



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE GUASAVE

TESIS DE LICENCIATURA

Evaluación de la eficacia del aceite de higuierilla (*Ricinus communis*) como insecticida orgánico para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Presentada por

Francisco Javier Berrelleza Reyes

Como requisito para la obtención del grado de
Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable

Director de tesis

Ing. Aidé Hernández Hernández

Codirector de tesis

Dr. Rosario Isidro Yocupicio Gaxiola



Guasave, Sinaloa, México. Febrero de 2025.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta etapa tan importante de mi vida, quiero tomar un momento para expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso y han contribuido a la realización de esta tesis.

A mis padres A ustedes, mis amados padres, quienes han sido mi mayor inspiración y mi más grande fortaleza. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo en cada momento de mi vida y por enseñarme con su ejemplo el verdadero significado del esfuerzo, la perseverancia y la dedicación. Cada sacrificio que han hecho, cada desvelo, cada palabra de aliento y cada gesto de amor han sido la base sobre la que he construido este logro. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba, por brindarme siempre su confianza y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Sin ustedes, este camino habría sido mucho más complicado, y hoy, al ver culminado este proyecto, quiero que sepan que este logro también es suyo. Más que un agradecimiento, esta tesis es un testimonio del amor y la dedicación que me han brindado a lo largo de los años. Todo lo que soy y todo lo que he logrado se lo debo a ustedes, y no hay palabras suficientes para expresar cuán afortunado me siento de tenerlos a mi lado.

A la Ing. Aidé Hernández Hernández

A la Ing. Aidé Hernández Hernández, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su invaluable apoyo y orientación durante el desarrollo de esta tesis. Su guía y experiencia han sido fundamentales para la realización de este trabajo, y su paciencia y disposición para compartir sus conocimientos han dejado una huella imborrable en mi formación académica. Gracias por su confianza en mí, por motivarme a seguir adelante y por su acompañamiento en cada etapa del proceso. Su compromiso con la enseñanza y su dedicación como asesora han sido clave para que hoy pueda ver culminado este esfuerzo. Siempre llevaré conmigo las enseñanzas que me ha brindado, no solo en el ámbito académico, sino también en el personal y profesional.

Al Dr. Rosario Isidro Yocupicio Gaxiola

Al Dr. Rosario Isidro Yocupicio Gaxiola, mi más profundo reconocimiento y gratitud por su apoyo constante y su disposición para guiarme en este proceso. Su conocimiento, paciencia y consejos han sido de gran ayuda para el desarrollo de este trabajo, y su entusiasmo por la enseñanza ha sido una fuente de inspiración para mí. Aprecio inmensamente el tiempo y esfuerzo que dedicó a revisar, corregir y enriquecer este proyecto. Su orientación ha sido invaluable, y su ejemplo como docente y profesional me motiva a seguir aprendiendo y creciendo en esta área. Gracias por cada consejo, por cada sugerencia y por cada enseñanza que me ha brindado a lo largo de este camino.

Al Dr. Andrés Gálvez Rodríguez

Al Dr. Andrés Gálvez Rodríguez, quiero expresarle mi más sincero agradecimiento por su apoyo, su paciencia y su compromiso en la realización de este trabajo. Su disposición para compartir sus conocimientos, su dedicación y su entusiasmo por la investigación han sido un pilar fundamental en el desarrollo de esta tesis. Gracias por su tiempo, por sus consejos y por su confianza en mi capacidad para llevar a cabo este proyecto. Su orientación me ha permitido crecer no solo como estudiante, sino también como persona, y estoy profundamente agradecido(a) por la oportunidad de haber aprendido bajo su tutela.

A todos los que han sido parte de este proceso

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que, de alguna manera, han contribuido a la culminación de este trabajo: compañeros, amigos y familiares que me han apoyado, motivado y acompañado en cada paso del camino. Gracias por su compañía, por sus palabras de aliento y por estar siempre ahí cuando más los necesitaba. Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas, y cada uno de ustedes ha sido parte fundamental de este proceso. A todos, mi más sincero agradecimiento y reconocimiento.

Con gratitud y respeto, Francisco Javier Berrelleza Reyes.

DEDICATORIA

A mis amados padres,

No hay palabras suficientes para expresar la inmensa gratitud y amor que siento por ustedes. Este trabajo, más que un logro personal, es el reflejo de todos los valores, enseñanzas y sacrificios que han hecho por mí a lo largo de mi vida. Desde mis primeros pasos hasta este momento tan significativo, han estado siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional, su cariño y su guía. Gracias por ser mi refugio en los momentos difíciles, por levantarme cuando sentí que no podía más, por alentarme a seguir adelante cuando las dificultades parecían insuperables. Gracias por cada palabra de aliento, por cada consejo sabio, por cada gesto de amor que, sin duda, han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta. Su esfuerzo y sacrificio han sido la base sobre la que he construido cada uno de mis logros. Ustedes, con su dedicación y trabajo incansable, me enseñaron que los sueños no se cumplen por sí solos, sino que requieren perseverancia, disciplina y compromiso. Me mostraron que el verdadero éxito no se mide solo en títulos o reconocimientos, sino en la capacidad de ser una persona íntegra, agradecida y consciente de todo el camino recorrido. Cada desvelo, cada consejo y cada sacrificio que hicieron por mí no han sido en vano. Hoy, al culminar esta etapa tan importante, quiero que sepan que este logro también es suyo. Cada palabra escrita en esta tesis, cada conocimiento adquirido, cada paso dado en este trayecto, lleva el amor, la dedicación y la confianza que siempre me han brindado. Por todo ello, y por mucho más, dedico este trabajo a ustedes, con el corazón lleno de gratitud y amor. Espero que este sea solo un reflejo de lo mucho que los valoro y admiro. Gracias por ser mi mayor inspiración y mi más grande orgullo.

Con todo mi cariño y respeto.

Francisco Javier Berrelleza Reyes

RESUMEN

El uso excesivo de insecticidas químicos en la agricultura ha generado problemas ambientales y resistencia en plagas, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles. En este estudio, se evaluó la eficacia del aceite de higuera (*Ricinus communis*) como insecticida orgánico para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), una plaga de gran impacto en los cultivos agrícolas. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones por grupo. Se midió la mortalidad de *B. tabaci* y los datos fueron analizados mediante un ANOVA de un solo factor y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los resultados demostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), confirmando el efecto insecticida del aceite de higuera. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones del 2 ml, 3 ml y 5 ml, lo que sugiere que una dosis mínima del 2 ml es suficiente para un control efectivo de la plaga. Además de su efectividad como insecticida, la higuera es una planta invasiva con un gran potencial de aprovechamiento. Su uso en el control de plagas no solo contribuiría a reducir el impacto ambiental de los agroquímicos, sino que también permitiría gestionar su proliferación y generar beneficios ecológicos y económicos. Se concluye que el aceite de higuera es una alternativa viable, natural y sostenible para el manejo de *B. tabaci*.

Palabras clave: *Ricinus communis*, *Bemisia tabaci*, insecticida orgánico, bioinsecticida, control de plagas, planta invasiva.

ABSTRACT

The excessive use of chemical insecticides in agriculture has generated environmental problems and resistance in pests, which has driven the search for more sustainable alternatives. In this study, the efficacy of castor oil (*Ricinus communis*) was evaluated as an organic insecticide for the control of whitefly (*Bemisia tabaci*), a pest with great impact on agricultural crops. The experiment was carried out under a completely randomized design, with four treatments and three repetitions per group. Mortality of *B. tabaci* was measured and the data were analyzed using a one-way ANOVA and Tukey's multiple comparisons test. The results showed that there are significant differences between treatments ($p < 0.05$), confirming the insecticidal effect of castor oil. However, no significant differences were found between the 2 ml, 3 ml and 5 ml concentrations, suggesting that a minimum dose of 2 ml is sufficient for effective pest control. In addition to its effectiveness as an insecticide, castor oil is an invasive plant with great potential for exploitation. Its use in pest control would not only contribute to reducing the environmental impact of agrochemicals, but would also allow managing its proliferation and generating ecological and economic benefits. It is concluded that castor oil is a viable, natural and sustainable alternative for the management of *B. tabaci*.

Keywords: *Ricinus communis*, *Bemisia tabaci*, organic insecticide, bioinsecticide, pest control, invasive plant.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. HIPÓTESIS	6
4. OBJETIVOS	7
4.1. Objetivo General	7
4.2. Objetivos Específicos	7
5. MARCO TEORICO	8
5.1 Historia y Uso del Aceite de Higuera	8
5.2 Usos Tradicionales y Modernos del Aceite de Higuera	8
5.2.1 Tradicionales	8
5.2.2 Modernos	9
5.2.3 Aplicaciones del Aceite de Higuera en Agricultura	10
5.2.4 Insecticida Orgánico	10
5.2.5 Uso como Insecticida	11
5.3 Descripción Botánica de <i>Ricinus communis</i>	11
5.3.1 Taxonomía de <i>Ricinus communis</i>	12
5.3.2 Tallo	12
5.3.3 Hojas	13
5.3.4 Inflorescencia	13
5.3.5 Raíz	14
5.3.6 Fruto	14
5.3.7 Semillas	15
5.3.8 Distribución Geográfica	16
5.3.9 Condiciones de Crecimiento	16
5.3.10 Composición Química del Aceite de Higuera	16
5.4 Principales Componentes del Aceite de Higuera	17
5.4.1 Ricina	17
5.4.2 Ácido Ricinoleico ($C_{18}H_{34}O_3$)	17
5.4.3 Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$)	17

5.4.4 Ácido Linoleico (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)	18
5.5 Aplicación Práctica en el Control de Plagas Agrícolas	18
5.5.1 Factores que Mejoran la Eficiencia Insecticida.....	18
5.5.2 Beneficios del Aceite de Higuera en la Agricultura.....	19
5.6 Diferencia entre Insecticidas Orgánicos e insecticidas Químicos.....	19
5.6.1 Insecticidas Orgánicos:	19
5.6.2 Insecticidas Sintéticos:	20
5.7 Ventajas y Limitaciones del Uso de Insecticidas Orgánicos en Comparación con los Insecticidas Químicos	20
5.7.1 Ventajas de los Insecticidas Orgánicos:	20
5.7.2 Limitaciones de los Insecticidas Orgánicos:	20
5.8 Mecanismos de Acción de los Insecticidas Orgánicos	21
5.8.1 Bloqueo de la Alimentación:	21
5.8.2 Interferencia en el Ciclo Reproductivo:	21
5.8.3 Asfixia:	21
5.8.3 Disrupción del Sistema Nervioso:.....	22
5.9 Uso de Aceites Vegetales como Insecticidas Ejemplos	22
5.9.1 Aceite de Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	22
5.9.2 Aceite de Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>).....	22
5.9.3 Aceite de Higuera (<i>Ricinus communis</i>)	23
5.10 Comparación de la Eficacia entre Diferentes Aceites Vegetales	23
5.11 Insecticidas Comunes Para el Control de Mosca Blanca	27
5.12 Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	28
5.12.1 Características generales de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	28
5.12.2 Descripción Taxonómica	29
5.12.3 Origen de la Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	29
5.12.4 Dispersión Global y Llegada a México	29
5.12.5 Primera Aparición en América.....	30
5.12.6 Llegada a México	30
5.12.7 Factores que Facilitaron su Expansión en México.....	30
5.12.8 Impacto de la Mosca Blanca en México	31

5.12.9	Importancia económica	31
5.12.10	Síntomas y daños	31
5.12.11	Hospedantes	32
5.12.12	Condiciones Ambientales para el Desarrollo de la Mosca Blanca	33
5.13	Métodos de Control de Plagas.....	34
5.13.1	Métodos Convencionales (Pesticidas Químicos) ventajas y desventajas	34
5.13.2	Métodos Alternativos (Control Biológico, Insecticidas Orgánicos) ventajas y desventajas	34
5.13.3	Investigaciones Previas sobre la Eficacia del Aceite de Higuierilla como Insecticida.....	35
5.13.4	Mecanismos de Toxicidad del Aceite de Higuierilla en Insectos Plaga.....	35
5.13.5	Impacto Ambiental del Uso de insecticidas	36
5.13.6	Efectos en la Salud Humana y la Biodiversidad	36
5.14	Impacto Ambiental de los Insecticidas Orgánicos	36
5.14.1	Biodegradabilidad y Menor Toxicidad de los Insecticidas Orgánicos.....	36
5.14.2	Comparación del Impacto Ambiental entre Pesticidas Convencionales e Insecticidas Orgánicos	37
5.14.3	Beneficios del Uso de Insecticidas Orgánicos en la Agricultura Sostenible	37
5.15	Antecedentes.....	38
5.16	Métodos de Extracción de aceite de <i>Ricinus communis</i>	40
5.16.1	Por arrastre de vapor	40
5.16.2	Prensado en calor	40
5.16.3	Proceso de prensado en calor.....	40
5.16.4	Prensado en frío.....	40
5.16.5	Molienda de semilla.....	41
5.16.6	Tratamiento térmico.	41
5.16.7	Prensado con prensa de queso.....	41
5.16.8	Decantado.....	41
6.	MATERIALES Y METODOS	42
6.1	Recolección de semillas de higuierilla, secado y limpieza	42

6.2 Procedimiento para la extracción de aceite de higuera mediante prensado en frío	45
6.3 Recolección de mosca blanca	47
6.4 Prueba de mortalidad de mosca blanca con tratamientos con aceite de higuera	48
7. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
8. CONCLUSIÓN	58
9. REFERENCIAS.....	59
10. ANEXOS	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	12
Figura 2. Tallo de planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	13
Figura 3. Hoja de planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	13
Figura 4. Inflorescencia de la planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	14
Figura 5. Raíz de planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	14
Figura 6. Fruto de la planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	15
Figura 7. Semillas de planta de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	15
Figura 8. Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	28
Figura 9. Ciclo de vida de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	32
Figura 10. Planta de tomate infectada por Tomato yellow leaf curl virus.....	33
Figura 11. Bean golden yellow mosaic virus.....	33
Figura 12. Plantas de Higuera en orilla de canal de riego.....	42
Figura 13. Frutos de higuera puestos a secarse.....	43
Figura 14. Demostración de posición para abrir capsulas del fruto de higuera.....	43
Figura 15. Giro de la navaja en forma de llave para abrir la capsula.....	44
Figura 16. Semilla limpia de higuera (<i>Ricinus communis</i>).....	44
Figura 17. Semillas con residuos y frutos sin abrir.....	44
Figura 18. Limpieza de residuos de los frutos.....	44
Figura 19. Almacenamiento de semillas de higuera	45
Figura 20. Muestra de semillas ya limpias listas para el proceso de extracción de aceite.....	45
Figura 21. Almacenaje del aceite en frascos de cristal color ámbar.....	47

Figura 22. Cultivo de melón con mosca blanca.....	47
Figura 23. Captura de mosca blanca en cultivo de melón.....	48
Figura 24. Pipeta especial para extracción de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) a cajas Petri.....	49
Figura 25. Distribución de moscas blancas en cajas Petri.....	49
Figura 26. Etiquetado de cada tratamiento.....	50
Figura 27. Aplicación de los tratamientos.....	50
Figura 28. Población de mosca blanca de testigo completa después de 24 horas..	51
Figura 29. Sobreviviente en T1-R2.....	51
Figura 30. Sobreviviente en T2-R2.....	51
Figura 31. Pipeta con mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	64
Figura 32. Extracción de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	64
Figura 33. Después de 24 horas de aplicación del aceite.....	64
Figura 34. Revisión de frutos.....	65
Figura 35. Conteo de frutos de inflorescencia en promedio de 77 frutos.....	65
Figura 36. Medición de inflorescencia de planta de higuera de 44cm de largo....	65
Figura 37. Limpieza de la inflorescencia para secado de frutos.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa sobre la eficacia de diferentes aceites vegetales.....	24
Tabla 2. Datos recolectados después de 24 horas de aplicación.....	52
Tabla 3. ANOVA de un solo factor: MORTALIDAD vs. TRATAMIENTOS.....	54
Tabla 4. Comparaciones en parejas de Tukey.....	54

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Diferencias de las medias para la mortalidad entre pares de tratamientos con intervalos de confianza del 95%.....	55
Grafica 2. Gráfica de intervalos de MORTALIDAD vs. TRATAMIENTOS.....	56
Grafica 3. Interpretación de medias de mortalidad en cada tratamiento.....	57

INTRODUCCIÓN

La agricultura se ha practicado por muchos años, mismos en los que ha ayudado a desarrollar y estandarizar muchas técnicas en favor de una agricultura eficiente. Es así que una de las estrategias para mantener una buena producción agrícola ha sido la eliminación y ataque contra los agentes dañinos que caen sobre los cultivos; estos pueden presentarse en la forma de enfermedades, como virus y bacterias, así como de insectos en cualquiera de sus formas. En este sentido, control de plagas se ha vuelto un objetivo primordial en la agricultura a través de los años. En la actualidad, el uso de insecticidas convencionales ha sido una práctica extendida para el control de plagas que ha contribuido significativamente al aumento de la productividad agrícola. No obstante, esta solución ha generado una serie de problemas ambientales y de salud pública que exigen una revisión crítica. Entre los principales desafíos asociados con el uso intensivo de insecticidas convencionales destacan la contaminación del suelo y los cuerpos de agua, la disminución de la biodiversidad, la pérdida de organismos benéficos y la aparición de plagas resistentes a los tratamientos químicos. Estos problemas, sumados a la creciente demanda de los consumidores por productos más ecológicos y seguros, han impulsado el desarrollo de alternativas más sostenibles en la protección de cultivos. En respuesta a esta situación, la investigación científica ha comenzado a enfocarse en el desarrollo de insecticidas orgánicos o bioinsecticidas, productos que se derivan de fuentes naturales y que presentan una menor toxicidad para el ser humano y el medio ambiente. Los bioinsecticidas se destacan por su capacidad para combatir plagas sin dañar gravemente a los organismos no objetivo, como los polinizadores y otros insectos benéficos. Además, ofrecen una solución prometedora para evitar la resistencia de plagas, uno de los mayores problemas asociados con los insecticidas sintéticos. Entre las diversas opciones naturales investigadas se encuentra el aceite de higuera (*Ricinus communis*), también conocido como aceite de ricino, el cual ha atraído la atención debido a sus propiedades insecticidas. Este aceite se obtiene a partir de las semillas de la planta de higuera, originaria de África, pero ampliamente cultivada en diferentes partes del mundo. Las

semillas contienen compuestos químicos como la ricina y el ácido ricinoleico, los cuales han mostrado actividad biocida contra una variedad de insectos, incluyendo la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), una de las plagas más devastadoras en cultivos de importancia económica. La mosca blanca es una plaga que afecta principalmente a los cultivos hortícolas, ornamentales y a diversas plantas de campo abierto, provocando daños directos por la succión de savia y favoreciendo la transmisión de virus fitopatógenos. El control de esta plaga ha sido tradicionalmente dependiente de insecticidas sintéticos, pero su creciente resistencia a estos productos ha generado la necesidad de buscar métodos alternativos más efectivos y sostenibles. El aceite de higuera ha surgido como una alternativa viable debido a su accesibilidad y facilidad de producción. La higuera es una planta que se adapta a diversas condiciones climáticas, y su cultivo es relativamente sencillo, lo que facilita la obtención de aceite a bajo costo. Además, su uso como insecticida no solo podría reducir la dependencia de químicos peligrosos, sino también fomentar prácticas agrícolas más sostenibles. El presente trabajo de investigación se centra en la evaluación de la eficacia del aceite de higuera como insecticida orgánico para el control de la mosca blanca. La hipótesis principal es que el aceite de higuera, debido a sus componentes bioactivos, puede ser una alternativa eficiente para reducir la incidencia de la mosca blanca sin generar los efectos adversos que acompañan a los insecticidas sintéticos. Al demostrar su eficacia, se abriría una puerta a la adopción de prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo de una agricultura más sostenible y menos dependiente de productos químicos. La relevancia de este estudio radica en que no solo se evaluarán los efectos del aceite de higuera en el control de la plaga, sino también sus implicaciones para la salud del ecosistema agrícola y la economía de los productores, especialmente aquellos interesados en la producción orgánica. Con el auge de la agricultura orgánica y las políticas que promueven la sostenibilidad ambiental, el uso de bioinsecticidas como el aceite de higuera se presenta como una opción atractiva para minimizar los impactos negativos asociados con los métodos convencionales de manejo de plagas. La necesidad de reducir el uso de pesticidas químicos en la agricultura es cada vez más urgente debido a sus efectos negativos en

el medio ambiente y en la salud humana. El aceite de higuera, derivado de las semillas de *Ricinus communis*, ha mostrado propiedades insecticidas que podrían ofrecer una alternativa sostenible y segura. Sin embargo, su eficacia en el control de plagas en cultivos agrícolas específicos aún no ha sido evaluada exhaustivamente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura es una actividad fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de muchas regiones del mundo. Sin embargo, su sostenibilidad se ve amenazada por la proliferación de plagas que afectan los cultivos, entre las cuales destaca la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Este insecto es responsable de daños directos a través de la succión de savia y daños indirectos al actuar como vector de diversas enfermedades virales, lo que genera pérdidas significativas en la producción agrícola. Las estrategias convencionales para el control de esta plaga se han basado en el uso intensivo de plaguicidas químicos, los cuales no solo tienen un alto costo económico, sino que también plantean riesgos ambientales y de salud debido a su toxicidad y persistencia en el ambiente. La búsqueda de alternativas sostenibles y ecológicas para el manejo de plagas ha cobrado relevancia. Entre estas alternativas, el uso de insecticidas orgánicos basados en extractos vegetales ha mostrado un gran potencial debido a su menor impacto ambiental y su compatibilidad con la agricultura orgánica. Uno de los recursos vegetales que podría contribuir a este enfoque es el aceite de higuera (*Ricinus communis*), conocido por sus propiedades insecticidas y repelentes gracias a compuestos activos como la ricina y ácido ricinoleico. Sin embargo, a pesar de su disponibilidad y posible efectividad, el uso de este aceite como insecticida orgánico para el control de plagas específicas, como la mosca blanca, no ha sido suficientemente estudiado ni documentado en términos de eficacia y aplicabilidad.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles para el manejo de plagas agrícolas, particularmente la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), una de las principales amenazas para cultivos de importancia económica a nivel global (Montero, 2020). Los enfoques tradicionales basados en plaguicidas químicos han demostrado ser efectivos a corto plazo, pero su uso indiscriminado ha generado problemas como la resistencia de las plagas, la contaminación ambiental, y riesgos para la salud humana y animal (Isman, 2006). El aceite de higuera (*Ricinus communis*) representa una alternativa prometedora debido a su origen natural, biodegradabilidad, y las propiedades insecticidas atribuidas a compuestos como el ácido ricinoleico (Tounou Agbéko Kodjo, 2011). Su uso podría reducir la dependencia de los agricultores de insumos químicos costosos y contaminantes, promoviendo una agricultura más ecológica y accesible. Además, al tratarse de un recurso natural relativamente fácil de obtener ya que se considera como una planta invasiva, su implementación podría ser viable para pequeños y medianos productores (Tounou Agbéko Kodjo, 2011). Este estudio también contribuirá a la generación de conocimiento científico sobre el potencial del aceite de higuera en el manejo integrado de plagas, aportando evidencia que podría respaldar su uso en programas de agricultura orgánica y sostenible (Montero, 2020). Asimismo, podría servir como base para el desarrollo de productos comerciales basados en extractos vegetales, fortaleciendo la economía circular y la innovación en el sector agrícola. Esta investigación no solo busca evaluar la eficacia del aceite de higuera como insecticida orgánico, sino también contribuir al avance hacia prácticas agrícolas más sostenibles, seguras y eficientes, con beneficios tanto para los productores como para el medio ambiente (Isman, 2006).

3. HIPÓTESIS

- El aceite de higuera (*Ricinus communis*) será eficaz en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del aceite de higuera (*Ricinus communis L.*) como insecticida orgánico en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la efectividad del aceite de *Ricinus communis L.* como insecticida mediante pruebas de mortalidad en mosca blanca (*Bemisia tabaci*).
- Aprovechar una planta invasiva para un propósito agrícola útil.
- Extraer el aceite de *Ricinus communis L.* por prensado en frío.
- Conocer más información sobre la planta *Ricinus communis L.*

5. MARCO TEORICO

5.1 Historia y Uso del Aceite de Higuierilla

El aceite de higuierilla, también conocido como aceite de ricino, se extrae de las semillas de la planta *Ricinus communis*. Este aceite ha sido utilizado durante siglos por sus propiedades medicinales y prácticas, incluyendo su uso como insecticida. El uso del aceite de higuierilla se remonta a la antigüedad. Los egipcios lo utilizaban para la iluminación de lámparas y para propósitos medicinales como laxante. El papiro Ebers, un antiguo documento egipcio de medicina, menciona el uso del aceite de ricino alrededor del 1550 a.C. Durante la edad media y el renacimiento, el aceite de higuierilla fue utilizado en Europa en la medicina herbolaria, y su uso se extendió como un purgante efectivo. En el mismo sentido, durante el siglo XIX, el aceite de higuierilla comenzó a utilizarse industrialmente como lubricante y en la fabricación de jabones. En el siglo XX, se reconoció su potencial como un insecticida natural.

5.2 Usos Tradicionales y Modernos del Aceite de Higuierilla

El aceite de higuierilla (extraído de las semillas de *Ricinus communis*) ha tenido una variedad de aplicaciones a lo largo de la historia, tanto en usos tradicionales como en aplicaciones modernas. Sus propiedades únicas lo hacen valioso en la medicina, la industria y, más recientemente, en la agricultura como un recurso ecológico.

5.2.1 Tradicionales

Laxante natural: Durante siglos, el aceite de higuierilla ha sido utilizado como un laxante natural en diversas culturas. El ácido ricinoleico, su componente principal, estimula los músculos intestinales, ayudando a aliviar el estreñimiento. En dosis moderadas, es efectivo para regular el tránsito intestinal.

Tratamiento de heridas y afecciones de la piel: En muchas culturas, el aceite de higuierilla se ha utilizado para tratar heridas, quemaduras y afecciones de la piel, como úlceras o irritaciones. Su capacidad de penetrar la piel y sus propiedades

antiinflamatorias y antimicrobianas han sido aprovechadas para acelerar la cicatrización.

Combustible: Uso como combustible para iluminación por antorchas, lámparas de aceite.

Alivio del dolor y tratamiento de la artritis: En la medicina tradicional, el aceite se ha utilizado para masajes en zonas doloridas, debido a sus propiedades antiinflamatorias. Se ha aplicado en casos de artritis, dolores musculares y articulares.

Uso en parto: En algunos contextos, el aceite de higuera se ha empleado para inducir el parto debido a su capacidad para estimular contracciones uterinas, aunque este uso debe ser controlado por profesionales de la salud debido a los riesgos potenciales.

5.2.2 Modernos

Lubricantes y fluidos hidráulicos: En la industria moderna, el aceite de higuera es valioso como lubricante y en la fabricación de fluidos hidráulicos. Su alta viscosidad y estabilidad a bajas temperaturas lo hacen ideal para aplicaciones en la industria automotriz y maquinaria pesada.

Fabricación de plásticos y resinas: El aceite de higuera es una materia prima en la producción de poliamidas y resinas utilizadas en la fabricación de plásticos. También se usa en la producción de nylon 11, un bioplástico flexible y resistente.

Biocombustible: El aceite de higuera ha sido investigado como un potencial biocombustible debido a su alta eficiencia energética. En algunos países, se ha utilizado como base para biodiésel, proporcionando una fuente de energía renovable.

Fabricación de cosméticos y productos de belleza: En la industria cosmética, el aceite de higuera se utiliza en lociones, bálsamos labiales, cremas hidratantes y productos capilares, gracias a sus propiedades humectantes y emolientes.

5.2.3 Aplicaciones del Aceite de Higuierilla en Agricultura

El uso del aceite de higuierilla ha crecido en la agricultura moderna, particularmente en el contexto de la agricultura orgánica y el control de plagas de manera ecológica. Sus propiedades insecticidas y su carácter biodegradable lo convierten en una opción preferida frente a los insecticidas convencionales.

5.2.4 Insecticida Orgánico

Control de plagas: Como se mencionó anteriormente, el aceite de higuierilla es un efectivo insecticida orgánico. Su alta concentración de ácido ricinoleico lo convierte en una alternativa eficaz contra una amplia gama de plagas, como pulgones, ácaros, mosca blanca, trips y orugas. Actúa mediante asfixia al bloquear los espiráculos respiratorios de los insectos, causando su muerte por deshidratación además si ingieren parte de una planta aplicada con aceite de higuierilla también les causa la muerte. En la agricultura moderna, el aceite se emulsiona y se aplica en forma de spray (pulverizado) sobre los cultivos. Su capacidad para disolver la cera de las cutículas de los insectos mejora la penetración en sus cuerpos, lo que aumenta su eficacia. También se ha demostrado que el aceite de higuierilla es eficaz contra nematodos del suelo, organismos que pueden causar importantes daños a las raíces de las plantas. Al ser biodegradable, no deja residuos tóxicos en el suelo. El aceite de higuierilla es compatible con el Manejo Integrado de Plagas, ya que se puede combinar con otras técnicas ecológicas, reduciendo la dependencia de los pesticidas químicos y mejorando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Aunque el aceite de higuierilla es más conocido por sus propiedades insecticidas, también tiene cierta actividad fungicida. Su aplicación en cultivos como tomate, papa y otros vegetales ha demostrado reducir la incidencia de ciertos hongos patógenos, como el mildiu y el botritis. Puede aplicarse como medida preventiva en cultivos susceptibles, creando una barrera protectora que impide el establecimiento de los hongos. Estudios recientes han mostrado que el aceite de higuierilla puede tener efectos herbicidas cuando se aplica en altas concentraciones, afectando el crecimiento de algunas malas hierbas. Sin embargo, su aplicación en este campo aún está en fase experimental. Los residuos

de la extracción del aceite, conocidas como tortas de ricino, se utilizan como fertilizante orgánico. Estos residuos son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para el crecimiento saludable de las plantas. Además, estos residuos tienen efectos nematicidas, lo que contribuye a la protección del suelo (RicinoMex, 2020).

5.2.5 Uso como Insecticida

El aceite de higuera contiene compuestos tóxicos para muchos insectos y ha sido utilizado como insecticida natural para controlar plagas en cultivos y jardines. Su efectividad radica en la ricina y el ácido ricinoleico, compuestos que interfieren con el sistema nervioso de los insectos (Martel, 2022). Este se ha evaluado principalmente de dos maneras, foliar y en el suelo. Para la aplicación foliar este se mezcla con agua más jabón o surfactante y se aplica sobre las hojas de las plantas para repeler distintas variedades de insectos (Martel, 2022). Para el tratamiento sobre el suelo este se aplica para controlar nematodos y otros insectos del suelo (ORELLANA, 2018).

5.3 Descripción Botánica de *Ricinus communis*

El *Ricinus communis*, comúnmente conocido como higuera, ricino o castor, es una planta perteneciente a la familia **Euphorbiaceae**. Es originaria de las regiones tropicales de África y Asia, aunque en la actualidad se encuentra distribuida en varias zonas del mundo. Esta puede crecer como una planta herbácea o convertirse en un arbusto perenne, dependiendo del clima y las condiciones del suelo. Puede alcanzar alturas de entre 2 y 5 metros, aunque en climas tropicales puede superar los 12 metros.



Figura 1. Planta de higuera (Ricinus communis).

5.3.1 Taxonomía de Ricinus communis

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: Ricinus

Especie: Ricinus communis L.

5.3.2 Tallo

El tallo que es leñoso y hueco puede alcanzar hasta 12 metros de alto, pero generalmente crece hasta cuatro metros (inecol, 2024).



Figura 2. Tallo de planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.3 Hojas

Sus hojas son palmeadas, grandes y divididas en 5 a 11 lóbulos profundos con bordes aserrados. Pueden alcanzar hasta 30 cm de diámetro. El color de las hojas puede variar desde el verde brillante hasta el púrpura oscuro, dependiendo de la variedad.



Figura 3. Hoja de planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.4 Inflorescencia

El *Ricinus communis* es una planta monoica, lo que significa que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores masculinas se agrupan en la parte inferior de la inflorescencia, mientras que las flores femeninas se ubican en la parte superior. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos vistosos, aunque las

femeninas presentan un estilo rojo llamativo, la inflorescencia puede producir en promedio 77 frutos (inecol, 2024).



Figura 4. Inflorescencia de la planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.5 Raíz

La raíz de la higuera (*Ricinus communis*) es pivotante, profunda y robusta, permitiendo acceso a nutrientes en capas profundas del suelo. Desarrolla raíces laterales y capilares que mejoran su anclaje y absorción de agua y nutrientes. Adaptada a suelos secos o de baja calidad, la higuera es resistente y crece en diversas condiciones (R. Machado, 2012).

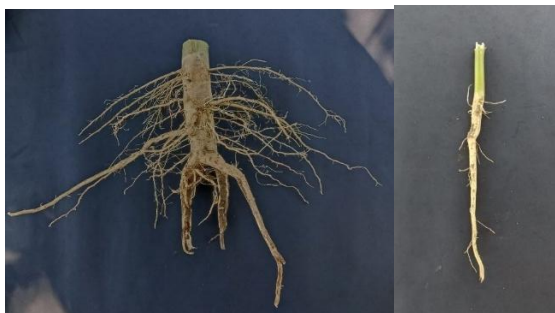


Figura 5. Raíz de planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.6 Fruto

El fruto es globuloso, casi siempre cubierto por abundantes púas, que le dan un aspecto erizado; tiene tres cavidades, cada una con una semilla jaspeada, de

superficie lisa y brillante, rematada por una excrecencia y que contiene una toxina llamada ricina. Al secarse los frutos, la cubierta espinosa se tensa así produciendo un efecto de resorte que al activarse lanza la semilla a varios metros, siendo ésta la forma de que se distribuye (inecol, 2024).



Figura 6. Fruto de la planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.7 Semillas

Las semillas son elípticas, con una apariencia marmoleada que varía entre tonos marrón y gris, y son la fuente principal del aceite de higuera. Cada semilla contiene entre un 40% y 50% de aceite. Las semillas son muy tóxicas por la presencia de ricina y otros compuestos, ya que la ingestión de esta produce un cuadro intenso de gastroenteritis con deshidratación; esto puede dañar gravemente el hígado y el riñón. Es una de las toxinas biológicas más potentes que se conocen. Comer entre dos y seis semillas es suficiente para causar la muerte de un adulto (inecol, 2024).



Figura 7. Semillas de planta de higuera (*Ricinus communis*).

5.3.8 Distribución Geográfica

Aunque el *Ricinus communis* es originario de África tropical y algunas partes de Asia, su cultivo se ha extendido a regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo debido a sus múltiples usos industriales y medicinales. La planta se encuentra actualmente en América del Norte, América del Sur, África, Europa, Asia y Australia. Países como Brasil, India y China son grandes productores de aceite de higuierilla, dado que las condiciones climáticas en estas regiones favorecen su cultivo. En América Latina, México y Brasil son los principales productores. (gob, s.f.). En este sentido es meritorio mencionar que la higuierilla es una planta exótica e invasiva importante en México; en muchas regiones acompaña las carreteras y es dominante en terrenos abandonados (Gob, 2016).

5.3.9 Condiciones de Crecimiento

El ricino es una planta que se desarrolla bien en climas cálidos. Requiere temperaturas entre 20°C y 30°C para un crecimiento óptimo. No tolera bien las heladas, por lo que prefiere climas tropicales y subtropicales. Se adapta a una amplia gama de suelos, pero prefiere suelos bien drenados, profundos y fértiles con un pH ligeramente ácido a neutro (entre 5.5 y 6.5). Aunque es tolerante a la sequía, la planta necesita un suministro moderado de agua para un crecimiento óptimo. La higuierilla es una planta de pleno sol, por lo que requiere exposición directa a la luz solar durante al menos 6 horas al día para prosperar. Esta se desarrolla mejor a altitudes de hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar, aunque en condiciones climáticas favorables puede crecer a mayores altitudes (Finkeros, 2012).

5.3.10 Composición Química del Aceite de Higuierilla

El aceite de higuierilla, extraído de las semillas del *Ricinus communis*, es conocido principalmente por su alto contenido de ácido ricinoleico, un compuesto con propiedades bioactivas que ha despertado interés como insecticida agrícola. Además del ácido ricinoleico, contiene otros componentes que contribuyen a su toxicidad frente a diversas plagas agrícolas (Marcelo Collavino, 2006).

5.4 Principales Componentes del Aceite de Higuierilla

5.4.1 Ricina

Se encuentra en las semillas generalmente representa entre el 1% y el 5%, pero es eliminada en gran parte durante el proceso de extracción del aceite. Sin embargo, trazas pueden quedar en el aceite crudo. La ricina es una proteína tóxica de tipo lectina, compuesta por dos cadenas polipeptídicas (A y B) unidas por un enlace disulfuro. La ricina es altamente tóxica para los organismos vivos, ya que inhibe la síntesis de proteínas al desactivar los ribosomas. A nivel agrícola, esta proteína puede ser letal para insectos si ingieren partes de la planta o el aceite crudo, lo que la hace útil como bioinsecticida. Aunque no se utiliza comúnmente en insecticidas comerciales debido a su alta toxicidad para los humanos y animales, la ricina afecta a insectos plaga destruyendo sus tejidos internos después de la ingestión.

5.4.2 Ácido Ricinoleico ($C_{18}H_{34}O_3$)

Constituye entre el 85% y el 90% de la composición total del aceite. Es un ácido graso insaturado con un grupo hidroxilo en el carbono 12, lo que lo hace único entre los ácidos grasos. El ácido ricinoleico es responsable de muchas de las propiedades insecticidas y antimicrobianas del aceite de higuierilla. Su estructura permite que penetre en los cuerpos de los insectos y afecte su fisiología al interferir con sus sistemas metabólicos. Tiene la capacidad de alterar las membranas celulares de los insectos y causar deshidratación, bloqueando su sistema respiratorio a través de un efecto tóxico sobre sus tegumentos.

5.4.3 Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$)

Constituye alrededor del 2% al 6% del contenido del aceite. Es un ácido graso monoinsaturado que se encuentra comúnmente en otros aceites vegetales. Aunque no tiene una acción insecticida directa tan potente como el ácido ricinoleico, puede contribuir a la capacidad del aceite de higuierilla para disolver las cutículas cerosas de los insectos, lo que facilita la entrada de otros compuestos activos.

5.4.4 Ácido Linoleico (C₁₈H₃₂O₂)

Constituye aproximadamente entre el 4% y el 5% del aceite. Es un ácido graso poliinsaturado. Aunque no es un agente insecticida principal, el ácido linoleico puede actuar como emulsionante y coadyuvante, mejorando la capacidad del aceite de distribuirse uniformemente sobre las superficies tratadas, lo que aumenta su efectividad en la cobertura de los insectos.

5.5 Aplicación Práctica en el Control de Plagas Agrícolas

El aceite de higuera puede aplicarse directamente como un spray o mezclado con otros compuestos para mejorar su efectividad. En agricultura, se utiliza en cultivos como hortalizas, frutales y cereales, actuando como repelente y controlando diversas plagas de forma natural. Investigaciones han demostrado que el aceite de higuera es eficaz contra pulgones (Aphidoidea), ácaros (Tetranychidae), mosca blanca (Aleyrodidae), orugas (Lepidoptera), y otros insectos que atacan las hojas y frutos. Es bien sabido que, a diferencia de los insecticidas químicos, el aceite de higuera no deja residuos tóxicos en los cultivos y es biodegradable, lo que lo hace adecuado para su uso en agricultura orgánica y producción ecológica.

5.5.1 Factores que Mejoran la Eficiencia Insecticida

Emulsificación: Al combinarse con agentes emulsificantes, se mejora la dispersión del aceite de higuera sobre las plantas, lo que aumenta su contacto con los insectos y maximiza su capacidad para penetrar sus tegumentos.

Condiciones climáticas: En condiciones cálidas y secas, el aceite de higuera puede actuar más rápido al acelerar la deshidratación o muerte por ingerir plantas tratadas con aceite, mientras que en condiciones húmedas puede ser menos eficaz debido al lavado por lluvias.

5.5.2 Beneficios del Aceite de Higuera en la Agricultura

Biodegradable: A diferencia de los pesticidas químicos que pueden permanecer en el suelo y afectar la biodiversidad, el aceite de higuera se descompone rápidamente, reduciendo su impacto ambiental.

No tóxico para humanos y animales en concentraciones agrícolas: Cuando se utiliza en concentraciones adecuadas, el aceite de higuera no representa un peligro significativo para la salud humana ni para los animales de granja, lo que lo hace adecuado para su uso en agricultura ecológica.

Sostenibilidad: Su uso apoya la reducción de insecticidas químicos, contribuyendo a prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

5.6 Diferencia entre Insecticidas Orgánicos e insecticidas Químicos

5.6.1 Insecticidas Orgánicos:

Definición: Los insecticidas orgánicos son aquellos que se derivan de fuentes naturales, como plantas, minerales y microorganismos. Se utilizan principalmente en la agricultura ecológica y sostenible debido a su bajo impacto ambiental y su seguridad relativa para los humanos, animales y otros organismos beneficiosos.

Características: Estos insecticidas no contienen compuestos químicos sintéticos y generalmente son biodegradables, lo que significa que se descomponen rápidamente en el medio ambiente. Algunos ejemplos incluyen aceites vegetales, extractos botánicos (como el neem), piretrinas, y productos microbianos como el *Bacillus thuringiensis*.

5.6.2 Insecticidas Sintéticos:

Definición: Son productos creados químicamente en laboratorios, diseñados para eliminar plagas de manera rápida y efectiva. Estos pesticidas están compuestos de ingredientes activos que son tóxicos para una o varias especies de plagas.

Características: Los insecticidas sintéticos suelen ser persistentes en el medio ambiente y pueden tener efectos secundarios adversos, como la contaminación del agua, toxicidad para organismos no objetivo (como abejas y otros polinizadores) y el desarrollo de resistencia en las plagas.

5.7 Ventajas y Limitaciones del Uso de Insecticidas Orgánicos en Comparación con los Insecticidas Químicos

5.7.1 Ventajas de los Insecticidas Orgánicos:

Biodegradabilidad: Los insecticidas orgánicos tienden a descomponerse más rápido en el ambiente, reduciendo el riesgo de contaminación del suelo, agua y aire.

Bajo riesgo de toxicidad: Son menos tóxicos para los humanos, los animales de granja, y los insectos beneficiosos, como las abejas y las mariquitas.

Resistencia limitada: Las plagas suelen desarrollar resistencia a los pesticidas sintéticos más rápidamente que a los orgánicos, debido a los modos de acción más variados de los últimos.

Compatibilidad con la agricultura ecológica: Son permitidos en sistemas de agricultura orgánica, ya que no generan residuos dañinos ni impactan negativamente la biodiversidad.

5.7.2 Limitaciones de los Insecticidas Orgánicos:

Efectividad más lenta: Los insecticidas orgánicos pueden no tener un efecto tan rápido o agresivo como los pesticidas sintéticos, lo que puede requerir aplicaciones repetidas.

Duración corta: Al ser biodegradables, su acción suele ser de corta duración, lo que implica una mayor frecuencia de aplicación para mantener el control de plagas.

Efecto selectivo: Algunos insecticidas orgánicos pueden ser específicos para determinadas plagas y, por lo tanto, no son tan efectivos en el control de una amplia variedad de insectos.

Mayor coste: En algunos casos, los insecticidas orgánicos pueden ser más caros debido al proceso de extracción o producción de ingredientes naturales.

5.8 Mecanismos de Acción de los Insecticidas Orgánicos

Los insecticidas orgánicos emplean varios mecanismos para afectar a las plagas, muchos de los cuales difieren de los pesticidas sintéticos que suelen actuar a través de la toxicidad directa.

5.8.1 Bloqueo de la Alimentación:

Muchos insecticidas orgánicos, como los aceites vegetales, actúan bloqueando la capacidad de los insectos para alimentarse. Los aceites forman una película en el cuerpo del insecto o en las superficies de las plantas, lo que obstruye los órganos bucales de los insectos masticadores o chupadores. Un ejemplo es el aceite de neem contiene compuestos como la azadiractina, que interfieren en el comportamiento alimentario de insectos como langostas y orugas.

5.8.2 Interferencia en el Ciclo Reproductivo:

Algunos insecticidas orgánicos interfieren en los procesos hormonales y reproductivos de las plagas. Esto incluye inhibir la muda de los insectos jóvenes o bloquear la producción de huevos. Por ejemplo, la azadiractina del neem interrumpe el desarrollo de las larvas y previene la eclosión de huevos.

5.8.3 Asfixia:

Los aceites vegetales (como el aceite de higuera) cubren los cuerpos de los insectos, bloqueando sus espiráculos (poros respiratorios), lo que lleva a la asfixia y la muerte. Por ejemplo, el aceite de higuera puede actuar de esta manera en insectos como pulgones y mosca blanca.

5.8.3 Disrupción del Sistema Nervioso:

Algunos compuestos naturales actúan directamente sobre el sistema nervioso de los insectos, provocando parálisis y muerte. Aunque esto es más común en pesticidas sintéticos, ciertos extractos vegetales como las piretrinas también pueden tener este efecto. Por ejemplo, las piretrinas, extraídas del crisantemo, son neurotoxinas naturales que afectan el sistema nervioso de insectos voladores y rastreros.

5.9 Uso de Aceites Vegetales como Insecticidas Ejemplos

5.9.1 Aceite de Neem (*Azadirachta indica*)

Componentes activos: Azadiractina, nimbolina, salanina.

Mecanismo de acción: Interfiere en el ciclo reproductivo de las plagas, inhibe el crecimiento de larvas y actúa como repelente.

Plagas tratadas: Langostas, pulgones, mosca blanca, trips, y orugas.

Uso agrícola: Ampliamente utilizado en cultivos orgánicos como hortalizas, frutales y cereales.

5.9.2 Aceite de Citronela (*Cymbopogon nardus*)

Componentes activos: Citronelal, citronelol, geraniol.

Mecanismo de acción: Actúa principalmente como repelente y tiene propiedades tóxicas leves para algunos insectos.

Plagas tratadas: Mosquitos, pulgones y algunas larvas.

Uso agrícola: Utilizado en cultivos de plantas ornamentales y cultivos hortícolas.

5.9.3 Aceite de Higuera (*Ricinus communis*)

Componentes activos: Ácido ricinoleico, ricina (en menor proporción en aceite purificado).

Mecanismo de acción: Actúa mediante asfixia y penetración en la cutícula de los insectos. También tiene propiedades repelentes.

Plagas tratadas: Pulgones, mosca blanca, ácaros y trips.

Uso agrícola: Se aplica en cultivos como maíz, tomate, cítricos y frutales.

5.10 Comparación de la Eficacia entre Diferentes Aceites Vegetales

Aceite de Neem: Es uno de los aceites más eficaces debido a su amplio espectro de acción y su capacidad para interrumpir el ciclo de vida de las plagas. Sin embargo, su acción puede ser lenta.

Aceite de Citronela: Es más conocido por su capacidad como repelente que como insecticida. Su eficacia es más limitada en comparación con el aceite de neem o el de higuera.

Aceite de Higuera: Tiene una eficacia destacada en la asfixia de insectos e intoxicación por consumo de áreas tratadas y es particularmente útil en plagas chupadoras. Además, su biodegradabilidad y bajo riesgo lo hacen atractivo en la agricultura ecológica.

Aspecto	Aceite de Neem	Aceite de Citronela	Aceite de Higuerilla
Eficacia	Alto; interrumpe el ciclo de vida de plagas, eficaz contra áfidos, trips y moscas blancas.	Moderada; más efectivo como repelente que como insecticida, menos eficaz contra plagas establecidas.	Alta; efectivo por medio de ingestión y asfixiar insectos, particularmente en plagas chupadoras.
Composición	Contiene azadiractina, nimbina y otros compuestos activos que afectan la fisiología de los insectos.	Rico en citronelal y geraniol, que son conocidos por sus propiedades repelentes.	Contiene ricina (tóxica en altas concentraciones), además de ácidos grasos y otros compuestos.
Acción	Eficaz en la inhibición de la alimentación, crecimiento y reproducción de insectos.	Actúa principalmente como un repelente, causando que los insectos se alejen.	Asfixia a los insectos al obstruir sus vías respiratorias, además si es ingerido provoca intoxicación al insecto.
Modo de acción	Interfiere con el sistema hormonal de los insectos y su capacidad de reproducción.	Bloquea los receptores sensoriales de los insectos, dificultando su capacidad de encontrar hospedadores.	La aplicación crea una película que asfixia a los insectos al bloquear su respiración, si el insecto consume

			áreas tratadas el insecto muere.
Uso	Aplicable en cultivos orgánicos; seguro para polinizadores si se aplica correctamente.	Utilizado en productos repelentes, aromatizantes, velas y control de insectos voladores.	Atractivo para la agricultura ecológica; eficaz en el control de plagas, especialmente en cultivos de hortalizas.
Efectos secundarios	Puede afectar a polinizadores si se aplica durante su actividad; su olor puede ser desagradable.	Puede causar irritación en la piel o reacciones alérgicas en algunas personas.	Bajo riesgo para humanos y animales si se utiliza correctamente; la ricina puede ser tóxica si se ingiere.
Biodegradabilidad	Alta; se descompone rápidamente en el medio ambiente, minimizando el impacto ambiental.	Alta; biodegradable y no persistente, se descompone sin dejar residuos nocivos.	Moderada; se degrada con el tiempo, pero la ricina puede ser problemática si no se maneja adecuadamente.
Compatibilidad	Compatible con muchos pesticidas, pero se debe evitar mezclar con aceites pesados o ciertos productos químicos.	Compatible con otros aceites esenciales, ideal para mezclas aromáticas y repelentes.	Se puede mezclar con otros aceites para mejorar su eficacia, pero se debe tener precaución al manejarlo.

Costo	Moderado; accesible en el mercado, pero puede variar según la pureza y la marca.	Generalmente bajo; ampliamente disponible y económico.	Varía; puede ser más caro debido a los costos de extracción y purificación.
Presentación	Disponible en forma líquida, concentrado o emulsionado para facilitar su aplicación.	Se encuentra en forma de aceite esencial o como ingrediente en productos comerciales.	Usualmente en forma de aceite, aunque puede estar disponible en formulaciones comerciales específicas.
Duración de efectividad	Eficacia prolongada si se aplica correctamente, pero puede requerir aplicaciones repetidas.	Efecto temporal; la duración depende de factores ambientales y la concentración utilizada.	Eficaz durante un periodo considerable, aunque puede requerir replicaciones en condiciones de lluvia o riego.

Tabla 1. Comparativa sobre la eficacia de diferentes aceites vegetales.

5.11 Insecticidas Comunes Para el Control de Mosca Blanca

Cuando se trata de controlar la mosca blanca, hay varias opciones de insecticidas que se usan comúnmente, y cada uno tiene sus pros y contras. Por ejemplo, están los neonicotinoides como el imidacloprid y el thiamethoxam, que son súper eficaces porque actúan de forma sistémica, es decir, la planta los absorbe y atacan a las plagas que se alimentan de su savia. Son muy efectivos, pero hay que tener cuidado porque pueden afectar a polinizadores como las abejas. Luego están los piretroides, como la deltametrina o cipermetrina, que actúan rápido y son buenos para matar plagas por contacto directo. Sin embargo, no funcionan tan bien contra los huevos o ninfas, y las plagas suelen desarrollar resistencia con el tiempo. Por otro lado, tenemos los inhibidores de crecimiento, como la buprofezina o el piriproxifeno, que afectan principalmente a los estados inmaduros de la mosca blanca, impidiendo que se desarrollen. Lo bueno de estos es que son menos tóxicos para las personas y otros organismos, pero no afectan a los adultos, así que son más específicos. También están los organofosforados, como el clorpirifos y el dimetoato, que son de amplio espectro. Son efectivos, pero son bastante tóxicos y pueden contaminar el ambiente, así que hay que usarlos con cuidado. Ahora, algo interesante son los productos más modernos, como las espinosinas, por ejemplo, el spinosad, que son más amigables con el ambiente y tienen baja toxicidad para organismos no objetivo. Eso sí, suelen ser más caros. Si prefieres opciones más naturales, hay aceites minerales o vegetales, como el aceite de neem o el de higuera, que funcionan cubriendo a las plagas y asfixiándolas. Son seguros y amigables con el medio ambiente, pero necesitas aplicarlos más seguido porque su efecto dura menos. Finalmente, están los productos biológicos, como el hongo *Beauveria bassiana* o el *Bacillus thuringiensis*, que infectan a las plagas de manera natural. Son geniales si buscas algo ecológico, pero a veces su efectividad depende mucho del clima o las condiciones de campo (Jiménez Martínez Edgardo, 2011).

5.12 Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

5.12.1 Características generales de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) atraviesa seis estadios: huevo, primer, segundo, tercer y cuarto estadio larvales, habitualmente denominados pupa, aunque estrictamente hablando esto no sea cierto, y adulto. Las larvas se localizan en el envés de las hojas jóvenes y tienen una forma ovalada. Mientras que las larvas del primer estadio son móviles, el resto de estadios permanece tumbados sobre la hoja. Durante el cuarto estadio larval, adquieren una forma casi redonda y amarilla denominada pupa, en la que ya se observan claramente los ojos rojos y las alas blancas del adulto. Estas pupas se localizan en las hojas más viejas. El adulto emerge de la pupa a través de una apertura en forma de T. Las moscas blancas adultas suelen dispersarse por toda la planta y depositar sus huevos. Ese es el motivo por el que se pueden encontrar todos los estadios en una misma hoja. Al agitar las plantas infestadas, los adultos saldrán volando para regresar al envés de las hojas. La mosca blanca adulta (*Bemisia tabaci*) tiene un aparato bucal perforador y succionador bien desarrollado y empieza a alimentarse de la savia rápidamente después de emerger. El insecto está cubierto de una sustancia cerosa blanca. El adulto de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se asemeja a la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) pero es algo más pequeña y amarilla. Además, las alas de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) están colocadas en vertical y en paralelo al cuerpo.



Figura 8. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

5.12.2 Descripción Taxonómica

Reino: Animal

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Aleyrodidae

Género: Bemisia

Especie: B. tabaci Genn

5.12.3 Origen de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

Bemisia tabaci es originaria de las regiones tropicales y subtropicales de Asia, específicamente de la India, pero con el tiempo ha expandido su rango geográfico a otras partes del mundo. La mosca blanca se distribuye de forma natural por medio del transporte de materiales vegetales, el comercio de plantas y productos agrícolas, así como por su capacidad para volar. Esto ha facilitado su propagación a diferentes continentes. A lo largo de su historia, *Bemisia tabaci* ha evolucionado en diferentes formas o "biotipos", y algunos de ellos se han adaptado mejor a condiciones específicas de clima y cultivo, lo que ha favorecido su rápida expansión. Los biotipos más conocidos son el biotipo "B" o B biotype, que es particularmente agresivo y resistente a varios tipos de insecticidas (Camacho, 2017).

5.12.4 Dispersión Global y Llegada a México

La mosca blanca comenzó a expandirse fuera de su área de origen debido al aumento en el comercio internacional de productos agrícolas y plantas ornamentales. Aunque la plaga se encontraba principalmente en Asia y África, en las últimas décadas ha viajado a América, Europa y otras partes del mundo debido a la globalización (MARÍA ELENA CUÉLLAR, 2006).

5.12.5 Primera Aparición en América

La mosca blanca llegó a América a mediados del siglo XX, siendo detectada por primera vez en el sur de Estados Unidos en la década de 1980. A partir de allí, la plaga comenzó a expandirse hacia México y otros países de América Central y América del Sur (MARÍA ELENA CUÉLLAR, 2006).

5.12.6 Llegada a México

En México, *Bemisia tabaci* fue detectada a principios de la década de 1990. Se cree que la plaga ingresó al país principalmente a través de la importación de material vegetal, especialmente de plantas ornamentales y cultivos infestados con huevos o ninfas de la mosca blanca. Las condiciones climáticas favorables de México, que incluyen temperaturas cálidas y la presencia de cultivos susceptibles, como el tomate, el algodón y la berenjena, han favorecido la proliferación de esta plaga en el país. Desde su llegada, la mosca blanca ha causado grandes pérdidas en cultivos comerciales y ha afectado de manera significativa la agricultura mexicana, especialmente en regiones cálidas como Sinaloa, Sonora y Veracruz. La transmisión de virus como el rizado amarillo de la hoja del tomate referida como TYLCV (por sus siglas en Inglés) o "virus de la cuchara" y el cotton leaf curl virus (CLCV) o "virus de la hoja enrollada" ha generado un impacto económico considerable (Aguilera Sammaritano, 2016).

5.12.7 Factores que Facilitaron su Expansión en México

Las altas temperaturas y la humedad de las regiones tropicales y subtropicales de México son ideales para el ciclo de vida de la mosca blanca. La importación y exportación de productos agrícolas y plantas ornamentales ha sido un factor clave para la introducción y propagación de esta plaga. El uso excesivo de pesticidas químicos convencionales, junto con la falta de prácticas de manejo integrado de plagas, ha permitido que las poblaciones de mosca blanca se establezcan y expandan rápidamente (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL , 2020).

5.12.8 Impacto de la Mosca Blanca en México

La mosca blanca, *Bemisia tabaci*, ha sido un gran problema para la agricultura en México desde que llegó. Sus efectos son devastadores, sobre todo en algunos cultivos clave. Por ejemplo, el tomate es uno de los más afectados. Esta plaga no solo se alimenta de las plantas, sino que también transmite virus muy dañinos, como el tomato yellow leaf curl virus, que puede arruinar cosechas enteras. Pero no para ahí. En el algodón también ha hecho estragos porque lleva consigo virus que afectan la calidad de la producción. Y no creas que se detiene con estos dos cultivos. Otros como el pepino, la berenjena, el melón y varios más también sufren. A veces es por el daño directo que la mosca blanca causa al alimentarse, y otras veces porque transmite enfermedades virales que complican muchísimo el manejo de los cultivos (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL , 2020).

5.12.9 Importancia económica

Bemisia tabaci tiene la capacidad de alimentarse y afectar más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres aproximadamente, en regiones tropicales y subtropicales. Es capaz de transmitir virus como el mosaico dorado y el mosaico dorado amarillo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), que resultan en pérdidas del rendimiento hasta de 100% (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL , 2020).

5.12.10 Síntomas y daños

La larva de la mosca blanca necesita mucha proteína para crecer y, por eso, consume una gran cantidad de savia que contiene una gran proporción de azúcar. Su exceso se segrega a modo de melaza, produciendo larvas más grandes en mayores cantidades. Los daños que causan las moscas blancas en el cultivo son el resultado de la succión de la savia de las hojas, así como de la segregación de melaza. Esto puede tener las siguientes consecuencias: Si la población es muy grande, el consumo de savia puede afectar a la fisiología de la planta y ralentizar el crecimiento. A la luz solar directa, las hojas pueden marchitarse y caer. Los daños en las hojas pueden influir en el desarrollo de frutos y provocar una disminución de la cosecha. La melaza depositada en el fruto lo hace pegajoso. La suciedad se adhiere al fruto, favoreciendo el crecimiento de mohos de hollín o negrilla (*Cladosporium spp.*) e impidiendo su comercialización. En

casos graves, el fruto se pudrirá. Los mohos de hollín también se desarrollan en las hojas, reduciendo la fotosíntesis y la transpiración. *Bemisia tabaci* es conocida por la transmisión de virus, incluido TYLCV en tomate. El consumo de savia y la segregación de melaza por parte de las moscas blancas disminuye el valor estético de los cultivos. Esto es especialmente importante en las plantas ornamentales. La larva inyecta enzimas en la planta alternando sus procesos fisiológicos normales. En algunas plantas huéspedes esto puede causar daños, incluyendo la maduración irregular en tomates y pimientos, el amarillamiento de los pecíolos en gerbera y el amarillamiento grave de las hojas de las judías verdes. Otros síntomas incluyen la aparición de manchas cloróticas, la caída de frutos y hojas, el amarillamiento y la malformación de frutos (koppert, 2024).

5.12.11 Hospedantes

Se ha reportado a *B. tabaci* en más de 600 plantas hospedantes ubicadas en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y numerosas especies silvestres. Ataca comúnmente plantas que pertenecen a las familias: Cruciferae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Leguminosae, entre otras.



Figura 9. Ciclo de vida de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Ciclo de vida: Su ciclo de vida incluye las etapas de huevo, ninfa y adulto. Las hembras depositan huevos en la parte inferior de las hojas.

Hábitos de alimentación: Se alimentan de la savia de las plantas al igual que los pulgones, y también segregan melaza, lo que favorece el crecimiento de hongos.

Daños: Provocan amarillamiento y marchitamiento de las hojas, reducen la producción de cultivos y transmiten virus fitopatógenos (Urbina, 2023).



Figura 10. Planta de tomate infectada por Tomato yellow leaf curl virus.



Figura 11. Bean golden yellow mosaic virus.

5.12.12 Condiciones Ambientales para el Desarrollo de la Mosca Blanca

Los adultos colonizan la planta desde el inicio de los cultivos, dependiendo su aparición de las condiciones climáticas. La mosca blanca puede desarrollarse en un amplio rango de temperaturas (10-38°C), los adultos sobreviven a 0°C durante varias semanas y con las condiciones climáticas que se dan en el levante peninsular no tienen periodo de hibernación. Otros factores que pueden influir son: HR, fotoperiodo,

intensidad lumínica, etc., cuya acción, si bien importante, es más difícil de precisar (Laura Ortega, 2020). El rango de temperatura para su desarrollo está entre 16°C y 34°C, temperaturas letales se sitúan por debajo de los 9°C y por encima de los 40°C. El umbral de temperatura para la oviposición es de 14°C. La fecundidad se reduce de manera notable al hacerlo la temperatura (Agroproductores).

5.13 Métodos de Control de Plagas

5.13.1 Métodos Convencionales (Pesticidas Químicos) ventajas y desventajas

Los insecticidas químicos tienen sus pros y contras, y es importante conocerlos. Por un lado, son súper efectivos porque actúan rápido y controlan una gran variedad de plagas, lo que los hace ideales para áreas grandes. Además, son fáciles de usar y están disponibles en muchos lugares, lo que facilita su aplicación con equipos modernos (Adepap). Pero, por otro lado, también tienen desventajas importantes. Pueden contaminar el suelo, el agua y el aire, lo que afecta al medio ambiente. Otro problema es que, si los usas mucho, las plagas pueden volverse resistentes, y ahí es cuando se complica el control. También afectan a otros organismos, como los polinizadores o fauna beneficiosa, y pueden ser tóxicos para los humanos y los animales. Y, claro, algunos insecticidas permanecen mucho tiempo en el ambiente, dejando residuos que pueden causar más problemas a largo plazo (Recuperación Agrícola, 2019).

5.13.2 Métodos Alternativos (Control Biológico, Insecticidas Orgánicos) ventajas y desventajas

Cuando hablamos de métodos alternativos para controlar plagas, como el control biológico o los insecticidas orgánicos, hay muchas ventajas, pero también algunos desafíos. Por ejemplo, el control biológico consiste en utilizar organismos naturales, como depredadores, parasitoides o incluso ciertos patógenos, para mantener a raya a las plagas. La gran ventaja aquí es que es una solución a largo plazo, muy amigable

con el medio ambiente. No causa el impacto negativo que suelen tener los pesticidas químicos y, además, ayuda a conservar la biodiversidad. Suena perfecto, ¿no? Pero el detalle es que no siempre funciona tan rápido como uno quisiera, y su efectividad puede depender mucho de las condiciones ambientales. Si no tienes las condiciones adecuadas, puede que no sea tan eficaz como esperabas. Por otro lado, están los insecticidas orgánicos, que son productos hechos a base de sustancias naturales, como extractos de plantas, minerales o microorganismos. Lo bueno de estos es que son mucho menos tóxicos, se biodegradan fácilmente y no dejan residuos peligrosos en los cultivos. Es decir, son ideales si buscas algo más seguro para el medio ambiente y la salud. Sin embargo, tienen sus detalles. Normalmente actúan más lento que los pesticidas químicos y, en muchos casos, necesitas aplicarlos con mayor frecuencia para que realmente funcionen (M, 2009).

5.13.3 Investigaciones Previas sobre la Eficacia del Aceite de Higuera como Insecticida

El aceite de higuera ha sido estudiado por su efectividad como insecticida orgánico en cultivos agrícolas. Diversos estudios han demostrado su capacidad para controlar plagas como pulgones, mosca blanca y trips. Se ha comprobado que actúa principalmente por asfixia de los insectos, al cubrir sus cuerpos y bloquear sus espiráculos respiratorios (Judith Roldán Rodríguez, 2015).

5.13.4 Mecanismos de Toxicidad del Aceite de Higuera en Insectos Plaga

Si se ingiere actúa como un veneno, alterando sus sistemas internos y causando la muerte, puede actuar como un repelente natural para insectos, ya que su olor y componentes activos los alejan de las áreas tratadas, en insectos que respiran a través de tráqueas (espiráculos), el aceite puede bloquear estos orificios, causando asfixia, el recubrimiento aceitoso puede alterar la capa protectora del exoesqueleto de los insectos, provocando pérdida de agua y deshidratación, puede interferir en los

procesos de muda y reproducción al inhibir el desarrollo de larvas y huevos (Emmanuel Rodríguez-Palma, 2017).

5.13.5 Impacto Ambiental del Uso de insecticidas

Los pesticidas químicos pueden filtrarse en el suelo y llegar a los cuerpos de agua subterráneos o superficiales, contaminando ríos y lagos. También pueden volverse volátiles y dispersarse en el aire, afectando la calidad del aire en áreas agrícolas y urbanas.

5.13.6 Efectos en la Salud Humana y la Biodiversidad

Exposición prolongada a pesticidas puede causar problemas de salud en los agricultores y trabajadores agrícolas, incluyendo trastornos neurológicos, cáncer y el follaje y las semillas pueden causar dermatitis severa. Los pesticidas también pueden afectar la biodiversidad, matando organismos beneficiosos como polinizadores (abejas) y depredadores naturales de plagas, alterando el equilibrio ecológico (Asela M. del Puerto Rodríguez, 2014).

5.14 Impacto Ambiental de los Insecticidas Orgánicos

5.14.1 Biodegradabilidad y Menor Toxicidad de los Insecticidas Orgánicos

Los insecticidas orgánicos, como el aceite de higuera, tienen una mayor tasa de biodegradabilidad, lo que significa que se descomponen más rápidamente en el ambiente y no dejan residuos tóxicos en el suelo o el agua (María Martínez, 2012). Debido a su origen natural, su toxicidad para los humanos, animales y organismos no objetivo es mucho menor en comparación con los pesticidas químicos.

5.14.2 Comparación del Impacto Ambiental entre Pesticidas Convencionales e Insecticidas Orgánicos

Los pesticidas convencionales persisten en el ambiente, acumulándose en la cadena alimentaria y afectando a múltiples organismos no objetivo, en comparación de los insecticidas orgánicos son biodegradables y tienen un menor riesgo de bioacumulación. Son más seguros para la biodiversidad y no generan residuos tóxicos en los cultivos (Strinati, 2023).

5.14.3 Beneficios del Uso de Insecticidas Orgánicos en la Agricultura Sostenible

El uso de insecticidas orgánicos contribuye a la sostenibilidad agrícola al minimizar el impacto ambiental y preservar la salud del suelo, el agua y la biodiversidad. Estos productos permiten mantener el control de plagas de manera efectiva, sin comprometer el equilibrio ecológico (Altiara, 2023). Al no dejar residuos químicos peligrosos en los cultivos, los insecticidas orgánicos favorecen la producción de alimentos más saludables y seguros para el consumo humano. Esto resulta en una menor exposición a productos químicos nocivos en la cadena alimentaria (Altiara, 2023).

5.15 Antecedentes

Diversos estudios han evaluado el potencial del aceite de higuera (*Ricinus communis* L.) como insecticida para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), una de las plagas agrícolas de mayor impacto a nivel mundial. La creciente preocupación por los efectos adversos de los plaguicidas químicos ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles, como los extractos botánicos, para el manejo de esta plaga.

Uno de los estudios más relevantes es el publicado en la revista Ciencias Naturales y Agropecuarias, donde se evaluó el efecto bioinsecticida de extractos de higuera y lantana (*Lantana camara* L.) en huevecillos de *B. tabaci* en cultivos de tomate. En esta investigación, se aplicaron dosis de 30%, 20% y 10% de extracto etanólico, obteniendo resultados que demostraron una alta eficacia de estos compuestos en la reducción de la población de la plaga. Los autores concluyeron que los extractos botánicos pueden ser una alternativa viable frente a los insecticidas convencionales (Guevara, 2015).

Otro estudio relevante es el realizado por Crisanto Pescorán (2013), quien evaluó el efecto del extracto etanólico de semillas de *Ricinus communis* sobre adultos de mosca blanca en condiciones de laboratorio. En este experimento, se utilizaron concentraciones de 1, 5, 10, 50 y 100 ml/L, observando que la mortalidad de *B. tabaci* aumentaba proporcionalmente con la concentración del extracto, lo que refuerza su efectividad como insecticida natural (Pescorán, 2013).

Asimismo, en la investigación de Ustarnan, se analizaron diversos extractos botánicos como alternativas sostenibles para el control de plagas agrícolas, incluyendo la mosca blanca. Aunque el estudio no se centró exclusivamente en el aceite de higuera, destacó la efectividad de compuestos naturales frente a los pesticidas químicos, resaltando su menor impacto ambiental y su potencial en la agricultura ecológica (Ustarnan).

En el centro-sur de México, (Elías Hernández-Castro, 2022) realizó un estudio comparativo sobre la eficacia de compuestos botánicos y químicos en el control de *B.*

tabaci en calabacita. Los resultados demostraron que los extractos vegetales, incluyendo el de higuierilla, fueron altamente efectivos en la reducción de la plaga, con una acción similar a la de los insecticidas comerciales, pero con menor impacto ecológico.

Por otro lado, (Tomás, 2015) evaluó el efecto de extractos vegetales en la población de mosca blanca en cultivos de jitomate orgánico. Su investigación, llevada a cabo en invernadero, incluyó el aceite de higuierilla como uno de los tratamientos y evidenció que los compuestos naturales presentan una alta eficacia en el control de la plaga en sistemas de producción orgánica, reforzando la importancia del uso de bioinsecticidas en el manejo sostenible de plagas.

5.16 Métodos de Extracción de aceite de *Ricinus communis*

5.16.1 Por arrastre de vapor

La extracción por arrastre de vapor es un método que se usa para obtener aceites esenciales o compuestos de plantas sin dañarlos. Funciona con vapor de agua u otros solventes que ayuda a liberar el aceite, por ejemplo, etanol, hexano, etc. Se calienta agua hasta que se convierte en vapor. Este vapor se dirige hacia el material vegetal (por ejemplo, semillas de higuera). El vapor caliente rompe las estructuras de las semillas y atrapa el aceite que está dentro. El aceite viaja junto con el vapor hacia la siguiente etapa. El vapor con el aceite pasa por un tubo frío llamado condensador. Al enfriarse, el vapor se convierte en líquido nuevamente. Se obtiene una mezcla de agua y aceite, pero como no se mezclan, podemos separarlos fácilmente.

5.16.2 Prensado en calor

El prensado en caliente es un proceso utilizado para extraer aceite de diversas semillas o frutos. En este proceso, Las semillas se trituran y calientan antes del prensado, lo cual incrementa la cantidad de aceite extraído, pero puede degradar algunos compuestos sensibles al calor (inecol, 2024).

5.16.3 Proceso de prensado en calor.

Las semillas de higuera se limpian para eliminar impurezas como polvo, tierra o restos de otros materiales. Las semillas se calientan usando un mechero para facilitar la extracción del aceite. Luego, las semillas se colocan en una prensa de tornillo (prensa de expeller), que aplica una presión gradual sobre las semillas. Este proceso no solo extrae el aceite, sino que también separa el residuo sólido (pastel de aceite). El aceite extraído se recoge en un recipiente y se filtra para eliminar cualquier impureza remanente.

5.16.4 Prensado en frío.

Se seleccionan y limpian las semillas para eliminar impurezas. Las semillas se colocan en una prensa de tornillo. Esta prensa aplica presión para extraer el aceite sin generar calor significativo. El aceite extraído se filtra para remover residuos sólidos. El aceite se almacena en recipientes oscuros (frascos de cristal ámbar) para protegerlo de la

luz y el oxígeno, lo cual puede degradar sus compuestos. El prensado en frío resulta en un aceite de alta calidad, rico en ácidos grasos.

5.16.5 Molienda de semilla.

Se realizó en el taller de carnes de la UTVM, empleando un molino para carnes marca Biro de 7.5 hp, la semilla quedó totalmente triturada. Molienda de la semilla de higuera (María Félix Cornejo Martínez, 2012).

5.16.6 Tratamiento térmico.

El tratamiento térmico consiste en poner a calentar la semilla molida o torta con etanol grado 96 como solvente a una temperatura no mayor a 75°C para evitar la evaporación, por un tiempo de 30 minutos (María Félix Cornejo Martínez, 2012).

5.16.7 Prensado con prensa de queso

Se utilizó una prensa de quesos con una presión de 18kg por 1kg, localizada en el taller de lácteos de la UTVM. La torta se coloca en los moldes de quesos empleando una malla como filtrante, posteriormente se colocan en una charola de plástico con la finalidad de coleccionar en ella el aceite, de esta forma se deja reposar dos días la torta en la prensa, al final de ellos se quita la charola de la prensa y se recolecta el aceite (María Félix Cornejo Martínez, 2012).

5.16.8 Decantado

El decantado consiste en colocar el aceite en un embudo de separación, se deja reposar por un periodo de un día, al término del periodo se coloca el aceite en contenedores de plástico para su almacenaje y posteriormente ser utilizado (María Félix Cornejo Martínez, 2012).

6. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave, específicamente en su campo experimental, donde se realizaron las diferentes etapas del proyecto.

6.1 Recolección de semillas de higuierilla, secado y limpieza

Para llevar a cabo la recolección, secado y limpieza de semillas de higuierilla, se utilizaron diversos materiales que facilitaron cada etapa del proceso. Se emplearon frutos de higuierilla (*Ricinus communis*) recolectados en campo, así como una navaja para el corte preciso de los frutos directamente desde la planta. Para su almacenamiento y transporte, se utilizaron costales con capacidad de 50 kilogramos. La recolección de semillas de higuierilla se realizó en la zona de Guasave, Sinaloa. Para ello, se seleccionaron plantas maduras con frutos bien desarrollados ubicados en los márgenes de un canal de riego. Utilizando una navaja, los frutos fueron cuidadosamente cortados directamente de las ramas, evitando dañar las semillas internas. Posteriormente, los frutos recolectados fueron colocados en costales de 50 kilos para facilitar su transporte.



Figura 12. Plantas de Higuierilla en orilla de canal de riego.

El secado se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave, dentro del campo experimental. Los frutos recolectados se distribuyen en el marco metálico cubierto con tela de malla sombra, formando una capa uniforme para asegurar una buena ventilación.



Figura 13. Frutos de higuera puestos a secarse.

Se colocan en un lugar soleado y seco, protegido de la lluvia y la humedad excesiva. Durante el secado, se recomienda remover los frutos diariamente para garantizar un secado homogéneo. Este proceso puede tomar entre 8 y 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Una vez que los frutos están completamente secos, se aplica presión manual o mecánica para abrir las cápsulas y liberar las semillas. Si es necesario, se pueden usar las manos o herramientas simples, un método que se usó fue usar una navaja cuando el fruto seco no ha liberado las semillas uno procede a usar la navaja como palanca para la separación de las cápsulas y para abrir la cápsula poner la punta de la navaja en el orificio que se encuentra donde se encontraban unidas las cápsulas y dar un pequeño giro como si fuera una llave en una puerta, para facilitar este paso. Se separan las semillas de los residuos vegetales (como cáscaras o restos de las cápsulas). Las semillas extraídas se limpian a mano para eliminar cualquier resto de cáscaras, polvo o suciedad. Se puede soplar ligeramente o usar corriente de aire para retirar impurezas ligeras.



Figura 14. Demostración de posición para abrir cápsulas del fruto de higuera.



Figura 15. Giro de la navaja en forma de llave para abrir la capsula.



Figura 16. Semilla limpia de higuera (Ricinus communis).



Figura 17. Semillas con residuos y frutos sin abrir.



Figura 18. Limpieza de residuos de los frutos.

Una vez limpias y secas, las semillas se almacenan en frascos contenedores limpios y secos. Es importante que los frascos de plástico de 3 litros para proteger las semillas de la humedad y los insectos. Los frascos se almacenan en un lugar fresco, seco y oscuro para conservar la calidad de las semillas.



Figura 19. Almacenamiento de semillas de semillas de higuera



Figura 20. Muestra de semillas ya limpias listas para el proceso de extracción de aceite.

6.2 Procedimiento para la extracción de aceite de higuera mediante prensado en frío

Para llevar a cabo el prensado en frío de las semillas de higuera, fue necesario contar con algunos materiales clave. Se utilizaron 200 gramos de semillas de higuera, que fueron la materia prima principal. Para la extracción del aceite, se empleó un tubo de acero con perforaciones, el cual fue colocado sobre una mesa con un tornillo de banco, asegurando que el sistema de prensado permaneciera estable. Además, se utilizó una malla metálica fina, que ayudó a filtrar impurezas durante el proceso. Antes de

prensarlas, las semillas fueron trituradas con una procesadora (licuadora) para facilitar la extracción del aceite. Una vez obtenido, el aceite se recolectó en un recipiente limpio de 100 ml y finalmente se almacenó en tres frascos de cristal ámbar de 30 ml, ideales para su conservación, ya que protegen el contenido de la luz y ayudan a mantener su calidad por más tiempo.

El primer paso fue asegurarse de que las semillas estuvieran limpias y libres de impurezas. Para ello, se enjuagaron ligeramente con agua y se dejaron secar al aire antes de continuar con el proceso. Una vez secas, se trituraron con una procesadora. Esto permitió que las semillas liberaran más fácilmente el aceite al momento del prensado. Para la extracción del aceite, se preparó un sistema de prensado en frío. Se utilizó un tubo de acero con perforaciones, el cual se fijó con un tornillo de banco sobre la mesa de trabajo. En el interior del tubo se colocó una malla metálica fina, que tuvo la función de filtrar los residuos sólidos y permitir el paso del aceite sin impurezas. Una vez listo el sistema, se colocaron pequeñas cantidades de semillas trituradas dentro del tubo de acero. La presión se aplicó de manera gradual utilizando el tornillo de banco, lo que permitió la extracción lenta del aceite. Para evitar que el aceite se calentara, el prensado se realizó con cuidado, asegurando que la temperatura se mantuviera baja y que el aceite conservara sus propiedades naturales. Se supervisó constantemente el flujo del aceite, verificando que fuera constante y sin obstrucciones. Cuando se obtuvo la mayor cantidad posible de aceite, fue necesario filtrarlo para eliminar impurezas. Para esto, se colocó una malla metálica fina sobre un recipiente limpio de 100 ml, vertiendo el aceite cuidadosamente a través de ella. Esto permitió eliminar cualquier residuo sólido que pudiera haber quedado en el aceite prensado. Finalmente, el aceite filtrado se transfirió a tres frascos de cristal ámbar de 30 ml, que ayudaron a conservar su calidad al protegerlo de la luz ayudando a preservar sus propiedades. Los frascos se almacenaron en un lugar fresco y oscuro para evitar la degradación del aceite. En caso de contar con más semillas, el proceso de prensado y filtrado se repitió cuantas veces fuera necesario hasta extraer la mayor cantidad posible de aceite.



Figura 21. Almacenaje del aceite en frascos de cristal color ámbar.

6.3 Recolección de mosca blanca

Se prepara un área limpia y libre de contaminantes para evitar la presencia de organismos no deseados durante el proceso de recolección. Se asegura que las cajas Petri estén limpias y desinfectadas para mantener la integridad de las muestras. Se revisan los cultivos donde se encuentran las moscas blancas. Estos cultivos pueden ser plantas que estén infestadas con la plaga en este caso un cultivo de melón. Se observa cuidadosamente para localizar las áreas con mayor concentración de mosca blanca, que suelen estar en la parte inferior de las hojas o cerca de los brotes jóvenes.



Figura 22. Cultivo de melón con mosca blanca.

Utilizando las mismas cajas Petri se recogen las moscas blancas directamente de las plantas. Es importante hacerlo con suavidad para evitar que las moscas blancas se escapen o sufran daño. Las moscas blancas recolectadas se transfieren a las cajas Petri.



Figura 23. Captura de mosca blanca en cultivo de melón.

Las cajas Petri con las moscas blancas recolectadas se deben almacenar en un lugar adecuado, preferentemente a temperatura controlada, para mantener la viabilidad de las moscas blancas se colocaron en un lugar fresco. Se recomienda realizar la recolección durante la mañana o tarde, cuando la actividad de las moscas blancas es más baja, lo que facilita la captura. Es fundamental trabajar con mucho cuidado y precisión para evitar daños a los cultivos y a las moscas blancas durante el proceso de recolección.

6.4 Prueba de mortalidad de mosca blanca con tratamientos con aceite de higuera

Se elaboro una pipeta especial elaborada con una jeringa de hule número 6 una punta de micropipeta y un trozo de tela de algodón para ayudar a transportar las moscas blancas hacia el interior de las cajas cuidadosamente.



Figura 24. Pipeta especial para extracción de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a cajas Petri.

Se colocaron cuidadosamente cada mosca blanca en las cajas Petri, asegurándose de que queden dentro sin escaparse. Se distribuyen 10 moscas blancas en cada una de las 12 cajas Petri. Las cajas Petri deben ser cubiertas con su tapa para evitar que las moscas blancas escapen.



Figura 25. Distribución de moscas blancas en cajas Petri.

Con el marcador permanente, se etiquetan las 12 cajas Petri de plástico para diferenciar los tratamientos. Se pueden asignar números o letras y especificar si se trata de un grupo tratado o de control.



Figura 26. Etiquetado de cada tratamiento.

Con la jeringa de 5 ml, se mide la cantidad de aceite de higuera necesaria para los tratamientos de 2 ml, 3 ml y 5 ml. Se diluye el aceite (si corresponde) para obtener diferentes concentraciones según los objetivos del experimento. Se carga el atomizador con las soluciones correspondientes de aceite de higuera, se pulveriza cuidadosamente la solución sobre las moscas blancas dentro de cada caja Petri asignada como grupo de tratamiento. Se aplicó la misma cantidad de rocíos 2 rocíos por caja para garantizar uniformidad. Las cajas del grupo de control no recibieron tratamiento con aceite.



Figura 27. Aplicación de los tratamientos.

Después de la aplicación, se anotó en la libreta los datos relevantes, como la hora de inicio de la prueba y la descripción de los tratamientos aplicados. Se observa a las moscas blancas después de 24 horas para registrar signos de mortalidad o efectos del tratamiento.



Figura 28. Población de mosca blanca de testigo completa después de 24 horas.

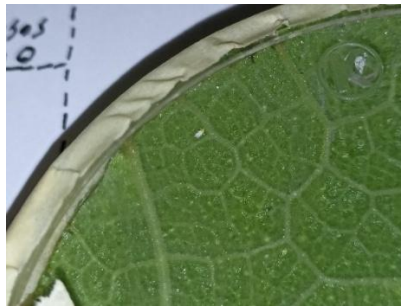


Figura 29. Sobreviviente en T1-R2



Figura 30. Sobreviviente en T2-R2

Después de un período de 24 horas, se cuenta el número de moscas blancas vivas y muertas en cada caja Petri. Se anotan los resultados en la libreta, indicando la cantidad de moscas afectadas en cada tratamiento.

Dosis de aceite de higuierilla (ml)	Tratamientos	Mortalidad	media	% de mortalidad
0 (testigo)	T0 -R1	0	0	0
	T0 -R2	0		
	T0 -R3	0		
2	T1-R1	10	9.6	96.60%
	T1-R2	9		
	T1-R3	10		
3	T2-R1	10	9.6	96.60%
	T2-R2	9		
	T2-R3	10		
5	T3-R1	10	10	100%
	T3-R2	10		
	T3-R3	10		

Tabla 2. Datos recolectados después de 24 horas de aplicación.

Los resultados obtenidos se analizan para evaluar la eficacia del aceite de higuierilla en comparación con el grupo de control. Se uso un Diseño Completamente al Azar (DCA), se utilizó el software Minitab 18 para analizar las diferencias entre los tratamientos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Este análisis permitió identificar las diferencias significativas en la mortalidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) entre los distintos niveles del tratamiento con aceite de higuierilla. Adicionalmente, el software facilitó la visualización de los resultados a través de gráficas de intervalos de confianza y medias, proporcionando una interpretación clara y confiable de los datos obtenidos.

7. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que el aceite de higuera (*Ricinus communis*) posee un efecto insecticida significativo contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). La prueba ANOVA reveló diferencias altamente significativas en la mortalidad entre los tratamientos ($p < 0.05$), lo que indica que la aplicación de este aceite influye directamente en la reducción de la plaga. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 2 ml, 3 ml y 5 ml, lo que sugiere que una concentración del 2ml es suficiente para lograr una alta mortalidad en *B. tabaci*. Esto es relevante, ya que permite optimizar el uso del recurso, reduciendo costos y minimizando posibles efectos ambientales negativos. En contraste, el tratamiento sin aplicación (0 ml) presentó una mortalidad nula, confirmando que el aceite de higuera es el principal factor responsable del control de la plaga. Los resultados de este estudio coinciden con los reportados por (Guevara, 2015), quien evaluó extractos de higuera y lantana en el control de la mosca blanca en tomate y encontró que estos compuestos poseen propiedades insecticidas significativas. Asimismo, (Pescorán, 2013) reportó que el extracto etanólico de semillas de higuera tiene un efecto letal en adultos de *B. tabaci* en condiciones de laboratorio, corroborando los hallazgos de esta investigación. Además, (Elías Hernández-Castro, 2022) demostró que los extractos botánicos pueden ser tan efectivos como los insecticidas convencionales en el control de la mosca blanca en cultivos de calabacita. El presente estudio también resalta la importancia del aprovechamiento de la higuera como un recurso alternativo. Esta planta es considerada invasiva en muchas regiones, por lo que su uso como bioinsecticida no solo contribuye al manejo de plagas agrícolas, sino que también ofrece una estrategia sostenible para su control. Estudios previos han señalado que el aceite de higuera contiene ricina y ácido ricinoleico, compuestos con propiedades insecticidas, lo que explica su alta efectividad en el presente trabajo. Los hallazgos de este estudio respaldan el uso del aceite de higuera como una alternativa viable para el control de

B. tabaci, con el beneficio adicional de aprovechar una planta invasiva para un propósito agrícola útil.

ANOVA de un solo factor: MORTALIDAD vs. TRATAMIENTOS

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	3	215.333	71.7778	430.67	0
Error	8	1.333	0.1667		
Total	11	216.667			

Desv.Est. agrupada = 0.408248

Tabla 3. ANOVA de un solo factor: MORTALIDAD vs. TRATAMIENTOS.

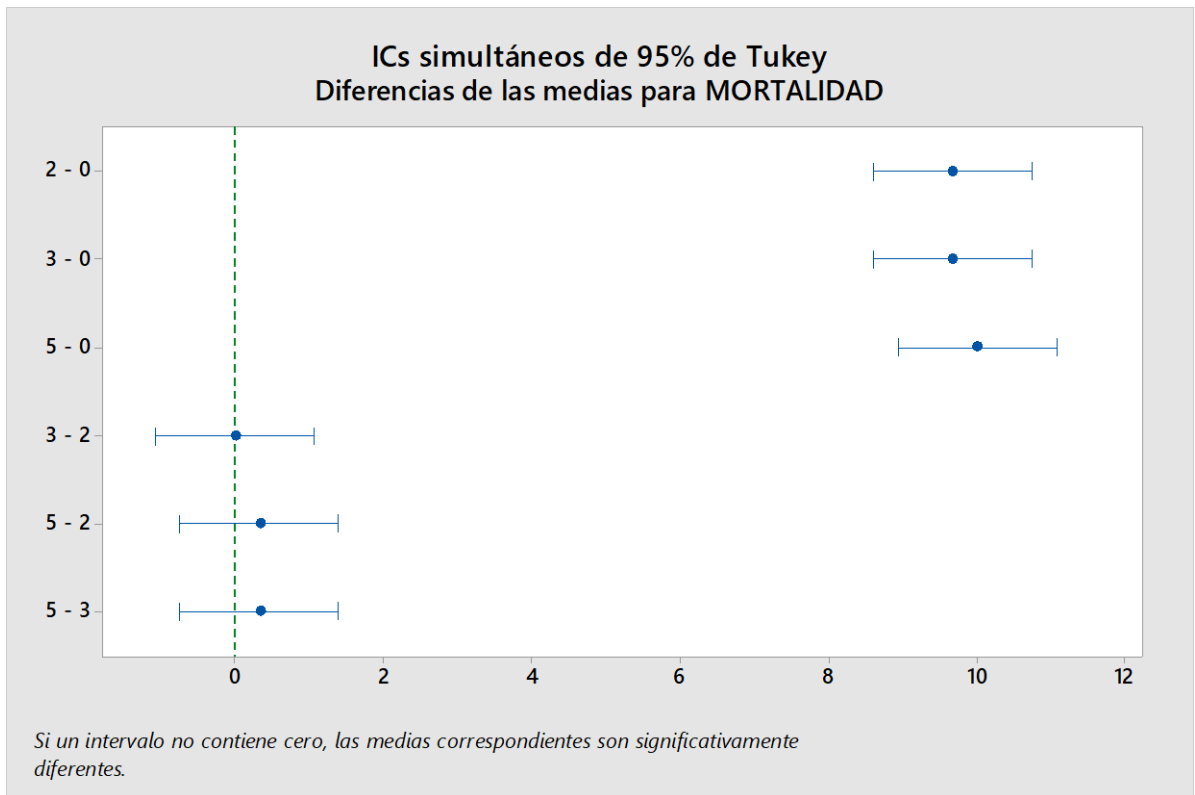
Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación
5	3	10	A
3	3	9.667	A
2	3	9.667	A
0	3	0	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

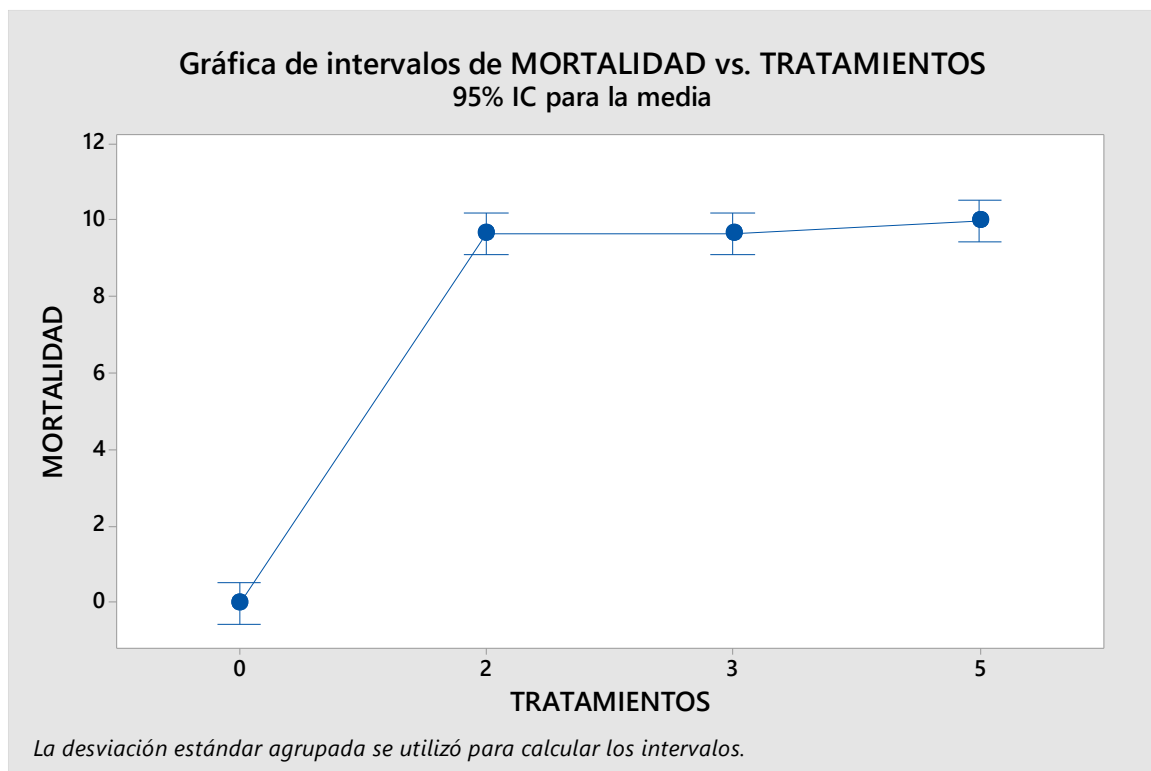
Tabla 4. Comparaciones en parejas de Tukey.



Grafica 1. Diferencias de las medias para la mortalidad entre pares de tratamientos con intervalos de confianza del 95%.

Interpretación de Grafica 1

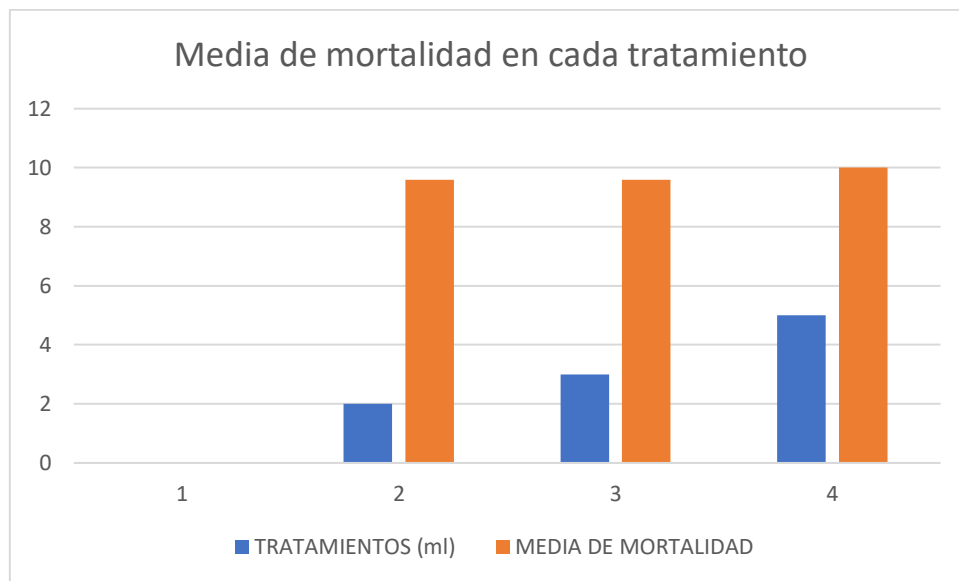
Se observa que los tratamientos 2ml, 3ml y 5ml tienen diferencias significativas respecto al tratamiento 0 ml (control), ya que los intervalos no incluyen el valor cero. Entre los tratamientos con aceite (2ml, 3ml y 5ml), los intervalos se superponen, lo que confirma que no hay diferencias significativas entre ellos.



Grafica 2. Gráfica de intervalos de MORTALIDAD vs. TRATAMIENTOS

Interpretación de la Grafica 2

Esta gráfica representa la media de mortalidad en cada tratamiento, con barras de error (intervalos de confianza del 95%). La mortalidad en el tratamiento de 0ml es cero, confirmando que sin aceite de higuerilla no hay efecto insecticida. Se observa un aumento drástico en la mortalidad a partir una dosis de 2ml, que se mantiene estable en las dosis de 3 ml y 5 ml. Las barras de error indican que los valores de mortalidad en los tratamientos con aceite de higuerilla son estadísticamente similares, lo que concuerda con los resultados de Tukey.



Grafica 3. Interpretación de medias de mortalidad en cada tratamiento.

Interpretación de la Grafica 3

La mortalidad en el tratamiento de 0ml es cero, confirmando que sin aceite de higuierilla no hay efecto insecticida. Se observa un aumento drástico en la mortalidad a partir una dosis de 2ml, que se mantiene estable en las dosis de 3 ml y 5 ml.

8. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos que el aceite de higuera (*Ricinus communis*) es una alternativa viable y eficaz para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), una de las plagas más perjudiciales para los cultivos agrícolas. Los resultados obtenidos indican que las dosis de 2 ml, 3 ml y 5 ml presentan un efecto insecticida similar, con una mortalidad significativamente mayor en comparación con el grupo control. El hecho de que no existan diferencias significativas entre estas tres dosis sugiere que una dosis de 2 ml es suficiente para lograr un control efectivo de la plaga, reduciendo así costos de aplicación y minimizando el impacto ambiental. Además, este estudio resalta el potencial de aprovechamiento de la higuera, una planta considerada invasiva en muchas regiones. Su uso como insecticida no solo ayudaría en el control de plagas agrícolas, sino que también podría convertirse en un recurso de valor ecológico y económico, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles.

9. REFERENCIAS

- Adepap. (s.f.). Obtenido de Los métodos químicos para el control de plagas:
<https://adepap.cat/es/metodos-quimicos-control-de-plagas/>
- Agroproductores. (s.f.). Obtenido de Mosquita blanca (Aleyrodidae):
<https://hablemosdeinsectos.com/mosca-blanca/>
- Aguilera Sammaritano, J. A. (20 de Diciembre de 2016). *bibliotecadigital*. Obtenido de Control microbiano de Bemisia tabaci (mosca blanca) mediante el uso de hongos entomopatógenos:
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6126_AguileraSammaritano.pdf
- Altiara. (19 de junio de 2023). Obtenido de Insecticidas orgánicos y biorracionales, una clave sostenible para el control de plagas agrícolas.:
<https://www.altiara.mx/insecticidas-organicos-y-biorracionales-una-clave-sostenible-para-el-control-de-plagas-agricolas/>
- Asela M. del Puerto Rodríguez, S. S. (2014). *redalyc*. Obtenido de Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud :
<https://www.redalyc.org/pdf/2232/223240764010.pdf>
- Camacho, S. A. (marzo de 2017). Cca. Obtenido de Estrategias biorracionales para controlar mosca blanca virosis y su impacto en la producción de calabaza Grey Zucchini:
<https://cca.uas.edu.mx/images/posgrado/TesisDCA/COHORTE%202012-2016/FA/TESIS%20DCA-F%C3%89LIX%20CAMACHO.pdf>
- DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL . (2020). Obtenido de Mosquita blanca Bemisia tabaci Gennadius :
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf
- Elías Hernández-Castro, A. M.-O.-R.-M.-S.-D.-D. (31 de Marzo de 2022). *Acta Agrícola y Pecuaria* . Obtenido de EFICACIA DE COMPUESTOS BOTÁNICOS Y CONVENCIONALES PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA, Bemisia tabaci GENN. (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN CALABACITA EN EL CENTRO-SUR DE MÉXICO:
<https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/460>
- Emmanuel Rodríguez-Palma, A. A.-G.-S. (2017). *acaentmex*. Obtenido de EFECTOS DEL EXTRACTO VEGETAL DE HIGUERILLA (Ricinus communis L., 1753) SOBRE LARVAS DEL DEPREDADOR NATURAL Chrysoperla carnea Stephens (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) :
https://acaentmex.org/entomologia/revista/2017/AGRO/Em1152017_73-78.pdf

- Finkeros. (14 de septiembre de 2012). *abc.finkeros*. Obtenido de El cultivo de higuierilla: <http://abc.finkeros.com/cultivo-de-higuierilla/#:~:text=Prospera%20bien%20en%20suelos%20de%20mediana%200o%20alta,5%2C5%20%28%C3%B3ptimo%206-7%29%2C%20aunque%20no%20soporta%20la%20alcalinidad.>
- gob.* (s.f.). Obtenido de Higuierilla, planta convertida en aceite: <https://www.gob.mx/firco/articulos/higuierilla-planta-convertida-en-aceite?idiom=es>
- Gob.* (2016). Obtenido de Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Ricinus communis* L. : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221074/Ricinus_communis_final.pdf
- Guevara. (25 de Junio de 2015). *Ecorfan*. Obtenido de Efecto bioinsecticida de extracto etanólico de higuierilla (*Ricinius communis* L) y lantana (*Lantana camara* L) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate : https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol2num3/Ciencias%20Naturales%20y%20Agropecuarias%20Vol%202%20Num%203%20Final_12.pdf
- inecol.* (2024). Obtenido de Higuierilla-*Ricinus communis*: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/37-planta-del-mes/1468-higuierilla>
- Isman, M. B. (2006). *National Library of Medicine*. Obtenido de Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16332203/>
- Jiménez Martínez Edgardo, C. A. (13 de Diciembre de 2011). *La calera*. Obtenido de MANEJO DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius.) Y GEMINIVIRUS EN SEMILLEROS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.) BAJO PROTECCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN: <https://repositorio.una.edu.ni/2361/1/pph10j61m.pdf>
- Judith Roldán Rodríguez, R. M. (2015). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*. . Obtenido de Efecto repelente del aceite del endospermo de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) en *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae), bajo condiciones experimentales : <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/download/880/809/2219>
- koppert.* (2024). Obtenido de Mosca blanca: <https://www.koppert.mx/plagas-en-plantas/moscas-blancas/mosca-blanca/#ciclo-de-vida>

- Laura Ortega, V. E. (Enero de 2020). *researchgate*. Obtenido de Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en México, estatus, especies, distribución e importancia:
https://www.researchgate.net/publication/338390671_Moscas_blancas_Hemiptera_Aleyrodidae_en_Mexico_estatus_especies_distribucion_e_importancia
- M, E. J. (Abril de 2009). *cenida*. Obtenido de Métodos de Control de Plagas:
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Marcelo Collavino, A. P. (2006). *redalyc*. Obtenido de ACTIVIDAD INSECTICIDA DE RICINUS COMMUNIS L. SOBRE PLODIA INTERPUNCTELLA HBN. (LEPIDOPTERA: PHYCITINAE):
<https://www.redalyc.org/pdf/3828/382838552003.pdf>
- MARÍA ELENA CUÉLLAR, F. J. (Junio de 2006). *scielo*. Obtenido de La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (Phaseolus vulgaris L.):
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882006000100001
- María Félix Cornejo Martínez, O. E. (Noviembre de 2012). *cimav*. Obtenido de Caracterización de aceite de higuierilla (Ricinus communis) de dos variedades silvestres para la producción de biodiesel en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo :
<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/795/1/Mar%C3%ADa%20F%C3%A9lix%20Cornejo%20Mart%C3%ADnez%2C%20Obdulia%20Estrada%20Urbano%20Maestr%C3%ADa%20en%20Energ%C3%ADas%20Renovables.pdf>
- María Martínez, O. E. (Noviembre de 2012). *cimav*. Obtenido de Caracterización de aceite de higuierilla (Ricinus communis) de dos variedades silvestres para la producción de biodiesel en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo:
<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/795/1/Mar%C3%ADa%20F%C3%A9lix%20Cornejo%20Mart%C3%ADnez%2C%20Obdulia%20Estrada%20Urbano%20Maestr%C3%ADa%20en%20Energ%C3%ADas%20Renovables.pdf>
- Martel, G. R. (25 de Mayo de 2022). *ciencialatina*. Obtenido de Actividad antifúngica del extracto acuoso de la semilla de higuierilla (ricinus communis) en tres tipos de insectos (polillas, hormigas y pulgas):
<https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2421/3578>
- Montero, L. R. (Septiembre de 2020). *scielo*. Obtenido de Determinación de la actividad biocida de extractos vegetales para el combate de la mosca blanca Bemisia tabaci (Hemíptera: Aleyrodidae):

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822020000300117

- ORELLANA, J. A. (2018). *repositorio*. Obtenido de "EVALUACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE Brassica carinata Braun, Nicotiana glauca Graham Y Ricinus communis L. EN NEMÁTODOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS": <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29140/1/Tesis-219%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20617.pdf>
- Pescorán, C. (18 de Noviembre de 2013). *Sagasteguiana*. Obtenido de EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE SEMILLAS DE Ricinus communis L. SOBRE ADULTOS DE Bemisia tabaci GENN., EN CONDICIONES DE LABORATORIO: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/1769>
- R. Machado, J. S. (04 de Octubre de 2012). *Redalyc*. Obtenido de Caracterización morfológica y agroproductiva de procedencias: <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269125514004.pdf>
- Recuperación Agrícola*. (Diciembre de 2019). Obtenido de Uso, ventajas y desventajas de plaguicidas y abonos orgánicos o tradicionales: <https://prsciencetrust.org/wp-content/uploads/2019/12/Uso-Fertilizantes-Org%C3%A1nicos-y-Control-de-Plagas.pdf>
- RicinoMex*. (2020). Obtenido de Fertilizante organico la torta de higuierilla o afrecho: <https://www.ricinomex.com.mx/fertilizante-organico/>
- Strinati, M. (16 de marzo de 2023). *Great Italian Food Trade*. Obtenido de Plaguicidas utilizados en convencional y bio. Comparación de toxicidad: <https://www.greatitalianfoodtrade.it/es/sicurezza/pesticidi-impiegati-nel-convenzionale-e-nel-bio-tossicita-a-confronto/>
- Tomás, S. H. (2015). *Acaentmex*. Obtenido de EVALUACIÓN DE TRES EXTRACTOS VEGETALES EN LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA EN EL CULTIVO ORGÁNICO DE JITOMATE EN INVERNADERO: <https://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2015/EA/PAG%20%20371-375.pdf>
- Tounou Agbéko Kodjo, M. G. (Enero de 2011). *Elewa*. Obtenido de Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of Ricinus communis L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions : <https://m.elewa.org/JABS/2011/43/3.pdf>
- Urbina, A. (Septiembre de 2023). *Cambiagro*. Obtenido de Mosca blanca: ciclo de vida, daños y control en hortalizas: <https://blog.cambiagro.com/2023/09/16/mosca-blanca-ciclo-de-vida-danos-y-control-en-hortalizas/>

Ustarnan, A. s. (s.f.). *Bdigital.zamorano*. Obtenido de Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum*).: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/31f530aa-bc2e-4450-868f-5ad660d4abdb/content>

10. ANEXOS



Figura 31. Pipeta con mosca blanca (*Bemisia tabaci*).



Figura 32. Extracción de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)



Figura 33. Después de 24 horas de aplicación del aceite.



Figura 34. Revisión de frutos.



Figura 35. Conteo de frutos de inflorescencia en promedio de 77 frutos.



Figura 36. Medición de inflorescencia de planta de higuera de 44cm de largo.



Figura 37. Limpieza de la inflorescencia para secado de frutos.