi Esteban Henríquez Santiago, Tania Henríquez Santiago por ser un apoyo incondicional gracias por demostrarme tanto cariño, cada logro en mi vida es gracias a su inspiración.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme hasta este momento, cuidarme y no soltarme nunca de la mano, por mandarme siempre a las personas adecuadas en mi camino.

A mis asesores M Sc. Reynaldo Eliseo Flores Gómez, M Sc. Porfirio Hernández, M Sc. Yoni Soriel Antúnez Munguía, por su valioso apoyo y ayuda durante la redacción y realización de la tesis.

A la Universidad Nacional de Agricultura por formarme como profesional y darme las herramientas necesarias para enfrentarme a los problemas del diario vivir.

A los Ingenieros: Dennis Gallo Bolainez encargados de la empresa en Honduras por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros. Juan pablo decid, Roque, Abigail decid, Jorge Alvarado Alvarado. Dimas, Cristian Ávila, doblado, German Álvarez.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	2
2.1	Objetivo general.....	2
2.2	Objetivos específicos	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1	Cultivo de okra (<i>Abelmoschus esculentus</i>)	3
3.1.1	Origen	3
3.1.2	Generalidades del cultivo.....	4
3.1.3	Usos en la alimentación	4
3.1.4	Composición nutricional	5
Cuadro 2.	Composición nutritiva en 100 gr de vaina de okra comestible	5
3.1.5	Descripción botánica.....	5
3.1.5.1	Tallo	5
3.1.5.2	Hojas	5
3.1.5.3	Flores.....	6
3.1.5.4	Fruto	6
3.1.5.5	Semillas	6
3.1.6	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de okra	6
3.1.6.1	Suelos para la producción de okra.....	7
3.1.6.2	Fertilización.....	7
3.1.6.3	Temperatura	7

3.1.6.4	Altitud	7
3.1.6.5	Riego	7
3.1.6.6	Cosecha	8
3.2	Plagas que atacan el follaje y fruto	8
3.2.1.2	Ciclo biológico y descripción.....	9
3.2.1.2.1	Huevos	9
3.2.1.2.2	Larva	9
3.2.1.2.3	Pupa	9
3.2.1.2.4	Adultos.....	9
3.2.1.3	Daños	10
3.2.1.4	Control químico	10
3.2.1.5	Control biológico	10
3.2.2.1	Ciclo biológico y descripción.....	11
3.2.2.2	Daños	11
3.2.2.3	Control	12
3.2.3.1	Ciclo biológico y descripción.....	12
3.2.3.1.1	Huevo.....	12
3.2.3.1.2	Larva	13
3.2.3.1.3	Pupa	13
3.2.3.1.4	Adultos.....	13
3.2.3.2	Daños	13
3.2.3.3	Control cultural	13
3.2.3.4	Control químico	14
3.2.3.5	Control biológico	14

3.2.4.1	Ciclo de vida y descripción	14
3.2.4.1.1	Huevo.....	15
3.2.4.1.2	Ninfa	15
3.2.4.1.3	Adultos.....	15
3.2.4.2	Daños	15
3.2.4.3	Control químico	16
3.2.4.4	Control biológico	16
3.3.1	Mildiu polvoso.....	17
3.3.1.1	Sintomatología del mildiu polvoso	18
3.3.2	<i>Cercospora malayensis</i>	18
3.3.3	<i>Cercospora abelmoschi</i>	18
3.4	Características de las moléculas a evaluar	19
3.5	Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada	21
3.6	Mecanismos de resistencia no basados en el punto de acción	21
3.7	Prueba de eficacia biológica	21
3.7.1	Diferencia entre eficacia y eficiencia.....	22
I.V.	MATERIALES Y METODOS.....	23
4.1	Descripción y ubicación del experimento	23
4.2	Materiales y equipo.....	23
4.3	Manejo del experimento.....	24
4.3.1	Cultivo y variedad.....	24
4.3.2	Condiciones del ensayo.....	24
▪	Enfermedades en estudio	24
Cuadro 3.	Escala para determinar el área afectada en del cultivo de Okra.....	25

4.3.3	Diseño e instalación del ensayo	25
▪	Ubicación de la prueba	25
4.4	Condiciones experimentales del ensayo.....	26
•	Número de repeticiones: 4.....	26
Tabla 1.	Tratamientos a evaluar el cultivo de Okra	26
4.4.2	Información sobre otros plaguicidas usados contra otros problemas fitosanitarios.....	26
3.4.3	Datos edáficos	27
3.4.4	Selectividad del producto.....	27
Tabla 2.	Escala para evaluación de la selectividad del tratamiento en prueba en los cultivos en estudio.....	27
4.4.5	Momento y frecuencia	28
4.4.6	Observaciones colaterales	28
4.4.7	Efecto sobre organismos benéficos.....	28
4.4.8	Registro cualitativo y cuantitativo del rendimiento.	28
4.5	Análisis de datos	28
4.6	Análisis económico	29
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VI.	BIBLIOGRAFÍAS	36
VII-ANEXOS.		40

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica.....	4
Cuadro 2. Composición nutritiva en 100 gr de vaina de Okra comestible	5
Cuadro 3. Escala para determinar el área afectada en del cultivo de Okra.....	31

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos a evaluar el cultivo de Okra	33
Tabla 2. Escala para evaluación de la selectividad del tratamiento en prueba en los cultivos en estudio.	34
Tabla 3. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para la <i>Cercospora</i> en el cultivo de Okra basado en la incidencia inicial	37
Tabla 4. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para la <i>Mildiu polvoso</i> en el cultivo de Okra basado en la incidencia inicial.	39

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de HOWLER 50 WP para el control de <i>Cercospora</i> en el cultivo de Okra, según prueba Tukey ($P>0.05$).....	39
Figura 2. Figura 2. Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de HOWLER 50 WP para el control de <i>Mildiu polvoso</i> en el cultivo de Okra, según prueba Tukey ($P>0.05$)	41

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Parcelas donde se estableció el ensayo para evaluar la eficacia Biológica del Fungicida (*Pseudomonas chloraphis*) en dos enfermedades *Cercospora*, *mildiu polvoso* en el cultivo de Okra, realizado en la aldea El Tular, Nacaome, Valle.2024.

Anexo 2. Bomba de motor utilizado en las aplicaciones en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.

Anexo 3. Preparación de las dosificaciones de cada uno de los tratamientos para evaluar en plantas de Okra, en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.

Anexo 4. Muestreo y levantamiento de datos para evaluar el grado de eficacia de cada uno de los tratamientos en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.

Anexo 5. Preparando Aplicación de los tratamientos en plantas de Okra. Realizada en horas de la mañana con una bomba de motor en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.

Anexo 6. Balanza utilizada para pesar el materia para los diferentes tratamientos en el Tular Nacaome, Valle 2024.

HENRIQUEZ SANTIAGO, OA. 2024. Eficacia biológica del fungicida (*Pseudomonas chlororaphis*) en dos enfermedades en Okra en Nacaome, Valle. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. 67 p.

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en una de las fincas ubicada en la aldea El Tular, Nacaome, Valle, el objetivo. Evaluó la eficacia biológica del fungicida *Pseudomonas chlororaphis* (HOWLER 50 WP) para el control de las enfermedades *Cercospora* y *Mildiu polvoso* en el cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*). El ensayo se estableció usando la siguiente metodología: Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, siendo el Tamaño de Parcela de 5.0 m ancho x 6.9 m de largo (34.50 m²) con una Área total del experimento de 945.75 m² con Distancia entre plantas de 30 cm realizando Evaluaciones: antes y tres días después de cada aplicación Tratamientos: (Cuadro 3). Los análisis estadísticos y los porcentajes de eficacia y microorganismo, las medias de Tukey ($P \leq 0.05$) Correspondiente a la evaluación de *Cercospora* en el cultivo de Okra, registraron que la dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha (HOWLER 50 WP) redujo la incidencia hasta un 2% de la enfermedad *Cercospora* en Okra, por lo tanto, se recomienda esta dosis debido a que registro eficacias arriba de los valores del testigo relativo Biológico a base de *Pseudomonas Sp.* La enfermedad *Mildiu polvoso* en Okra fue reducida hasta un 7% de Incidencia utilizando la dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha Kg/ha (HOWLER 50 WP), por lo cual se recomienda esta dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha Kg/ha (HOWLER 50 WP) Los análisis estadísticos y los porcentajes de eficacia y microorganismo, las medias de Tukey ($P \leq 0.05$) Correspondiente a la evaluación de *Cercospora* en el cultivo de Okra, registraron que la dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha (HOWLER 50 WP) redujo la incidencia hasta un 2% de la enfermedad *Cercospora* en Okra, por lo tanto se recomienda esta dosis debido a que registro eficacias arriba de los valores del testigo relativo Biológico a base de *Pseudomonas Sp.*

Palabras claves: *Cercospora*, *Mildiu polvoso*, Repeticiones, Incidencia

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de okra (*Abelmoschus esculentus L*) es una malvácea anual originaria de Asia y África, adaptada a climas tropicales y subtropicales (Díaz *et al.* 2007). Según (FAO 2016), la producción de okra a nivel mundial anda alrededor de 7 millones de toneladas, siendo India el líder en producción con el 70% del volumen total, seguido por México, Estados Unidos, y Centroamérica. En Honduras, la okra es producida para exportación, este cultivo se siembra en la zona sur-central del país (SAG 2014). El 70% de la okra hondureña se exporta a Estados Unidos, donde compete con okra de República Dominicana y de Nicaragua. Un 20% es exportado a Europa y el resto a Canadá (Méndez, 2019).

El cultivo de okra es atacado por varios patógenos, tal como es el caso de los insectos que causan daño en el follaje y fruto (Prakasha, 2010). El ser humano, en el intento fallido de erradicar las plagas, ha utilizado los insecticidas de una manera descontrolada, realizando un uso abusivo o mal uso que resulta en la selección de individuos resistentes (IRAC, 2019). Al final se presenta poca variabilidad de ingredientes activos para controlar los insectos plaga y romper la resistencia, por esta razón cada vez es más preocupante (IRAC, 2015).

Por consiguiente y a raíz de lo expresado anteriormente, este trabajo tuvo como objetivo la evaluación de la eficacia biológica del fungicida HOWLER 50 WP (*Pseudomonas chlororaphis*) bajo cinco tratamientos que son las dosis de aplicación, con cuatro repeticiones cada uno, para el control de diferentes enfermedades que afectan los cultivos de Okra.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Evaluar la eficacia biológica del fungicida *Pseudomonas chlororaphis* (HOWLER 50 WP) para el control de las enfermedades *Cercospora* y *Mildiu polvoso* en el cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*).

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Evaluar la evolución temporal de eficacia inmediata (24 horas) y hasta las cuatro semanas de los fungicidas seleccionados.
- ✓ Determinar el efecto que tienen las moléculas estudiadas sobre la fauna insectil benéfica.
- ✓ Determinar las dosis adecuadas de los fungicidas para el manejo y control de las enfermedades bajo estudio.
- ✓ Realizar un análisis económico parcial sobre los diferentes fungicidas que se evaluaron en la investigación.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cultivo de okra (*Abelmoschus esculentus*)

Abelmoschus esculentus es una planta fanerógama tropical de fruto comestible, originaria de África y perteneciente a la familia de las malváceas. Es conocida con los nombres de quimbombó, quingombó, gombo, molondrón, okra o bamia, candia en Honduras, Venezuela, Colombia y Senegal, en México se le llama también abelmosco y en Perú se le conoce como ñajú. En Honduras, la okra es producida para exportación. Este cultivo se siembra en la zona sur-central del país (SAG 2014), donde se produce 70% de exportación (Flores, 2016).

3.1.1 Origen

Duzyamman (1997), dieron a conocer que el lugar de origen de la Okra es al norte de África. La Okra es una planta anual, cultivada en altitudes que van de 0 a 1500 metros sobre nivel del mar y una temperatura de 32 grados centígrados, cuyas cápsulas tiernas sirven de alimento, su semilla tostada y molida se usa como sucedáneo del café (Guerrero, 2006).

Moreno *et al.* (2007) indica que con la conquista del Nuevo Mundo probablemente a través de los esclavos africanos que arribaron a Brasil a mediados del siglo XVII se

extendió con ellos una gran parte de América. En la actualidad las principales regiones productivas se encuentran en los Estados Unidos de América, especialmente en el Sur de (Texas, Georgia, Florida, Tennessee y Alabama hasta llegar a sur américa), debido a las necesidades climatológicas de este cultivo (Guerrero, 2006).

3.1.2 Generalidades del cultivo

La Okra pertenece a la familia Malvaceae, genero Hibiscus especie esculentus L. (1753) o Abelmoschus Moench (1794). Es una especie anual de porte erguido, puede alcanzar hasta 3 m de altura en zonas tropicales. Generalmente desarrolla ramas que se originan de las axilas de las hojas del tallo central (Moreno *et al.* 2007). Esta planta se caracteriza por tolerar suelo de poca fertilidad y una humedad intermitente, y soporta largo periodos de sequía en todas las etapas excepto en el proceso inicial del crecimiento (Costa, 2013).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica Fuente: IICA, (2006).

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Genero	<i>Abelmoschus</i>
Especie	<i>esculentus</i>

3.1.3 Usos en la alimentación

La okra se trata de un cultivo cuyo valor reside fundamentalmente en sus frutos, los cuales son vainas comestibles que se cocinan como verduras, formando parte de sopas y guisos (Departamento Agricultura Sudáfrica, 2012). Sin embargo además del fruto, también se pueden aprovechar la semilla, las hojas, el tallo y la raíz. Está considerada como una de las verduras de mayor valor nutricional.

3.1.4 Composición nutricional

La okra se trata de una hortaliza no tradicional de importancia menor, sin embargo es una hortaliza de gran importancia en otras culturas, y presenta un buen futuro gracias a sus enormes cualidades nutricionales descritas en el cuadro 1.

Cuadro 2. Composición nutritiva en 100 gr de vaina de okra comestible

Agua	88.9 %	Hierro	0.6 mg
Proteínas	2.4 g	Sodio	3 mg
Grasas	0.1 g	Potasio	249 mg
Hidratos de carbono	7.6 g	Vitamina A	520 UI
Fibras	1.0 g	Tiamina	0.17 mg
Cenizas	0.8 g	Riboflavina	0.21 mg
Calcio	92 mg	Niacina	1.0 mg
Fosforo	51 mg	Ácido ascórbico	31 mg
Vitamina B1	0.2 mg	Magnesio	0 mg
Vitamina B2	0.06 mg	Fosforo	63 mg
Vitamina B3	1.0 mg	Grasas saturadas	0.026 g
Vitamina B12	0 mg	Grasas poliinsaturadas	0.027 g
Vitamina C	21.2 mg	Grasas monoinsaturadas	0.027 g
Azúcar	1.2 g	Colesterol	0 mg

Fuente: Moreno *et al.* (2007).

3.1.5 Descripción botánica

La okra es una especie anual de porte erguido. En nuestras latitudes desarrolla una tallo central robusto, el cual puede alcanzar 1,75 m de altura, sin embargo en otros lugares (regiones tropicales), dicho tallo alcanza alturas de hasta 3 metros (Moreno *et al.* 2007).

3.1.5.1 Tallo

Presenta un tallo semi-leñoso que alcanza una altura de 1 m en variedades enanas y de 2-2,5 m en el resto de variedades. Se encuentra pigmentado con un color verde o matices rojizos. Es erecto aunque variable en cuanto a la ramificación (Tripathi, 2011).

3.1.5.2 Hojas

Las hojas son palmeadas, pentalobuladas en el caso de las superiores, trilobuladas las intermedias y acorazonadas con hendidura en la parte basal las inferiores. Llegan a alcanzar 30 cm de tamaño (Moreno *et al.* 2007).

3.1.5.3 Flores

Son axilares y grandes (hasta 5 cm de diámetro), con un pecíolo corto (de 2 a 2,5 cm de largo), solitarias y pentámeras, muy parecidas a las de la jara. Los pétalos poseen color blanco - amarillento y con mácula de color púrpura localizada en la base de los pétalos. Son casi siempre bisexuales y actinomorfas (Tripathi, 2011).

3.1.5.4 Fruto

Se trata de un fruto erecto y pedunculado, es una cápsula plurilocular que comprende en la mayoría de los casos de cinco cavidades. Tiene forma cónica pudiendo alcanzar los 30 cm de longitud y los 3,5 cm de diámetro en su base (IICA, 2012).

3.1.5.5 Semillas

Las semillas maduras tienen una forma prácticamente esférica y de unos 3 mm de diámetro. Un gramo contiene en torno a 150 unidades (Moreno *et al.* 2007).

3.1.6 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de okra

La okra es un cultivo de climas cálidos, sensible a climas templados, lográndose un mejor crecimiento en áreas que tienen una larga estación cálida, con temperaturas de 18 a 35 °C; durante el período vegetativo no tolera alta humedad provocada por lluvias (Gaitán, 2005).

3.1.6.1 Suelos para la producción de okra

La okra debe cultivarse en suelos bien drenados para evitar la asfixia radicular, presenta mejor desarrollo en suelos de textura franco-arenosa y con un buen nivel de materia orgánica, el cultivo no tolera suelos húmedos con mal drenaje así como suelos ácidos y pobres en materia orgánica (ASERCA, 1999).

3.1.6.2 Fertilización

Según evaluaciones de Gaitán (2005), a los 20 días después de la siembra, se aplica urea (46 % Nitrógeno), suministrando 180 kilogramos de urea por hectárea, esto se aplica en zona húmeda e incorporados a 5 centímetros de profundidad entre los surcos del cultivo. En cuanto a la fertilización foliar de elementos menores se pueden realizar 2 o 3 aplicaciones a intervalos de 15 días después de las primeras aplicaciones edáficas. Estas se pueden iniciar a los 20 días después de la siembra (Aguilar, 2007).

3.1.6.3 Temperatura

Según Westerfield, (2008), el rango térmico de esta especie es de 16°C a 35°C con un óptimo de 25°C.

3.1.6.4 Altitud

Según Guerrero, (2006), puede desarrollar desde los 0 hasta los 1500 m.s.n.m.

3.1.6.5 Riego

Villafuerte (2005), recomienda un primer riego de germinación, teniendo cuidado de distribuir uniformemente el agua para evitar el arrastre de la semilla. Generalmente para la época seca se recomienda un riego semanal en suelos arcillosos y en suelos francos la frecuencia de riego debe

ser cada 5 días, con una lámina de riego de 25 a 37.5 milímetros (Aguilar, 2007).

3.1.6.6 Cosecha

Las vainas de okra deben ser recogidas (generalmente cortadas) cuando están blandas y no han madurado (2 a 3 pulgadas de largo en la mayoría de las variedades). Deben ser cosechadas frecuentemente por lo menos cada dos días (Moreno *et al.* 2007).

3.2 Plagas que atacan el follaje y fruto

La okra se trata de un cultivo bastante vulnerable al ataque de diversas plagas que causan daño en el follaje y en el fruto entre las más importantes se encuentran: *Bemisia tabaci*, *Liriomyza trifolii*, *Diaphania hyalinata*, *Myzus persicae*, *Frankliniella occidentalis*, *Liriomyza sativae*, *Frankliniella schultzei*, *Aphis gossypii*, *Melittia satyriniformis*, *Mocis repanda* (IICA, 2006).

A continuación se describirán las primeras cuatro plagas mencionadas anteriormente que son las que serán evaluadas en la investigación y se hará énfasis; en el ciclo biológico, los daños que ocasionan al cultivo y los métodos de control.

3.2.1 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Bemisia tabaci es una especie de hemíptero esternorrinco de la familia Aleyrodidae se ha registrado alimentándose de más de 600 especies de plantas hospederas. Estas especies se ubican en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales (Velasgui, 2010).

3.2.1.2 Ciclo biológico y descripción

El desarrollo del ciclo puede durar un mes con una temperatura entre 22-25°C, rango donde se encuentra el óptimo para el desarrollo del máximo potencial biótico de esta plaga, aunque las moscas blancas pueden desarrollarse en un amplio rango de temperatura 10-38°C (Porcuna, 2010).

3.2.1.2.1 Huevos

Miden de 190 a 200 μm de longitud y de 100 a 129 μm de ancho, ovipositados individualmente o en grupos sobre la superficie de la hoja (González *et al.* 2016).

3.2.1.2.2 Larva

Primer estadio. Miden de 250 a 300 μm de largo y 155 μm de ancho, es un estado de desarrollo activo en locomoción y se desplaza en busca de un lugar adecuado para alimentarse, por lo que sus patas y antenas son relativamente grandes; presenta 16 pares de sedas marginales aparentes; tubérculos cefálicos poco desarrollados, semielípticos hacia la parte lateral; orificio vasiforme curvo posteriormente (González *et al.* 2016).

3.2.1.2.3 Pupa

Miden de 750 a 850 μm de largo y 620 μm de ancho. Pupas vivas sin palizada de cera y también las varillas de cera están ausentes, son de color amarillento (CABI, 2017).

3.2.1.2.4 Adultos

Tamaño de 0.70 a 0.95 mm de largo. Los adultos vivos tienen el cuerpo de color amarillo oscuro, con dos pares de alas blancas inmaculadas. Ojos compuestos divididos y cada ojo consiste en dos grupos de omatidias con un omatidio que forma un puente entre los dos grupos (Carapia-Ruiz y Castillo-Gutiérrez, 2013).

3.2.1.3 Daños

Los daños directos causados por este insecto se deben a su alimentación a expensas de los nutrientes de la planta y a desórdenes fisiológicos (Briceño y Hernández, 2008). Se pueden observar en el envés de las hojas, que es donde succionan la savia y producen un debilitamiento de la planta, además segregan melaza que favorece la proliferación del hongo negrilla y transmite diversos virus. La mosca blanca es un vector del virus del mosaico del tabaco que afecta también a la okra provocando deterioro de las plantas y malformaciones en los frutos (Villafuerte, 2005).

3.2.1.4 Control químico

Es recomendable hacer seguimientos periódicos del cultivo con el fin de encontrar poblaciones y actuar cuanto antes. Como materias activas podemos emplear alfa cipermetrin, lambda cihalotrin, zetacipermetrina, imidacloprid y pirimicarb (Abellán, 2016). La dosis y frecuencia de aplicación dependerá de la gravedad del ataque y de los daños hacia el cultivo.

3.2.1.5 Control biológico

En el caso del control por medio de enemigos naturales, tenemos un amplio abanico de especies como pueden ser:

- Parasitoides: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus emericus* y *E. mundulus*.
- Depredadores: *Macrolophus caliginosus*, coccinélidos y ácaros fitoseidos.
- Hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* (Agrológica).

3.2.2 Mosca minadora (*Liriozima trifolii*)

L. trifolii, es originaria de América del Norte, Central y del Sur, se ha dispersado a grandes zonas de Europa, África, Asia. Pertenecen al orden díptera y a la familia Agromyzidae (Martinez y Etienne, 2002). Es muy polífaga y se ha registrado su presencia en 25 familias de plantas (Spencer, 1990).

3.2.2.1 Ciclo biológico y descripción

Existen tres estadios larvarios y todos ellos se alimentan dentro de las hojas. Las larvas se alimentan predominantemente en la planta en la que se han depositado los huevos. Las larvas abandonan la hoja cuando están preparadas para pupar y el orificio de salida tiene una forma característica de hendidura semicircular (EPPO, 2005).

Según Malipatil y Ridland (2008), dicen que las distintas etapas de desarrollo de las especies se podrán encontrar en distintos lugares de la planta o de sus alrededores:

-Huevos: insertados justo por debajo de la superficie foliar.

-Larvas: dentro de galerías en las hojas.

-Pupas: en los restos de cosechas, en el suelo o, a veces, en la superficie foliar.

-Adultos: volando libres o en la superficie de las hojas cuando realizan perforaciones de alimentación o de ovoposición.

3.2.2.2 Daños

La mosca minadora deposita sus huevos dentro de los tejidos de las hojas provocando pequeñas cavernas mientras la larva se va desarrollando hasta convertirse en pupa, en casos extremos debilita la planta disminuyendo la capacidad de fotosíntesis así como la calidad del fruto (Villafuerte, 2005). Las larvas se alimentan sobre todo del haz de la hoja, minando a través del clorénquima empalizada (EPPO, 2005).

3.2.2.3 Control

Algunos de las medidas culturales que se utilizan es la eliminación de los restos vegetales después de la recolección, para evitar que exista inóculo y afecte a las plantaciones que se inicien (Villafuerte, 2005). En el control químico, evitar las aplicaciones sistemáticas, realizándolas en función del nivel de riesgo (basado en la densidad de población y los daños del cultivo) y siguiendo las recomendaciones de los técnicos (Divabercom, 2008).

3.2.3 Barrenador de guías y frutos (*Diaphania hyalinata*)

El gusano *Diaphania hyalinata* Linnaeus, se encuentra en la mayor parte de América Central, Sur y el Caribe. También se ha informado de África (Mohaned *et al.* 2013). Pertenece al orden lepidóptera y a la familia crambidae. Los instares larvales jóvenes se alimentan de las flores, tallos y follaje, mientras que los estadios posteriores se les encuentra barrenando la cascara y pulpa de los frutos (Soria *et al.* 1996).

3.2.3.1 Ciclo biológico y descripción

El ciclo de vida dura entre 20 y 26 días, pudiendo dar un número considerable de generaciones en el año (Martínez *et al.* 2006).

3.2.3.1.1 Huevo

Los huevos son aplastados y ovalados, puestos de uno en uno o en pequeños grupos (Dubon, 2006), aparentemente estos son depositados en la noche sobre yemas, tallos y en la parte inferior de las hojas. Inicialmente son blancos o verdosos, pero pronto se tornan de color amarillo; miden alrededor de 0.7 mm de longitud y 0.6 mm de ancho; la eclosión ocurre después de tres a cuatro días (Capinera, 2000).

3.2.3.1.2 Larva

La larva tiene una duración de 14 a 21 días, pasa por cinco estadíos (Saunders, 1998). Las larvas recién eclosionadas son descoloridas, pero en el segundo estadío asumen un color verde amarillo pálido. Estas construyen una estructura de seda suelta bajo las hojas para protegerse durante las horas de luz del día (Capinera, 2000).

3.2.3.1.3 Pupa

La pupa es de 12 a 15 mm de longitud, cerca de 3 a 4 mm de ancho, es de color café ligero (Capinera, 2000). El período pupal tiene una duración de 5 a 10 días (Saunders *et al.* 1998).

3.2.3.1.4 Adultos

La envergadura alar es de 23-30 mm, alas blancas con una banda negra marginal, excepto en el borde interior de las alas traseras, el último segmento abdominal y el mechón anal son negros (Dubon, 2006).

3.2.3.2 Daños

Se alimenta principalmente del follaje, comúnmente las nervaduras de las hojas quedan intactas (Maes, 1999). También pueden atacar levemente yemas, brotes, flores, tallos y frutos causando problemas en el rendimiento y calidad de la producción. Pero esta especie tiende a alimentarse primero del follaje y yemas terminales antes de atacar a los frutos (Villafuerte, 2005).

3.2.3.3 Control cultural

Eliminar hospedantes alternos de *Diaphania hyalinata*, antes de la siembra del cultivo (Trabanino, 1997). Realizar una buena preparación de suelo para ayudar a reducir pupas

presentes en este (Smith, 2002).

3.2.3.4 Control químico

Se utilizan , Carbarilo, Ipermetrina, Endosulfan, Malation, Metamidofos, y Paratión Metilo, que son consideradas altamente dañinas para el medio ambiente y su uso inmoderado afecta al hombre y a la entomofauna asociada (Ruiz *et al.* 2008).

3.2.3.5 Control biológico

En Cuba estudios realizados por Rodríguez (2004), para el control de *Diaphania hyalinata* utilizando dos cepas de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, se encontró que la cepa LBT- 24 resultó ser efectiva en el control de este insecto, con niveles de control de 92.0% y 95.9%. Se encuentran también los extractos vegetales y aceites esenciales que son usados para tratar y mitigar el uso de los insecticidas químicos con favorables resultados (Martínez *et al.* 2006).

3.2.4 Pulgón verde del durazno (*Myzus persicae*)

Myzus persicae Sulzer es una especie cosmopolita, muy polífaga con más de 50 hospedantes y altamente eficiente como vector de virus de diversas plantas. Pertenece al orden homóptera y a la familia aphididae. (Blackman y Eastop, 2007).

3.2.4.1 Ciclo de vida y descripción

El pulgón verde del duraznero, al igual que otros insectos hemimetábolos, pasa por tres estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto, este ciclo dura de 20 a 25 días dependiendo de las condiciones climáticas (Ortego *et al.* 2002). Según William y Dixon, (2007) dicen que presenta un ciclo de vida holocíclico dioico (ciclo completo, incluye reproducción sexual y partenogenética; existe hospedero primario y secundario).

3.2.4.1.1 Huevo

El huevo es de forma ovoide o elíptica y puede alcanzar 0,5 mm de longitud. Inicialmente es de color verde, pero al poco tiempo adquiere una coloración negra brillante. Del huevo nace la hembra fundatrix o fundadora, que es áptera y da origen por partenogénesis a las hembras llamadas “fundatrígenas”, (Barbagallo *et al.* 1998).

3.2.4.1.2 Ninfa

Las ninfas son ápteras y de menor tamaño que los adultos este estado dura de 4 a 5 días (Dughetti *et al.* 2017).

3.2.4.1.3 Adultos

Los adultos miden 1,2-2,5 mm de largo, los machos son alados, las hembras vivíparas pueden ser aladas o ápteras mientras que las sexuales ovíparas son ápteras. Las formas ápteras tienen colores variables pero predominan los verdes claros, sin escleritos visibles en el abdomen (Dughetti *et al.* 2017).

3.2.4.2 Daños

Los daños producidos por *M. persicae* pueden llevar a una disminución de la productividad de la planta tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo clasificándose en daños directos e indirectos (Cucchi y Becerra, 2006). En el daño directo la sintomatología típica es el enrulado y distorsión de las hojas apicales, conocido como

“rulo” de los brotes, así como el retardo en el crecimiento de los brotes nuevos. Dentro de los daños indirectos se mencionan la producción de fumagina sobre la superficie del órgano atacado y la transmisión de virus. (Gildow *et al.* 2004).

La fumagina es generada por el desarrollo de hongos saprófitos sobre los excrementos azucarados (melaza) eliminados por los pulgones (Barbagallo *et al.*, 1998) y puede provocar una disminución de la actividad fotosintética de la planta (Becerra *et al.* 2011).

3.2.4.3 Control químico

Los insecticidas comúnmente empleados para el control de *M. persicae* pertenecen a cuatro grupos químicos: organofosforados, piretroides, carbamatos y neonicotinoides (Becerra *et al.*, 2011). En marzo de 2011, IRAC publicó la primera “alerta de resistencia” para informar del descubrimiento de la resistencia del pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae*) a los neonicotinoides (acetamiprid, clotianidina, imidacloprid, tiacloprid y tiametoxam) en los melocotoneros del sur de Francia y noreste de España. (IRAC, 2016).

Uno de los factores clave que permite entender esta situación es la presencia de una mutación (RB1T) que afecta al punto de acción de los neonicotinoides, condicionando gravemente su eficacia (IRAC, 2016).

3.2.4.4 Control biológico

Existen diversos enemigos naturales de *M. persicae* entre los que se destacan depredadores y parasitoides (Van Lenteren, 2012). En el caso de los depredadores, se han descrito larvas y adultos de las siguientes especies: *Adalia bipunctata*, *Eriopis connexa*, *Coccinella ancoralis*, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* y *Harmonia axyridis* (Hodek *et al.* 2012). En relación a los parasitoides, un grupo importante de enemigos naturales de *M. persicae* son los representantes de la familia Braconidae

(Aphidiinae) como *Aphidius colemani* y *Diaeretiella rapae* (Starý *et al.* 1993).

3.3 Principales enfermedades de la Okra

La okra (*Abelmoschus esculentus*) es un cultivo susceptible a diversas enfermedades foliares, entre las cuales destaca la cercosporiosis, causada por el hongo *Cercospora abelmoschi*. Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas pequeñas, angulares y de color marrón en las hojas, que eventualmente se tornan necróticas y pueden fusionarse, afectando severamente la capacidad fotosintética de la planta. La cercosporiosis puede reducir significativamente el rendimiento de la okra, especialmente en condiciones de alta humedad y temperatura. Según Singh *et al.* (2018), las pérdidas en el rendimiento debido a esta enfermedad pueden alcanzar hasta un 30%, afectando tanto la cantidad como la calidad de los frutos. El control de esta enfermedad generalmente incluye la aplicación de fungicidas específicos y la implementación de buenas prácticas agrícolas, como la rotación de cultivos y el manejo adecuado de la densidad de siembra.

3.3.1 Mildiu polvoso

Otra enfermedad crítica que afecta a la okra es el mildiu polvoriento, causado por el hongo *Erysiphe cichoracearum*. Este patógeno se manifiesta a través de una capa polvorienta blanca que cubre las hojas, tallos y vainas, lo que inhibe la fotosíntesis y, en última instancia, debilita la planta. El mildiu polvoriento es especialmente prevalente en climas húmedos y moderadamente cálidos, y su control requiere tanto la aplicación de fungicidas como la selección de variedades resistentes. Según Chakraborty *et al.* (2019), el impacto del mildiu polvoriento puede reducir el rendimiento de la okra hasta en un 25%, lo que subraya la importancia de un manejo integrado de esta enfermedad para evitar pérdidas significativas en la producción.

El mildiu polvoso casi nunca mata la planta, pero si reduce el valor estético, la comerciabilidad de las plantas enfermas y la productividad (Gonzales *et al.*, 2010).

3.3.1.1 Sintomatología del mildiu polvoso

Gonzales *et al* en año 2010 explica que los síntomas El mildiu polvoso a menudo se reconoce fácilmente por su crecimiento blanco similar al talco. Las colonias de mildiu polvoso pueden variar de blancas y esponjosas a colonias que son ligeras y difíciles de ver. Los síntomas pueden aparecer primero en la superficie superior de la hoja, pero también pueden desarrollarse en las hojas inferiores.

- Cuando los síntomas se desarrollan en las hojas más maduras, el mildiu polvoso es más difícil de detectar y parece ocurrir “de la noche a la mañana”, sorprendiendo a muchos cultivadores.
- En cuanto se desarrollan las condiciones ambientales favorables, el mildiu polvoso se convierte en una epidemia a medida que se infectan más hojas.

3.3.2 *Cercospora malayensis*

Cercospora malayensis: Provoca pequeñas manchas necróticas con borde rojo. Se combate igual que la anterior.

3.3.3 *Cercospora abelmoschi*

Se manifiesta por una abundante vellosidad gris-negrizca en el envés de la hoja, que acaba seca. Se combate mediante pulverizaciones con carbendazim, benomilo, zineb, maneb o mezcla de éstos con oxicloruro de cobre.

3.3.4 El tizón bacteriano

Causado por *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*, es otra enfermedad grave que afecta a la okra. Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas acuosas en las

hojas que eventualmente se vuelven necróticas, y en casos severos, pueden llevar a la defoliación prematura de la planta. El tizón bacteriano se propaga rápidamente en condiciones cálidas y húmedas, y puede causar pérdidas en el rendimiento de hasta un 40% en cultivos no tratados (Rajeshwari et al., 2016). Las prácticas de manejo incluyen el uso de semillas certificadas, la eliminación de plantas infectadas y la aplicación de tratamientos a base de cobre para reducir la incidencia de la enfermedad.

3.3.5 El mildiú vellosa

Finalmente es causado por el hongo *Peronospora parasitica*, también representa una amenaza para la okra, particularmente en regiones con climas frescos y húmedos. El mildiú vellosa se manifiesta con manchas amarillentas en el envés de las hojas, que eventualmente se cubren de una esporulación grisácea. Este hongo puede causar una pérdida significativa de rendimiento si no se controla adecuadamente. Según estudios de Kaur y Sharma (2015), el mildiú vellosa puede reducir el rendimiento de la okra en un 20% si las condiciones climáticas son favorables para la proliferación del patógeno. El manejo de esta enfermedad incluye la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y la aplicación de fungicidas específicos.

3.4 Características de las moléculas a evaluar

Principales Moléculas para el Control de Enfermedades de la Okra

La Okra es susceptible a diversas enfermedades fúngicas como **Cercospora**, **mildiú vellosa** y **antracnosis**, lo que hace necesario el uso de fungicidas eficientes para su control. A continuación, se presenta una lista de las principales moléculas utilizadas para el manejo de estas enfermedades, con base en las recomendaciones de la FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) 2024.

3.4.1. Difenoconazol

- **Modo de acción:** Inhibidor de la biosíntesis de esteroides.
- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo 3):** Interfiere en la síntesis del ergosterol, un componente clave de la membrana celular de los hongos, inhibiendo su crecimiento.
- **Eficacia:** Se usa ampliamente para el control de **Cercospora** y **mildiú vellosa** en Okra.
- **Referencias:** FRAC (2024).

3.4.2. Azoxistrobina

- **Modo de acción:** Inhibidor de la respiración mitocondrial.
- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo 11):** Bloquea el transporte de electrones en la cadena respiratoria mitocondrial, lo que lleva a la muerte celular de los hongos.
- **Eficacia:** Es efectiva contra **mildió velloso** y **antracnosis** en Okra.
- **Referencias:** FRAC (2024); Pérez et al. (2022).

3.4.3. Mancozeb

- **Modo de acción:** Fungicida de contacto con múltiples sitios de acción.
- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo M3):** Interfiere en múltiples procesos enzimáticos dentro de los hongos, actuando como un fungicida preventivo.
- **Eficacia:** Usado principalmente para prevenir **Cercospora** y **mildió velloso** en Okra.
- **Referencias:** García y López (2023); FRAC (2024).

3.4.4. Cobre (hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre)

- **Modo de acción:** Fungicida de contacto.
- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo M1):** Actúa inhibiendo enzimas fundamentales para el metabolismo de los hongos a través de la liberación de iones de cobre.
- **Eficacia:** Es comúnmente utilizado como preventivo para **mildió velloso** y **Cercospora**.
- **Referencias:** FRAC (2024); Pérez et al. (2022).

3.4.5. Ciprodinil

- **Modo de acción:** Inhibidor de la síntesis de metionina.
- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo 9):** Afecta la biosíntesis de aminoácidos esenciales como la metionina, inhibiendo el crecimiento del hongo.
- **Eficacia:** Excelente control de **antracnosis** y **Cercospora** en cultivos de Okra.
- **Referencias:** FRAC (2024); Ramírez et al. (2021).

3.4.6. Bioplaguicidas *Pseudomonas chlororaphis*

- **Modo de acción:** Agente biológico.
- **Mecanismo de acción:** Actúa produciendo compuestos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de patógenos fúngicos como **Cercospora** y **antracnosis**.
- **Eficacia:** Amplia actividad biocontroladora contra hongos patógenos en Okra, favoreciendo una agricultura más sostenible.
- **Referencias:** García y López (2023); Pérez et al. (2022).

3.4.7. Metalaxil-M

- **Modo de acción:** Inhibidor de la síntesis de ARN.

- **Mecanismo de acción (FRAC Grupo A1):** Bloquea la síntesis de ARN en hongos, interrumpiendo la formación de proteínas esenciales para la supervivencia.
- **Eficacia:** Específicamente útil para controlar el **mildió velloso** en Okra.
- **Referencias:** FRAC (2024).

El manejo eficaz de las enfermedades en la Okra, como la **Cercospora**, **mildió velloso** y **antracnosis**, requiere el uso de fungicidas con diferentes modos de acción para evitar la resistencia fúngica. El uso de **Pseudomonas chlororaphis** como bioplaguicidas también ofrece una alternativa ecológica. La combinación de estas estrategias asegura un control eficiente y sostenible.

3.5 Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada

Según IRAC (2021) dice que en muchos casos, la resistencia no sólo afecta negativamente al compuesto sobre el que se genera, sino que también confiere resistencia cruzada a otros compuestos químicamente relacionados. Esto es debido a que productos de un mismo grupo químico suelen afectar a un punto de acción común, por lo que se considera que comparten un mismo MdA. Cuando esto sucede, la interacción entre el compuesto y su punto de acción se ve afectada y el insecticida/acaricida pierde su eficacia (IRAC, 2019).

3.6 Mecanismos de resistencia no basados en el punto de acción

Está demostrado que la resistencia de los insectos y ácaros a los insecticidas y acaricidas puede, y frecuentemente lo hace, ser el resultado de un incremento del metabolismo (actividad enzimática) de la plaga. Estos mecanismos de resistencia metabólica no están ligados a ningún punto de acción específico y, por tanto, pueden conferir resistencia a insecticidas de más de un grupo de MdA. Cuando se haya descrito este tipo de resistencia metabólica y se conozca el espectro de la resistencia cruzada, es posible que ciertas alternancias, secuencias o rotaciones de ciertos grupos de MdA no puedan utilizarse (IRAC, 2021).

3.7 Prueba de eficacia biológica

Las pruebas de eficacia biológica determinan el grado de eficiencia que experimenta un agente

químico o biológico contra determinado agente etiológico (microorganismo). Estas pruebas permiten conocer la dosis óptima de un agroquímico o agroinsumo para controlar a un patógeno específico, posibilitan observar la eficacia biológica de las sustancias químicas ante los cambios del medio ambiente y la dinámica de la enfermedad in situ (LIDAG 2013).

3.7.1 Diferencia entre eficacia y eficiencia

La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos, en tanto que la eficacia hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos, es decir, no importa si fuimos eficientes en el proceso llevado a cabo para alcanzar el objetivo y ser eficaces. (Gerencie, 2016).

I.V. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción y ubicación del experimento

La investigación se realizó en una de las fincas de la empresa agrícola CUASA (Cultivos Agrícolas las Sábilas) ubicada en la aldea El Tular, Nacaome, Valle. Con una latitud de 13.481142 y longitud de -87.517523, una precipitación promedio anual de 1300 mm, ubicado a una altitud de 55 msnm, con una humedad relativa promedio de 65% durante el año. En el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 37 °C; siendo abril es el mes más caloroso con temperaturas promedio de 37 °C.

4.2 Materiales y equipo

Los materiales que se utilizaron en la investigación fueron: Fungicida a base de, *Pseudomonas chloraphis*, biológico de Zamorano, lupa para la identificación de las pústulas de las enfermedades Mildiu polvoso y Cercospora, metro, bomba de motor para realizar las aplicaciones, recipientes para elaborar la dosis del insecticida, probeta, coadyuvantes, hoja de toma de datos, programa estadístico de InfoStat, entre otros.

4.3 Manejo del experimento

4.3.1 Cultivo y variedad

Okra (*Abelmoschus esculentus* L) variedad Hindú

4.3.2 Condiciones del ensayo

▪ Enfermedades en estudio

Se evaluó la severidad de *Cercospora* y *Mildiu polvoso*. Se revisaran 10 plantas de Okra y cada planta será dividida en tres estratos (inferior, medio y superior) luego se registra la incidencia de la enfermedad.

Para ser evaluar el efecto de los tratamientos en el ensayo se midieron las siguientes variables

- Porcentaje de daño foliar sobre la lámina de la hoja.
- Grado de daño causado en cada hoja afectada.
-
- Numero de pústulas por hoja.

Para medir el porcentaje de daño se hicieron muestreos en todas las hojas que estuviesen infectadas con la enfermedad en estudio asignando un porcentaje de daño foliar a cada hoja. Para la variable número de pústulas por hoja se evaluarán todas las hojas infectadas, contando el total de pústulas encontradas en cada hoja. Para el grado de daño se utilizó el porcentaje de daño de cada hoja con la ayuda de la siguiente escala del Cuadro 2. Cada planta muestreada se marcara con una cinta para poder hacer los conteos en la misma planta y determinar el control del fungicida sobre la enfermedad.

Cuadro 3. Escala para determinar el área afectada en del cultivo de Okra.

Rango del tamaño de mancha inducida por la Grado enfermedad		Diámetro promedio (mm)	Área promedio (mm ²)
1	Desde un punto hasta 0.25 cm de diámetro	0.125	0.049
2	Manchas mayores de 0.25 cm hasta 0.5 cm	0.375	0.441
3	Mayores de 0.5 cm hasta 1 cm	0.75	1.767
4	Mayores de 1 cm hasta 1.5 cm	1.25	4.908
5	Mayores de 1.5 cm hasta 2 cm	1.75	9.621
6	Mayores de 2 cm hasta 2.5 cm	2.25	15.904
7	Mayores de 2.5 cm hasta 3 cm	2.75	23.758

4.3.3 Diseño e instalación del ensayo

En el experimento se establecieron 20 divisiones en el cultivo de Okra como unidades experimentales con dimensiones de 5.0 m de largo y 6.90 m de ancho con dos surcos cada una, con un distanciamiento 1.10 m entre surco y 0.50 m entre unidad experimental, resultando en un área total de 945.75 m² (Anexo 3).

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, tres dosis del producto en prueba HOWLER, Biológico de Zamorano a base de *Pseudomonas Sp.* como testigo comercial y un testigo absoluto para un total de 25 unidades experimentales. El tamaño de la unidad experimental fue de 34.5 m² (5.0 m x 6.90 m). Los surcos centrales fueron considerados como parcela útil.

- **Ubicación de la prueba**

El ensayo se realizó en la aldea El Tular, perteneciente al municipio de Nacaome, Valle, Honduras. Con una Longitud -86°51'75.23'' y Latitud 13°48'11.42''

4.4 Condiciones experimentales del ensayo

El ensayo se estableció usando la siguiente metodología:

- **Diseño Experimental:** Bloques Completos al Azar
- **Número de repeticiones:** 4
- **Tamaño de Parcela:** 5.0 m ancho x 6.9 m de largo (34.50 m²)
- **Área total del experimento:** 945.75 m² □ **Distancia entre plantas:** 30 cm
- **Evaluaciones:** antes y tres días después de cada aplicación
- **Tratamientos:** (Cuadro 3)
- **Aplicaciones de los tratamientos:** Se efectuaron ocho aplicaciones en intervalos de siete (7) días, a los 21 días después de la emergencia.

Tabla 1. Tratamientos a evaluar del cultivo de Okra

Tratamiento	Descripción	Dosis/Ha	Símbolos
T1	Biológico (Pseudomonas Spp.)	Kg/Ha	DB
T2	Dosis Baja(HOWLER)	3 Kg./Ha	DM
T3	Dosis Media (HOWLER)	6 Kg./Ha	DA
T4	Dosis Alta (HOWLER)	8 Kg./Ha	TR
T5	Testigo sin tratar	Agua	TA

4.4.2 Información sobre otros plaguicidas usados contra otros problemas fitosanitarios

Sobre las parcelas se aplicaran insecticidas y fertilizantes propios de una parcela comercial, pero se excluyeron controles con fungicidas en el área de aplicación de los tratamientos del ensayo.

3.4.3 Datos edáficos

Por ser un fungicida biológico aplicado al follaje las características de suelo no afectan la calidad y persistencia de los tratamientos.

3.4.4 Selectividad del producto

El efecto Fito tóxico HOWLER en el cultivo de Okra se determinó evaluando 10 plantas por unidad experimental. Para la evaluación de la selectividad se utilizó la escala de la Asociación Latinoamérica de malezas (ALAM) Tabla 2.

Tabla 2. Escala para evaluación de la selectividad del tratamiento en prueba en los cultivos en estudio.

Índice	Síntomas
0	Ningún daño apariencia similar al testigo
1	Daño leve: una clorosis ligera y retardo en el crecimiento
2	Manchas necróticas, leves y falas en la germinación
3	Clorosis más pronunciada, manchas necróticas y malformaciones
4	Daño moderado: clorosis intensa, necrosis y malformaciones más acentuadas
5	Daño de consideración: clorosis intensa, caída parcial de hoja, necrosis y malformaciones
6	Daño severo: defoliación total, muerte de ramas y brotes del tercio inferior
7	Daño muy severo: muerte casi total de la planta y perdida de plantas
8	Muerte significativa, destrucción del cultivo y muerte total de las plantas

4.4.5 Momento y frecuencia

Las evaluaciones de las variables se realizaron en los 0, 7, 11, 15, 19, 23, 28 y 33 días desde el inicio del programa de las aplicaciones para registrar la toma de datos.

4.4.6 Observaciones colaterales

Efecto sobre otras plagas. Observar el efecto sobre otras plagas y registrar los posibles hallazgos.

4.4.7 Efecto sobre organismos benéficos.

Observo el efecto sobre los organismos benéficos.

4.4.8 Registro cualitativo y cuantitativo del rendimiento.

Para este fin no se incluyeron valores de producción.

4.5 Análisis de datos

Después de recolectar los datos obtenidos en campo, estos se agruparon por tratamiento y repetición en una tabla de datos en Excel, luego cada variable fue analizada, utilizando un análisis de varianza (ANDEVA), usando el programa SAS versión 9.1, con un nivel de significancia en el análisis de ($P = 0.05$).

4.6 Análisis económico

Se determinó considerando los costos que tienen cada uno de los fungicidas biológicos usados como tratamientos a evaluar y el porcentaje de eficacia que presentan sobre las enfermedades bajo estudio durante los tres meses que dura la investigación.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Eficacia biológica de Howler 50 WP (*Pseudomonas chlororaphis*) para el control de dos enfermedades en cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L) variedad Hindú.

Para realizar el estudio de eficacia en el cultivo de Okra se tomaron muestras de incidencia de *Cercospora* y se registraron los siguientes resultados.

5.2.1 Eficacia biológica de la incidencia de *Cercospora* en plantas de Okra

Tabla 4. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para la *Cercospora* en el cultivo de Okra basado en la incidencia inicial

Tratamientos	Incidencia inicial 0	Dias después de la primera aplicación						
		7	11	15	19	23	28	33
T1 Biológico <i>Pseudomonas Sp.</i>	4.75a	4.5a	3a	4.25a	3.75a	4.25a	4ab	6.25b
T2 3 Kg/Ha Howler	4.5a	5.5a	3.75a	2a	4a	4.5a	2.75a	3.a
T3 6 Kg/Ha Howler	5a	5.25a	4.25a	5.75b	3.5a	3.75a	5ab	3a
T4 8 Kg/Ha Howler	4.5a	4.75a	4.25a	3.5ab	3.25a	2.5a	4.5ab	3.25a
T5 Testigo	6.25b	5a	7.75b	4.5ab	9.5b	5.5a	5.25b	4.5ab
	R ² 0.36	0.15	0.87	0.54	0.81	0.5	0.62	0.70
	CV 47.99	36.83	18.83	40.76	31.08	44.92	23.54	28.63

Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferente según la prueba de Tukey (α 0.05)

La **Tabla 4** de comparación de medias de Tukey ($P>0.05$), registro que el tratamiento T3 (6 Kg/ha H O W L E R 50 W P) reduce la incidencia de *Cercospora* hasta un 2% registrando alto grado de eficacia, otro de los tratamientos que registro los controles más bajos en la incidencia de *Cercospora* fue el T4 (8 Kg/ha H O W L E R 50 W P) registrando una baja incidencia de *Cercospora* de 2.5% mostrando alta en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 9.5%, por lo tanto se establece que el fungicida biológico H O W L E R 50 W P controla la enfermedad fungosa de *Cercospora* en el cultivar de Okra, registrando valores de eficacia por encima de los registrados por los insecticidas utilizados como testigos relativos en el T1 BioZam (*Pseudomonas Sp.*) el cual registro alta incidencia reflejando

eficacias negativas en dos de los muestreos realizados.

Lo anterior nos indica que el tratamiento 3 Kg/Ha Howler registra controles bajos en incidencia (2%) y maneja eficazmente la enfermedad *Cercospora* en el cultivo de Okra, por lo tanto técnicamente y económicamente resulto ser la alternativa más factible, ya que es la dosis más baja con respecto al resto de los tratamientos.

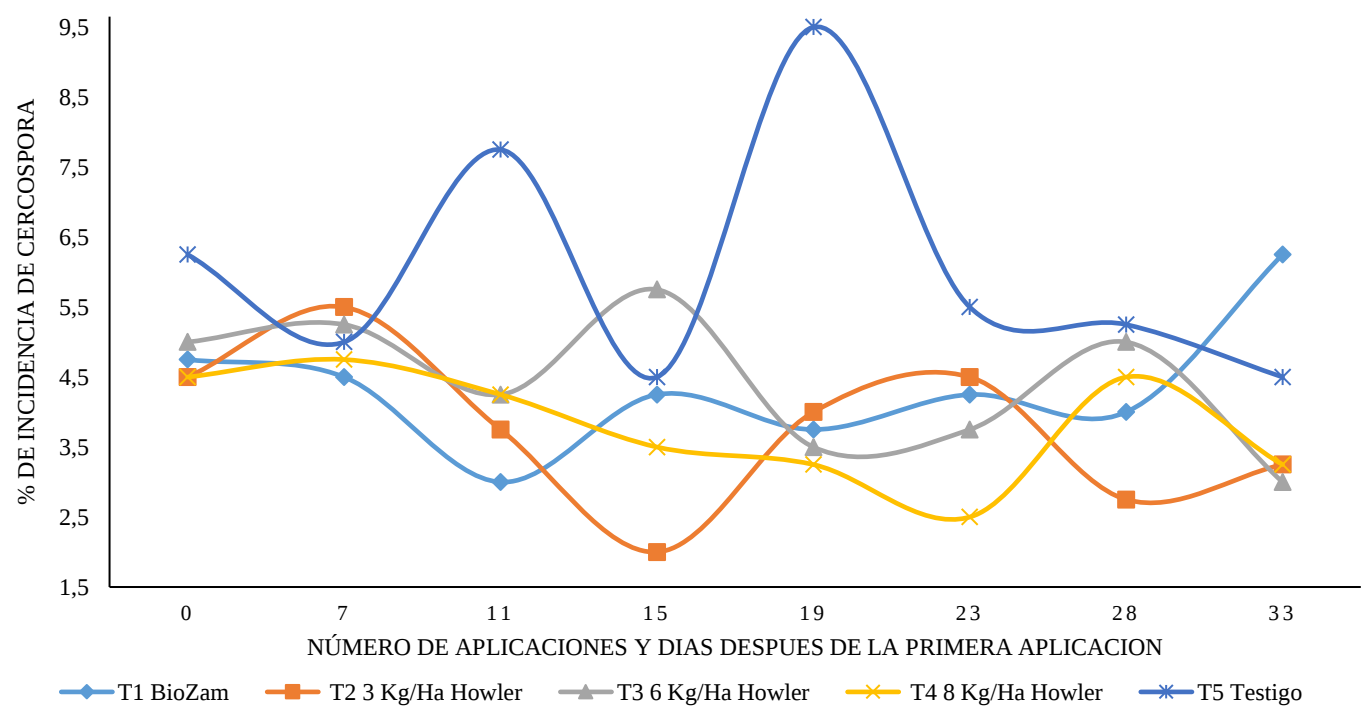


Figura 4. Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de HOWLER 50 WP para el control de *Cercospora* en el cultivo de Okra, según prueba Tukey ($P>0.05$)

Según la Figura 4, en el análisis estadístico de líneas, el tratamiento T4 registró una baja incidencia de *Cercospora* mostrando una eficacia en la disminución de la incidencia hasta de 2% en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 9.5%, durante todos los muestreos realizados en este estudio mostrando una tendencia en descenso de manera continua, el tratamiento T3 (6 Kg/ha H O W L E R 5 0 W P) registro alta eficacia al reducir la incidencia de *Cercospora* hasta un 2% de la enfermedad.

Se recomienda una dosis de 3 Kg/ha H O W L E R 5 0 W P , para el manejo la enfermedad fungosa de *Cercospora* en el cultivar de melón, alternando aplicaciones cada siete (7) días, lo anterior se establece

debido los muestreos realizados en el estudio, cuyos datos en los tratamientos; T3 6 Kg/ha HOWLER 50 WP, T4 8 Kg/ha HOWLER 50 WP y T2 3 Kg/ha HOWLER 50 WP, bajaron la incidencia a los siete (7) días por lo que se realizó una segunda aplicación en ese tiempo en todos los tratamientos.

5.2.2 Eficacia biológica de la incidencia de *Mildiu polvoso* en plantas de Okra

Tabla 5. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para la *Mildiu polvoso* en el cultivo de Okra basado en la incidencia inicial.

Tratamientos	Incidencia inicial 0	Días después de la primera aplicación						
		7	11	15	19	23	28	33
T1 Biológico <i>Pseudomonas Sp.</i> 18b		25c	16b	11a	17b	12a	4a	4a
T2 3 Kg/Ha Howler	17b	18b	11a	11a	13a	11a	8a	7a
T3 6 Kg/Ha Howler	21c	16b	13a	18b	18b	9a	4a	5a
T4 8 Kg/Ha Howler	17b	10a	12a	14a	11a	10a	1a	2a
T5 Testigo	19b	23c	17b	24c	24c	25c	8a	5a
	R ² 0.69	0.75	0.87	0.54	0.81	0.5	0.62	0.70
	CV 47.99	36.83	18.83	40.76	31.08	44.92	23.54	28.63

Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferente según la prueba de Tukey (α 0.05)

La **Tabla 5** de comparación de medias de Tukey ($P>0.05$), registro que el tratamiento T4 (8 Kg/ha HOWLER 50 WP) reduce la incidencia de *Mildiu polvoso* hasta un 1% registrando alto grado de eficacia, otro de los tratamientos que registro los controles más bajos en la incidencia de *Mildiu polvoso* fue el T3 (6 Kg/ha HOWLER 50 WP) registrando una baja incidencia de *Mildiu polvoso* de 2% mostrando alta en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 25%, por lo tanto se establece que el fungicida biológico HOWLER 50 WP controla la enfermedad fungosa de *Mildiu polvoso* en el cultivar de Okra, registrando valores de eficacia por encima de los registrados por los insecticidas utilizados como testigos relativos en el T1 BioZam (*Pseudomonas Sp.*) el cual registro alta incidencia reflejando eficacias negativas en dos de los muestreos realizados.

Lo anterior nos indica que el tratamiento 3 Kg/Ha Howler registra controles bajos en incidencia (7%) y maneja eficazmente la enfermedad *Mildiu polvoso* en el cultivo de Okra, por lo tanto técnicamente y económicamente resulto ser la alternativa más factible, ya que es la dosis más baja con respecto al resto de los tratamientos.

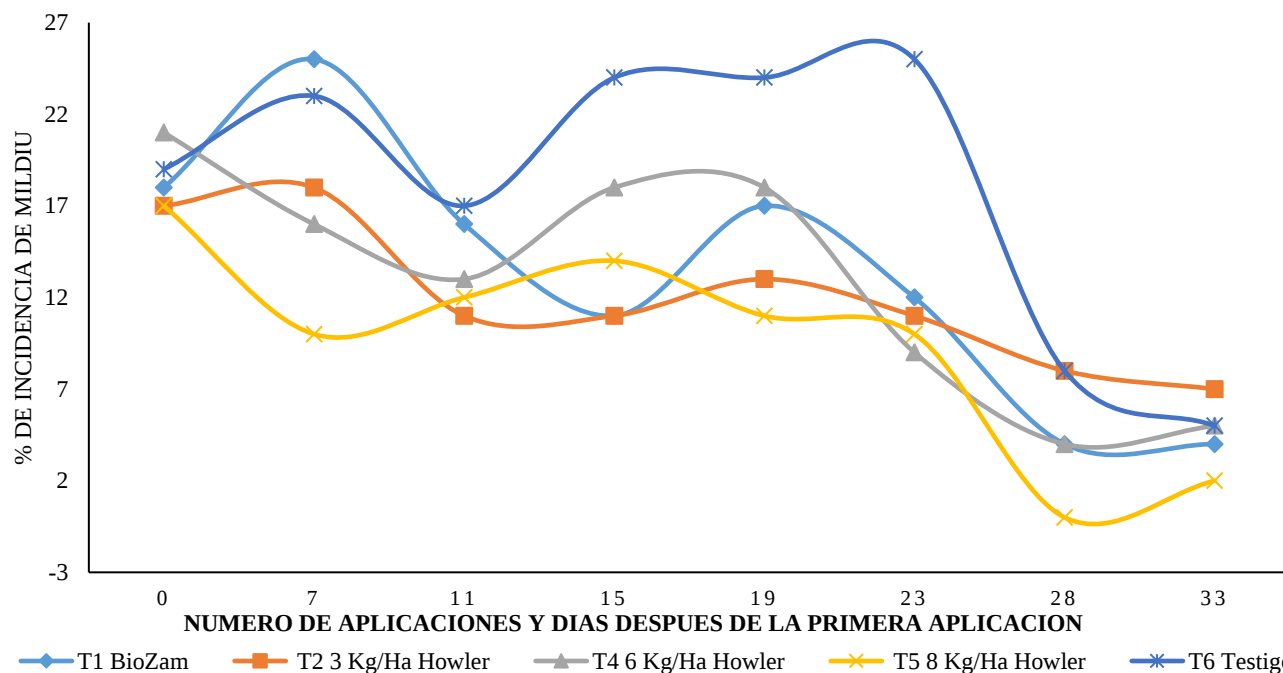


Figura 5. Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de HOWLER 50 WP para el control de *Mildiu polvoso* en el cultivo de Okra, según prueba Tukey ($P>0.05$)

Según la Figura 4, en el análisis estadístico de líneas, el tratamiento T4 registró una baja incidencia de *Mildiu polvoso* mostrando una eficacia en la disminución de la incidencia hasta de 2% en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 25%, durante todos los muestreos realizados en este estudio mostrando una tendencia en descenso de manera continua, el tratamiento T3 (6 Kg/ha HOWLER 50 WP) registro alta eficacia al reducir la incidencia de *Mildiu polvoso* hasta un 1% de la enfermedad.

Se recomienda una dosis de 3 Kg/ha HOWLER 50 WP, para el manejo la enfermedad fungosa de *Mildiu polvoso* en el cultivar de melón, alternando aplicaciones cada siete (7) dias, lo anterior se establece debido los muestreos realizados en el estudio, cuyos datos en los tratamientos; T3 6 Kg/ha HOWLER 50 WP, T4 8 Kg/ha HOWLER 50 WP y T2 3 Kg/ha HOWLER 50 WP, bajaron la incidencia a los siete (7) dias por lo que se realizó una segunda aplicación en ese tiempo en todos los tratamientos.

V. CONCLUSIONES

Los análisis estadísticos y los porcentajes de eficacia y microorganismo, las medias de Tukey ($P \leq 0.05$) Correspondiente a la evaluación de *Cercospora* en el cultivo de Okra, registraron que la dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha (H O W L E R 50 W P) redujo la incidencia hasta un 2% de la enfermedad *Cercospora* en Okra, por lo tanto se recomienda esta dosis debido a que registro eficacias arriba de los valores del testigo relativo Biológico a base de *Pseudomonas Sp.*

La enfermedad *Mildiu polvoso* en Okra fue reducida hasta un 7% de Incidencia utilizando la dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha Kg/ha (H O W L E R 50 W P), por lo cual se recomienda esta dosis del Tratamiento 2, el cual corresponde a 3 Kg/ha Kg/ha (H O W L E R 50 W P)

Se encontró que ninguno de los tratamientos evaluados presento algún daño sobre *Crysopa perla* que fue el insecto benéfico que se encontró y evaluó durante la investigación.

A nivel de fitotoxicidad los tratamientos a base del fungicida biológico HOWLER 50 WP y el testigo relativo no provocaron ningún efecto sobre las plantas tanto de Okra como de Melón, en ninguna de las aplicaciones que se realizaron con las dosis utilizadas.

VI- RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el fungicida biológico HOWLER 50 WP (*Pseudomonas chlororaphis*) para el manejo de la enfermedad de *Cercospora* en el cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*L.) a una dosis de 3 Kg. /Ha del fungicida biológico HOWLER 50 WP (*Pseudomonas chlororaphis*) correspondiente al tratamiento dos (T2) del presente estudio, con un Volumen de Agua de 200 Litros por Hectárea (200 l /Ha.), realizar aplicaciones con intervalos de siete días debido a que en el presente estudio registro hasta un 98% de eficacia para el manejo de la enfermedad *Cercospora Sp.*

Para el manejo de la enfermedad de *Mildiu polvoso*. En el cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*L.) a una dosis de 3 Kg. /Ha del fungicida biológico HOWLER 50 WP (*Pseudomonas chlororaphis*) correspondiente al tratamiento dos (T2) del presente estudio, con un Volumen de Agua de 200 Litros por Hectárea (200 l /Ha.), realizar aplicaciones con intervalos de siete días debido a que en el presente estudio registro hasta un 93% de eficacia para el manejo de la enfermedad *Mildiu polvoso*.

VI. BIBLIOGRAFÍAS

- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, MX). (1999). *Okra, potencialidad de una hortaliza no tradicional*. Claridades Agropecuarias 73:22–31
- CABI (2017). *Bemisia tabaci*. Consultado el 15 de mayo del 2021. Disponible en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/8927>.
- Capinera, J. 2000. Melón worm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Insecta: Lepidóptera: Pyralidae) recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN32000.pdf> 4 p.
- Díaz Franco A, Loera Gallardo J, Rosales Robles E, Alvarado Carrillo M, Ayvar Serna S. (2007). *Producción y tecnología de la okra (abelmoschus esculentus) en el noreste de México*. Agric. Tec. Mex. Consultado 15 de mayo del 2021. 33(3):297-307. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v33n3/v33n3a9.pdf>
- EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas, OEPP). (2005). *Liriomyza spp.* EPPO Boletín, 335-344. Consultado 13 de mayo del 2021
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2016. *Producción de Okra en Centroamérica*. Roma. Consultado 26 de abril del 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Flores M. (2016) Dic 31. Honduras factura L542 millones por exportación de okra. La Prensa. Consultado 29 de mayo del 2021. Disponible en

<http://www.laprensa.hn/economia/1031230-410/hondurasfactura-1542-millones-por-exportaci%C3%B3n-de-okra>

- Gaitan T. (2005). *Cadena del cultivo de okra (Hibiscus esculentus) con potencial exportador*.
Managua, Nicaragua. Consultado 25 de abril 2021. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/143694009/176cadena-Del-Cultivo-y-MercadoOkra>
- González, G. J. R., Pouey, F. G., Torres, D. C., & Demey, J. 2016. Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae): Historia, situación actual y su rol como vector de enfermedades virales de plantas en Venezuela. *Entomotrópica*, 31, 276-293.
- González Morejón, N., Martínez Coca, B., & Infante Martínez, D. (2010). Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. *Revista de Protección Vegetal*, 25(1), 44-50.
- Guerrero, C (2006). *Guía Cultivo Okra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Representación del IICA en Nicaragua. 11 p. Consultado el 3 de mayo del 2021.
- IICA, (2006). *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*, Representación del IICA en Nicaragua, Guía práctica para la exportación a Estados Unidos. Consultado el 3 de mayo del 2021.
- IRAC (2019). *Folleto de clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas*. 3-9. Consultado el 31 de mayo del 2021. Disponible en:
[file:///C:/Users/HP/Downloads/Folleto- Clasificación-del-Modo-de-Acción-de-insecticidas-y-acaricidas-v.5-ene19.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Folleto-Clasificación-del-Modo-de-Acción-de-insecticidas-y-acaricidas-v.5-ene19.pdf)

IRAC (2021). *Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas*.

Versión actualizada. IRAC España-Grupo de trabajo MdA. Consultado 26 de mayo del 2021. Disponible en: <https://irac-online.org/>

Chakraborty, S., Ghosh, A., & Das, P. (2019). Management of powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*) in okra (*Abelmoschus esculentus*) with fungicides and botanicals. *Journal of Applied and Natural Science*, 11(2), 513-518.

Kaur, S., & Sharma, P. (2015). Downy mildew of okra: Epidemiology and management. *Indian Phytopathology*, 68(4), 343-347.

Rajeshwari, R., Prameela, H. A., & Reddy, N. S. (2016). Efficacy of bioagents and antibiotics against bacterial blight of okra (*Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*). *International Journal of Plant Protection*, 9(1), 15-18.

Singh, A., Singh, S., & Singh, R. (2018). Efficacy of fungicides against *Cercospora* leaf spot of okra (*Cercospora abelmoschi*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 2835-2838.

Martínez, G. E., Barrios, S. G., Rovesti, L., y Santos, P.R. (2006). *Manejo Integrado de Plagas*. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Consultado 31 de mayo del 2021. Cuba.

- Moreno Valencia, M; Meco Murillo, R. (2007). *Cultivo de la Okra en España*. España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Consultado 2 mayo 2021. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2007_2126a.pdf
- Pocuna, JL (2010). *Mosca blanca*. Servicio de Sanidad Vegetal. Valencia. Pág. 61. Consultado 29 de mayo del 2021. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Documents/Documentos.%20TESIS/Mosca%20blanca.pdf>
- Ruíz, E, Cupul, J. A., Trejo, J. A y Moreno, L (2008). *Comparación de la efectividad de insecticidas en el control del gusano barrenador del melón, Diaphania hyalinata*:

Consultado el 20 de mayo del 2021. Pag.117-120.Obtenido de: <http://www.fitosanidad.cu/index.php/fitosanidad>

- Saunders, J. Coto, D. King, A. (1998). *Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central*. Turrialba, CR. CATIE.
- Soria, F. M., Tun, J. M., Trejo, A. T. y Teran, R. (1996). *Tecnología para producción de hortalizas a cielo abierto en la península de Yucatán*, CIGA-ITA N° 2, Conkal, Yucatán, México. Consultado el 31 de mayo del 2021.
- Takahashi H, Takakusa N, Suzuki J, y Kishimoto, T. (1998). Development of a new insecticide, acetamiprid. Consultado el 21 de mayo del 2021. 193-198.
Van Lenteren, J. C. (2012). *El estado del control biológico aumentativo comercial: muchos enemigos naturales, pero una frustrante falta de aceptación*. *Biocontrol*. 1–20. Consultado el 5 de mayo del 2021.
- Velasteguí, T, Gutiérrez, R & Guerrero, F. (2010). *Plagas y enfermedades en plantaciones de Teca en la zona de Balzar, Provincia del Guayas*. Ciencia y Tecnología. 15-22. Vol. 2. Consultado 12 de abril del 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4130581>
- Villafuerte Guerra, W. (2005). *Manual del cultivo de Okra (Hibiscus esculentus)*. Guatemala, AGEXPRONT / Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Subcomisión de Vegetales y Frutas Congeladas. Consultado 6 de mayo 2021. 34 p.

FRAC (2024). *FRAC Code List 2024: Fungicides sorted by mode of action*. Fungicide Resistance Action Committee.

García, M., & López, S. (2023). *Control biológico de enfermedades fúngicas en cultivos tropicales*. *Revista de Fitopatología Aplicada*, 29(3), 78-94.

Pérez, A., Ramírez, J., & Hernández, C. (2022). *Manejo integrado de enfermedades fúngicas en cultivos hortícolas*. Universidad Nacional de Agricultura.

Ramírez, F., & Estrella, M. (2021). *Estudios sobre la efectividad de fungicidas en el control de enfermedades de la okra*. Editorial Agrícola Internacional

VII-ANEXOS

Anexo 1. Parcelas donde se estableció el ensayo para evaluar la eficacia Biológica del Fungicida (*Pseudomonas chloraphis*) en dos enfermedades *cercospora*, *mildiu polvosa* en el cultivo de okra, realizado en la aldea El Tular, Nacaome, Valle.2024.



Anexo 2. bomba de motor utilizado en las aplicaciones en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.



Anexo 3. Preparación de las dosificaciones de cada uno de los tratamientos para evaluar en plantas de okra, en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.



Anexo 4. Muestreo y levantamiento de datos para evaluar el grado de eficacia de cada uno de los tratamientos en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.



Anexo 5. preparando Aplicación de los tratamientos en plantas de okra. Realizada en horas de la mañana con una bomba de motor en El Tular, Nacaome, Valle. 2024.



Anexo 6. Balanza utilizada para pesar el material para los diferentes tratamientos en tular valle 2024.

