

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



**TEMA: DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS
INJERTADAS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO
INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Kevin Andrés Reyes Enríquez

DIRECTOR:

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.

Ibarra, Diciembre 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS INJERTADAS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.
DIRECTOR

FIRMA

Ing. Julia Prado, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1050266905		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Reyes Enríquez Kevin Andrés		
DIRECCIÓN:	Luis Dávila Pérez y Ricardo Sánchez		
EMAIL:	kareyese@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0983039030

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS INJERTADAS DE TOMATE RIÑON (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) BAJO INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA
AUTOR:	Kevin Andrés Reyes Enríquez
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	04/12/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de diciembre de 2025.

EL AUTOR:

.....
Kevin Andrés Reyes Enríquez

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Kevin Andrés Reyes Enríquez, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 4 días del mes de diciembre de 2025.

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 4 días del mes de diciembre del 2025.

Nombres y Apellidos: DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS INJERTADAS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 4 días del mes de diciembre del 2025, con 83 páginas.

DIRECTOR (A): Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar las plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en invernadero en Chaltura, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Analizar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de tomate riñón en invernadero.
- Determinar la dinámica poblacional de artrópodos plaga y enemigos naturales encontradas en el cultivo de tomate riñón.
- Proponer estrategias para el manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón en invernadero.

.....
Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.

Directora de Trabajo de Grado

.....
Kevin Andrés Reyes Enríquez

Autor

AGRADECIMIENTO

El presente estudio es el resultado del esfuerzo conjunto de todos quienes conformamos este grupo de trabajo. Por ello, deseo expresar mi profundo agradecimiento a mis docentes por su guía, su interés constante y la disposición con la que atendieron cada una de mis dudas durante el desarrollo de este trabajo de grado. Extiendo también mi gratitud a la Finca El Diamante, por facilitar sus instalaciones y hacer posible la ejecución de esta investigación. De manera especial, agradezco a mi director y a mi asesora de tesis por su tiempo, sus conocimientos y por acompañarme con paciencia y compromiso a lo largo de todo este proceso.

A mis padres y a mi hermano, quiero decirles que este logro también es suyo. Gracias por su apoyo incondicional, por brindarme una educación de calidad y por sembrar en mí valores que hoy dan fruto. Madre, hoy quiero decirte que puedes descansar con la satisfacción del deber cumplido. Gracias por levantarte cada mañana y salir a trabajar con el único propósito de brindarme un mejor futuro. Gracias por enseñarme el camino correcto y demostrarme que con disciplina y perseverancia los sueños se alcanzan.

Finalmente, quiero agradecer a alguien muy especial en mi vida, quien fue mi confidente a lo largo de toda esta travesía universitaria. A ti, Jennifer Alejandra, gracias por conocerme como nadie, por estar a mi lado en los días más difíciles, por motivarme a continuar, a ser mejor y a no rendirme jamás. Gracias por ser mi compañera y mi apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A mi madre, por su amor inagotable, por enseñarme con su ejemplo que la disciplina y el sacrificio son la ruta hacia los sueños. Gracias por tus desvelos, por tu fortaleza diaria y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también es tuyo.

A mi padre, por brindarme su apoyo silencioso pero constante, por enseñarme a ser responsable, perseverante y a no rendirme ante las dificultades. Gracias por cuidar de mí y aunque te encuentres lejos, gracias por mostrarme tu preocupación por mí.

A mi hermano, compañero de vida y ejemplo de superación. Gracias por tu apoyo sincero, por tus palabras de ánimo y por recordarme que siempre cuento contigo. Este triunfo también es fruto de nuestra historia compartida.

Y a ti, Jennifer Alejandra, gracias por ser mi refugio y mi fuerza en los momentos más difíciles. Por tu paciencia, amor, motivación y fe en mí incluso cuando el camino parecía incierto. Gracias por caminar conmigo, por impulsarme a ser mejor y por no soltar mi mano. Este momento y este logro te lo dedico, es nuestro triunfo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	XII
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	6
2.1.1. Importancia del cultivo de tomate riñón	6
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	7
2.1.4 Descripción botánica.....	8
2.1.5 Fenología del tomate riñón	9
2.1.6 Labores culturales	10
2.2 Principales plagas y enfermedades	11
2.2.1 Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	11
2.2.2 Trips (<i>Franklinella occidentalis</i>).....	12
2.2.3 Minador de la hoja (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	13
2.2.4 Cogollero del tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	14
2.2.5 Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	15
2.2.6 Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>).....	16
2.3 Monitoreo de plagas y enfermedades	16
2.3.1 Monitoreo directo e indirecto.....	17
2.4 Clasificación de métodos de control de plagas y enfermedades.....	17
2.4.1 Control mecánico	17

2.4.2 Control cultural	17
2.4.3 Control químico	17
2.4.4 Control biológico	18
2.5. MARCO LEGAL.....	18
CAPITULO III.....	20
MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Caracterización del área de estudio.....	20
3.1.1 Ubicación geográfica	20
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas	21
3.3 Métodos.....	21
3.3.1 Población y muestra.....	22
3.3.2 Unidad muestral	22
3.3.3 Análisis estadístico.....	22
3.4. Variables evaluadas	22
3.5 Propuesta de manejo integrado de plagas	25
3.6 Manejo específico del experimento	26
3.6.1 Establecimiento del área de estudio	26
3.6.2 Identificación de naves	26
3.6.3 Identificación de plantas	26
3.6.4 Manejo de trampas amarillas	26
3.6.5 Evaluación de trampas amarillas	27
3.6.6 Manejo de trampas de feromonas	27
CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.1 Temperatura de naves 1 y 3	28
4.1.2 Humedad relativa de naves 1 y 3	29
4.2 Monitoreo directo.....	30
4.2.1 Incidencia de artrópodos plaga en hojas	30
4.2.2 Severidad de artrópodos plaga en hojas.....	32
4.2.3 Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca	33
4.2.4 Incidencia de enfermedades en hojas.....	35
4.2.5 Severidad de enfermedades en hojas	36
4.2.6 Incidencia de enfermedades en flores de tomate riñón.....	37

4.2.7 Severidad de enfermedades en flores de tomate riñón.....	38
4.2.8 Incidencia de enfermedades en fruto	38
4.2.9 Severidad de enfermedades en fruto	40
4.2.10 Incidencia de enfermedades en tallo.	41
4.2.11 Calidad de fruto.....	44
4.3 Monitoreo indirecto	47
4.3.1 Trampas cromáticas nave uno.....	48
4.3.2 Trampas cromáticas nave tres	50
4.3.3 Trampas de feromonas	52
4.4 Técnicas para el manejo integrado de plagas.....	54
4.4.1 Diagnostico y monitoreo.....	54
4.4.2 Control cultural	56
4.4.3 Control biológico	57
4.4.4 Control químico	58
4.4.5 Control orgánico	59
5.1 CONCLUSIONES	61
5.2 RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad de tomate riñón pietro	6
Figura 2. Adultos de mosca blanca en plantas de tomate	11
Figura 3. Estados de desarrollo de trips.....	12
Figura 4. Minador de la hoja.....	13
Figura 5. Estado adulto de tuta absoluta	14
Figura 6. Tizón tardío en hojas de tomate riñón	15
Figura 7. Moho gris en frutos de tomate riñón	16
Figura 8. Ubicación de la finca “El Diamante”	21
Figura 9. Colocación de trampas cromáticas	25
Figura 10. Distribución de naves	26
Figura 11. Distribución de trampas dentro de una nave	27
Figura 12. Conteo de insectos en estereoscopio	27
Figura 13. Temperatura – Nave 1	28
Figura 14. Temperatura – Nave 3	29
Figura 15. Humedad relativa – Nave 1	29
Figura 16. Humedad relativa – Nave 3	30
Figura 17. Incidencia de plagas en hojas – nave 1	31
Figura 18. Incidencia de plagas en hojas – nave 3.....	31
Figura 19. Severidad de plagas en hojas – nave 1	32
Figura 20. Severidad de plagas en hojas – nave 3	33
Figura 21. Ninfas de mosca blanca	34
Figura 22. Incidencia de tizón tardío en hojas	36
Figura 23. Severidad de tizón tardío en hoja	37
Figura 24. Incidencia de botrytis en flores.....	37
Figura 25. Severidad de botrytis en flores	38
Figura 26. Incidencia en frutos – nave 1	39
Figura 27. Incidencia en frutos – nave 3.....	39
Figura 28. Severidad en frutos – nave 1	40
Figura 29. Severidad en frutos – nave 3	41
Figura 30. Incidencia en tallos – nave 1	41
Figura 31. Incidencia en tallos – nave 3	42
Figura 32. Pérdidas en cosecha.....	44
Figura 33. Pérdidas en cosecha por artrópodos plaga.....	45
Figura 34. Pérdidas en cosecha por hongos	45
Figura 35. Pérdidas en cosecha por manipulación.....	46
Figura 36. Insectos plaga encontrados	47
Figura 37. Insectos benéficos encontrados	47
Figura 38. Número de insectos plaga orden díptera, hemíptera, thysanoptera – nave 1	49
Figura 39. Número de insectos plaga orden hemíptera, díptera, lepidóptera – nave 1	49
Figura 40. Número de insectos benéficos – nave 1	50
Figura 41. Número de insectos plaga orden díptera, hemíptera, thysanoptera – nave 3	51
Figura 42. Número de insectos plaga orden hemíptera, díptera, lepidóptera – nave 3.....	51

Figura 43. Número de insectos benéficos – nave 3	52
Figura 44. Número de adultos de T. absoluta	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	7
Tabla 2. Distribución espacial de finca “El Diamante”	20
Tabla 3. Materiales, equipos y herramientas usados para el monitoreo	21
Tabla 4. Enemigos naturales para el control de plagas en tomate	58
Tabla 5. Productos químicos para el control de plagas en tomate	59

**DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTAS INJERTADAS
DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO EN
CHALTURA-IMBABURA**

Autor: Kevin Andrés Reyes Enríquez

Universidad Técnica del Norte

Correo: kareyese@utn.edu.ec

RESUMEN

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) constituye una de las hortalizas más relevantes para la agricultura ecuatoriana, tanto por su valor económico y elevado consumo. Su cultivo en condiciones de invernadero permite optimizar el control ambiental y mejorar la eficiencia productiva. No obstante, si no se aplica un manejo fitosanitario adecuado, estas condiciones también pueden favorecer la proliferación de plagas y enfermedades, provocando pérdidas de hasta el 88 % en rendimiento y calidad del fruto. El objetivo de esta investigación fue evaluar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades en plantas de tomate riñón injertadas sobre un patrón y realizar el monitoreo de la temperatura y humedad relativa dentro de un invernadero en Chaltura, Imbabura. Se aplicó una metodología descriptiva mediante el monitoreo directo e indirecto durante un período de cuatro meses, así como la utilización de 4 sensores de temperatura y humedad internos y un sensor externo. Los resultados evidenciaron una alta presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y enrollador de hoja (*Platynota flavedana*), con incidencias superiores al 90 %, bajo condiciones promedio de temperatura y humedad relativa de 20 °C y 83 %, respectivamente. En cuanto a enfermedades, el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) fue el más prevalente en hojas, con una incidencia del 97 % y severidad del 39 %. Se concluye que el monitoreo continuo del microclima, plagas y enfermedades es crucial para la toma de decisiones oportunas dentro de un enfoque de manejo integrado de plagas.

Palabras claves: Monitoreo directo e indirecto, microclima en invernaderos, agricultura protegida, fitopatología, vigilancia fitosanitaria.

ABSTRACT

The kidney tomato (*Solanum lycopersicum L.*) is one of the most important vegetables for Ecuadorian agriculture, both due to its economic value and high consumption. Growing it in greenhouse conditions allows for optimized environmental control and improved production efficiency. However, if proper phytosanitary management is not applied, these conditions can also favor the proliferation of pests and diseases, causing losses of up to 88% in fruit yield and quality. The objective of this research was to evaluate the incidence and severity of pests and diseases in kidney tomato plants grafted onto a rootstock and to monitor temperature and relative humidity inside a greenhouse in Chaltura, Imbabura. A descriptive methodology was applied through direct and indirect monitoring over a four-month period, as well as the use of four internal temperature and humidity sensors and one external sensor. The results showed a high presence of leaf miner (*Liriomyza huidobrensis*) and leaf roller (*Platynota flavedana*), with incidences above 90%, under average temperature and relative humidity conditions of 20°C and 83%, respectively. Regarding diseases, late blight (*Phytophthora infestans*) was the most prevalent in leaves, with an incidence of 97% and a severity of 39%, associated with average temperatures of 22°C and a relative humidity of 82%. It is concluded that continuous monitoring of the microclimate, pests, and diseases is crucial for timely decision-making within an integrated pest management approach.

Keywords: Direct and indirect monitoring, greenhouse microclimate, protected agriculture, phytopathology, phytosanitary surveillance.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

A nivel mundial China se posicionó como el principal productor de tomate riñón en el 2023, alcanzando un total de 70 119 693.64 toneladas (t), en segundo lugar, está la India con 20 425 000 t, seguido por Turquía con 13 300 000 t, Estados Unidos con 12 370 057 t, Egipto con 6 211 015.96 t, Italia con 6 016 050 t, México con 4 394 806.98 t, Brasil con 4 166 017 t, España con 3 968 460 t y finalmente Nigeria con 3 803 598.23 t (FAOSTAT, 2024).

Por otro lado, en Ecuador el boletín situacional del tomate riñón emitido por el Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador [SIPA] (2023), indica que la producción de tomate tiene un comportamiento negativo, pasando de 52 mil toneladas producidas en el 2023 a 40 mil toneladas producidas en el 2024.

Según Ortega et al. (2022) en Ecuador la producción de tomate riñón en invernaderos es de relevancia significativa, especialmente en la región central de la Sierra. De igual manera, Varela (2019) reporta que en Pimampiro la cosecha de tomate riñón alcanza las 8 018.37 t año⁻¹, constituyendo el 34% del total provincial en Imbabura. Esto refleja una productividad anual de 51.74 t ha⁻¹ en invernaderos, mientras que en cultivos de campo abierto la productividad es de 48.83 t ha⁻¹.

El tomate puede cultivarse durante todo el año, sin embargo, es importante considerar que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas. Por lo cual es imprescindible la adopción de nuevas tecnologías como el cultivo en invernadero, el uso de mallas plásticas que intercepten más del 50 % la luz del sol y mejorar el sistema de riego, para obtener buenos resultados. La selección de variedades debe ir acompañada de la compra de semillas fiables y de buena calidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2013a).

De acuerdo con el SIPA (2023), en Ecuador se destinan aproximadamente 1 417 hectáreas al cultivo de tomate riñón, siendo Cotopaxi la provincia de mayor extensión dedicada a este cultivo con 322 hectáreas, le siguen las provincias de Chimborazo con 217 hectáreas e Imbabura con 180 hectáreas.

En este contexto, se reporta que entre los años 2016 y 2023, la superficie agrícola bajo cobertura plástica en la provincia de Imbabura evidenció un crecimiento notable, pasando de 482.42 ha distribuidas en 1643 invernaderos a 527.03 ha en 1958 estructuras, lo que representa un

incremento del 19.17% en el número de invernaderos. Este crecimiento se concentra principalmente en los cantones de Cotacachi, Otavalo, Antonio Ante y Pimampiro, donde se registra la mayor densidad de unidades productivas (Albuja et al.,2025).

Por otro lado, las plagas que mayormente se encuentra presentes el cultivo de tomate son: el gusano trozador (*Agrotis sp.*), pulgón (*Aphis sp.*), ácaros (*Aculops lycopersici.*), mosca blanca (*Trialeudores vaporariorum*) y minador de hoja (*Liriomiza spp.*). Estas plagas causan daños a: raíces, yemas florales, brotes jóvenes, hojas o toda la planta, afectando negativamente la productividad y la calidad del fruto. Además, es susceptible a enfermedades que pueden perturbar su crecimiento, acortar el tiempo de producción y afectar la calidad de los frutos como tizón tardío (*Phytophthora infestans.*), cenicilla (*Oidium sp.*), botritis (*Botrytis cinérea.*) (López, 2023).

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) tiene un enfoque estratégico que emplea una variedad de métodos para controlar eficazmente las plagas y enfermedades presentes en el cultivo. El componente esencial de este enfoque es el monitoreo, que se puede realizar de manera directa o indirecta. El monitoreo directo implica la observación y el registro de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo, mientras que el monitoreo indirecto muestra la población de insectos. Ambos tipos de monitoreo son fundamentales para mantener un registro detallado de la población de plagas y para evaluar el estado sanitario de los cultivos (Miller, 2015).

Se han realizado estudios sobre el tomate riñón en los que el monitoreo ha sido fundamental para abordar problemas críticos. Según el estudio de Batuman et al. (2020), se determinó la población de trips (*Frankliniella occidentalis*) mediante el monitoreo en las flores del tomate y el uso de tarjetas adhesivas amarillas, las cuales registraron un promedio de 490 trips por tarjeta al mes. Además, se evaluó la incidencia del virus de la marchitez manchada del tomate (*TSWV*) en los invernaderos, utilizando plantas indicadoras y estudios de campo para detectar síntomas. Los resultados mostraron una incidencia del virus que fluctuó entre el 1 % y el 20 %, lo que permitió desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) aplicadas en tres etapas clave: antes de la siembra, durante el desarrollo de la planta y después de la cosecha.

De igual manera, un estudio del manejo integrado de tomate bajo invernadero implemento un monitoreo directo a través de un muestreo visual, el cual permitió conocer el número de mosca blanca bajo dos sistemas de producción agrícola. Los resultados revelaron que, en promedio, las plantas bajo manejo agroecológico albergaban 93 moscas por planta. En contraste, el

manejo con productos químicos presentaba un promedio significativamente menor, con solo 46 moscas por planta (Gómez & Morales, 2020).

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La globalización de la producción agrícola, la alta demanda y las estrategias de cultivo actuales han ocasionado un fuerte aumento del número de plagas y enfermedades que ingresan a nuevas regiones, reduciendo el rendimiento de las hortalizas y amenazando la vida útil de los productos después de la cosecha (PS Georgantopoulos, 2023). De acuerdo con Fu et al. (2023), en China el monocultivo de tomate riñón bajo invernadero ha traído graves consecuencias en la comunidad fúngica del suelo, causando un desequilibrio de hongos beneficiosos como la disminución de *Chaetomiaceae* y el aumento de hongos patógenos del suelo como *Fusarium* y *Cladosporium*.

En Ecuador, los productores de tomate bajo invernadero enfrentan importantes desafíos, entre ellos el manejo inadecuado del agua y la fertiirrigación, así como la presencia de enfermedades virales y plagas, como *Tuta absoluta* (Colimba et al., 2022).

De acuerdo con datos del 2023, se registró una disminución en el rendimiento de 4.16 t ha⁻¹ en comparación con el año 2021. El análisis de las causas de esta reducción identificó que el principal factor son las plagas y enfermedades, las cuales representan el 89%, seguido de las heladas con un 2% y otros factores con un 9% (SIPA, 2023). A su vez la parroquia San José de Chaltura presenta una vocación agrícola destacada que se ve favorecida por la presencia de suelos molisoles, altamente aptos para la agricultura intensiva (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San José de Chaltura, 2023).

A pesar de la importancia del tomate riñón en la parroquia San José de Chaltura, la información sobre la dinámica de plagas y enfermedades bajo condiciones de invernadero es limitada. No existen estudios actuales que permitan determinar la incidencia y severidad de esta problemática en la zona, lo cual dificulta la implementación de estrategias de manejo integrado. Además, la falta de monitoreos del microclima dentro de los invernaderos impide comprender su relación con la población de plagas y enfermedades que afectan al cultivo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La parroquia San José de Chaltura, con seis de sus nueve barrios dedicados al cultivo de tomate riñón bajo invernadero, constituye una zona con inclinación por este cultivo, favorecida por suelos fértiles tipo molisoles que permiten una producción intensiva, lo que muestra la necesidad de prácticas culturales adecuadas y un manejo sostenible del recurso suelo (Gobierno

Autónomo Descentralizado Parroquial de San José de Chaltura, 2023). Esta situación evidencia la importancia de fortalecer las estrategias de manejo fitosanitario, ya que la rentabilidad de los agricultores depende directamente de la productividad del cultivo.

En este sentido, el monitoreo se plantea como una herramienta clave para enfrentar esta situación, ya que permite conocer la densidad y dinámica poblacional de plagas y enfermedades, facilitando la toma de decisiones oportunas en el manejo integrado de plagas (MIP) y contribuyendo a la reducción de pérdidas (Peralta et al., 2022). Por lo cual, la detección temprana de enfermedades y el control eficaz de las plagas en el cultivo de tomate riñón son aspectos claves para mejorar tanto la calidad como el rendimiento de este producto (Hu et al., 2023).

Asimismo, investigaciones recientes destacan que el monitoreo, combinado con el uso de insecticidas biorracionales y estrategias de control integrado, logran disminuir la incidencia de patógenos como *Botrytis cinerea* y *Phytophthora infestans* en cultivos protegidos, reduciendo la frecuencia de aplicaciones agroquímicas y su impacto ambiental (Esquivel et al., 2022).

Por tanto, este estudio es fundamental para identificar la dinámica poblacional de plagas y enfermedades que afectan al tomate riñón en invernadero, cuantificando su densidad y distribución a lo largo del ciclo productivo en Chaltura. Los resultados obtenidos permitirán diseñar estrategias de manejo fitosanitario más eficientes y sostenibles, ajustadas a las condiciones agroecológicas de la zona, contribuyendo así a mejorar la productividad y la estabilidad económica de los productores locales.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar las plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en invernadero en Chaltura, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de tomate riñón en invernadero.
- Determinar la dinámica poblacional de artrópodos plaga y enemigos naturales encontradas en el cultivo de tomate riñón.
- Proponer estrategias para el manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón en invernadero.

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero?

¿Qué tipo de insectos benéficos se encuentran presentes en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero?

¿Qué estrategias se deberían aplicar como parte de un manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero?

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)

El tomate riñón es la segunda hortaliza más cultivada a nivel mundial, debido a su alto valor nutricional y su amplio uso en la gastronomía ecuatoriana. Este cultivo presenta una notable capacidad de adaptación a diversos tipos de clima según la variedad, desarrollándose adecuadamente en rangos de temperatura entre 12 °C y 30 °C, y con un mínimo de 6 horas diarias de luz, tanto en campo abierto como bajo invernadero (Pazmiño, 2020).

Figura 1

Variedad de tomate riñón pietro



2.1.1. Importancia del cultivo de tomate riñón

Desde el año 2000, la producción global de hortalizas ha experimentado un incremento del 71%, llegando a 1 170 millones de toneladas en 2022. Los tomates lideraron la producción con 186 millones de toneladas en ese año, seguidos por las cebollas (incluyendo chalotas) con 111 millones de toneladas, pepinos (incluyendo pepinillos) con 95 millones de toneladas, coles con 73 millones de toneladas y berenjenas con 59 millones de toneladas. A excepción de las coles, cuya producción se mantuvo constante, la producción de las cinco hortalizas más cultivadas a nivel mundial casi se duplicó entre 2000 y 2022 (FAO, 2023).

De acuerdo con el SIPA (2023), en Ecuador el tomate riñón es una hortaliza importante en la dieta de la población ecuatoriana que genera alrededor de 52 mil toneladas a escala nacional, por ende, es de interés económico para el país, a tal grado de representar el 0.5% al Valor Agregado Bruto Agropecuario (VAB). Además, la provincia de Imbabura es la de mayor rendimiento con 49.99 t ha⁻¹, le sigue la provincia de Cotopaxi (40.18 t ha⁻¹) y Chimborazo

(38.39 t ha⁻¹). Por lo cual es de gran importancia en la provincia conocer los fitopatógenos presentes en el cultivo, el cual permite generar un MIP que garantice mayor rentabilidad para los productores.

2.1.2 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) puede ser observada en la tabla 1.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tomate riñón (Solanum lycopersicum L.)

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	Lycopersicum

Nota. Información tomada de López (2017)

2.1.3 Requerimientos agroecológicos del cultivo

De acuerdo con Anguisaca (2022) para un buen desarrollo y producción del tomate riñón se necesitan los siguientes requerimientos agroecológicos:

2.1.3.1 Temperatura.

El cultivo crece de manera óptima con temperaturas diurnas que varían entre 20 °C y 30 °C, y nocturnas entre 10 °C y 17 °C. Cuando se excede los 30 °C, se observa una disminución en la formación de frutos y la fertilización de los óvulos, lo que afecta el desarrollo de los frutos y reduce el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate muestran un mejor desarrollo en un rango de temperatura de 18 °C a 24 °C.

2.1.3.2 Humedad.

La humedad relativa ideal para el cultivo se encuentra entre el 60% y el 80%. Cuando la humedad relativa es demasiado alta, puede promover el crecimiento de enfermedades aéreas,

causar la formación de grietas en los frutos y complicar la fecundación, ya que el polen puede compactarse y provocar el aborto de algunas flores. Por otro lado, una humedad relativa baja también puede ser problemática, ya que dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

2.1.3.3 Luminosidad.

Niveles bajos de luz pueden tener un impacto negativo en los procesos de floración, fecundación y crecimiento vegetativo de la planta. Durante las etapas críticas del ciclo vegetativo, la relación entre las temperaturas diurnas y nocturnas y la luz es de vital importancia.

2.1.3.4 Suelo.

La planta de tomate no tiene requisitos estrictos en términos de tipo de suelo, aunque necesita un buen drenaje. Prefiere suelos ligeros con una textura de sílice-arcilla y ricos en materia orgánica. Sin embargo, también puede crecer bien en suelos arcillosos que han sido enarenados. En términos de pH, los suelos pueden variar desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando se han enarenado. De todas las especies cultivadas en invernadero, la planta de tomate es la que mejor soporta las condiciones de salinidad tanto en el suelo como en el agua de riego.

2.1.4 Descripción botánica

2.1.4.1 Tallo.

Es de tipo herbáceo y puede presentar un patrón de crecimiento determinado o indeterminado, dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales. Su grosor varía entre 2 y 4 cm, lo que le proporciona una estructura firme. La superficie del tallo está recubierta pelos glandulares, los cuales cumplen funciones de protección (Anguisaca, 2022).

2.1.4.2 Hoja.

Son compuestas de tipo pinnado y están formadas por entre 7 y 9 folíolos. Cada folíolo es peciolado, lobulado y presenta bordes dentados. Además, toda la superficie foliar está cubierta por pelos glandulares, y las hojas se disponen de forma alterna a lo largo del tallo (Anguisaca, 2022).

2.1.4.3 Flor.

Las variedades de flores cultivadas se presentan en racimos simples o complejos, con un número de flores que varía entre 5 y 12. Cada flor está constituida por un conjunto de 5 a 8

sépalos, pétalos y estambres, además de un ovario que incluye entre 2 y 10 carpelos. Los estambres, unidos, forman una estructura cónica que envuelve al pistilo, liberando polen por una abertura longitudinal. Este polen es recibido por el estigma, donde germina y el tubo polínico se extiende hasta el ovario, alcanzando los óvulos para su fecundación y la posterior formación de semillas (Blancard, 2011).

2.1.4.4 Fruto.

Los tomates, descritos como bayas suculentas y delicadas, presentan una diversidad en sus características físicas, incluyendo tamaño, color y textura, que dependen de la variedad específica. Su forma y masa también varían, pudiendo ser desde muy ligeros hasta superar el kilogramo. Inicialmente de un tono verde que puede variar en intensidad, los tomates experimentan un cambio cromático al madurar, adoptando colores que van desde el crema hasta el marrón, y en ciertas variedades poco comunes, pueden aparecer con rayas (Blancard, 2011).

2.1.5 Fenología del tomate riñón

De acuerdo con López (2017), la fenología del tomate riñón se determina de la siguiente manera:

2.1.5.1 Establecimiento de plántula.

Es la etapa inicial en la cual la planta desarrolla sus partes aéreas, conocida comúnmente como el proceso de semillero.

2.1.5.2 Crecimiento vegetativo.

Este periodo abarca entre 40 a 45 días posteriores a la siembra en semillero, donde la planta continua su crecimiento continuo hasta las siguiente 4 semanas.

2.1.5.3 Floración y cuaje de fruto.

Es el periodo desde el inicio de la floración, es decir 20 o 40 días posteriores al trasplante. El cuaje se da cuando la flor es fecundada y comienza la transformación a fruto.

2.1.5.4 Inicio y desarrollo de la fruta.

La polinización para el cuaje del fruto se da lugar a través del viento y las abejas. En la etapa de desarrollo, el fruto se mantiene firme y no presenta rastros de la flor. La acumulación de materia seca y el crecimiento del fruto presentan un ritmo estable, hasta alcanzar 2 o 3 grados de maduración.

2.1.5.5 Maduración del fruto.

Esta etapa ocurre aproximadamente 80 días después del trasplante, dependiendo de la variedad, la nutrición y las condiciones climáticas. Por último, la cosecha continua se da hasta llegar de los 180 a 210 días después del trasplante.

2.1.6 Labores culturales

2.1.6.1 Deshierbe.

Las arvenses son plantas que pueden competir por luz, agua y nutrientes, además se ser hospedera de enfermedades e insectos plaga. Para el control de estas malezas se utiliza herramientas como el azadón, la motoguadaña o el machete. Durante la temporada lluviosa, estas labores se intensifican debido al crecimiento acelerado de las malezas en comparación con la época seca, por lo cual los agricultores optan por el uso de herbicidas selectivos o quemantes (López, 2017).

2.1.6.2 Poda.

La poda se llevó a cabo en la rama principal, eliminando las ramas secundarias. En este escenario, se retiraron las hojas viejas y los brotes para prevenir el crecimiento de nuevas ramas secundarias. Tras cada poda, se aplicó un fungicida para prevenir infecciones en las heridas causadas por la poda (Ortega et al., 2022).

Se lo realiza a los 15-20 días después del trasplante, cuando empiezan a aparecer los primeros tallos laterales. Estos se eliminarán, al igual que las hojas más antiguas, lo que mejorará la ventilación en la base de la planta y facilitará el aporcado. Además, esto ayuda a prevenir la infestación de insectos dañinos (López, 2017).

2.1.6.3 Tutorado.

Es una práctica esencial que consiste en dirigir la planta utilizando una cuerda, manteniéndola en posición vertical para prevenir que las hojas y los frutos toquen el suelo. Esto facilita las tareas agrícolas como la poda (mejorando la ventilación), el aporcado y la cosecha de frutos, lo que tiene un impacto positivo en la producción del cultivo (FAO, 2013a).

Se utiliza una cuerda colocada de forma horizontal entre los postes, comenzando a unos 60 cm de altura desde la base de la planta. A medida que la planta crece, se añaden nuevos hilos de cuerda que funcionan como soporte (López, 2017).

2.2 Principales plagas y enfermedades

2.2.1 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Características: Los adultos son diminutas moscas blancas de aproximadamente 1 mm de longitud, con hábitos alimenticios chupadores. Por lo general, se encuentran en la parte inferior o envés de las hojas superiores, donde depositan sus huevos y se alimentan de la savia (FAO, 2013a). Estudios realizados

Daños: El daño directo se manifiesta como debilitamiento de la planta, con síntomas como amarillamiento y marchitez debido al hábito alimenticio chupador del insecto. Por otro lado, el daño indirecto está relacionado con la reducción de la superficie fotosintética de las hojas. Esto ocurre debido al establecimiento y desarrollo de un complejo de hongos llamado fumagina. Las ninfas y adultos de las moscas blancas excretan una sustancia azucarada sobre las hojas inferiores, creando un microclima ideal para el crecimiento de este hongo. Sin embargo, el daño indirecto más significativo causado por las moscas blancas es su capacidad para transmitir enfermedades virales a las plantas (Figura 2) (FAO, 2013a).

Figura 2

Adultos de mosca blanca en plantas de tomate



Fuente: Torres, 2017.

Ciclo biológico: El desarrollo de ambas especies está influenciado por la temperatura, y su ciclo de vida tiene una duración aproximada de 28 a 30 días, En condiciones de invernadero, es posible obtener hasta 15 generaciones por año (FAO, 2013a).

Contexto local: La mosca blanca comenzó a causar problemas como plaga en cultivos de algodón, soya y tomate durante la época seca de 1993, en el valle del río Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. En la siguiente temporada seca, entre junio y diciembre de 1994, su

presencia aumentó notablemente tanto en esa zona como en áreas hortícolas de la provincia del Guayas. Para 1995, la plaga ya se había extendido hacia la región central de la costa ecuatoriana, afectando gravemente los cultivos de soya en la provincia de Los Ríos. Este avance muestra que la mosca blanca se ha propagado rápidamente en el país, desplazándose desde zonas semisecas como Manabí y Guayas hacia regiones más húmedas y tropicales como Los Ríos (Loaiza, 2022).

2.2.2 *Trips (Franklinella occidentalis)*

Características: El adulto es un insecto diminuto de forma alargada, con una longitud de 1,0 a 1,7 mm. Posee un aparato bucal chupador y su color varía entre amarillento y marrón. Las alas tienen una apariencia similar a las de las aves pumas (FAO, 2013a).

Daños: Los daños directos se manifiestan como pequeñas manchas irregulares en el haz y envés de las hojas, con coloración blanquecina a plateada y puntuaciones negras en su interior. El hábito alimenticio de raspado y succión debilita las plantas al vaciar el contenido celular, y la saliva tóxica puede deformar hojas, flores y frutos. Las hembras introducen su ovipositor en el tejido vegetal, creando puntos necróticos en los frutos. Los daños indirectos son aún más graves, ya que los pulgones pueden transmitir enfermedades virales como la peste negra o el virus del enrollamiento de la hoja del tomate (FAO, 2013a).

Ciclo biológico: La duración del ciclo depende de la temperatura y de la alimentación. En el caso del cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 9 a 12 días a 30 °C, mientras que aumenta a 35 a 39 días a 15 °C. La temperatura ideal para el desarrollo oscila entre 22 y 28 °C, mientras que la mínima se encuentra entre 10 y 12 °C. A temperaturas superiores a 35 °C, la mortalidad de las larvas aumenta significativamente, lo que reduce su capacidad de reproducción debido a una baja fecundidad (FAO, 2013a).

Figura 3

Estados de desarrollo de trips



Fuente: CESAVEG, 2017

Contexto local: El Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) indico a *Frankliniella occidentalis* como una de las principales plagas originarias de Ecuador. Esta especie es la que con mayor frecuencia se detecta en los puntos de ingreso al país, especialmente en cargamentos de rosas (Pujota, 2013).

2.2.3 Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

El minador es una plaga altamente perjudicial debido a su capacidad de alimentarse de diversas especies vegetales. Su comportamiento polífago lo convierte en una amenaza significativa para cultivos hortícolas, leguminosas y flores de verano, tanto en condiciones de campo abierto como en ambientes protegidos como invernaderos (Chang et al., 2020).

Daños: El daño causado por el estado larval se manifiesta al minar las nervaduras basales del limbo del folíolo (Figura 4). Las galerías que crean son rectilíneas y se encuentran cerca de la epidermis en el envés de los folíolos. Es un insecto es polífago, lo que significa que se alimenta y se reproduce en varios hospedantes, incluyendo el tomate, frejol, pimiento, repollo, berenjena y acelga (FAO, 2013a).

Ciclo biológico: está influenciada por la temperatura. En el caso del cultivo de tomate, el ciclo dura aproximadamente 22 días a 20 °C. Las hembras tienen una longevidad de 11 días a 18 °C, y su fecundidad es de 130 huevos por hembra a la misma temperatura (FAO, 2013a).

Figura 4

Minador de la hoja



Fuente: FAO, 2013a.

2.2.4 Cogollero del tomate (*Tuta absoluta*)

Aunque no se conoce realmente su zona de origen, se considera que esta especie, al igual que el tomate, es nativa del territorio limitado por Ecuador, la cordillera de los Andes, el norte de Chile y la costa del océano Pacífico. Desde allí, su presencia se ha expandido progresivamente a lo largo del continente sudamericano (Vercher & García, 2013).

Características: El adulto es una pequeña mariposa que mide entre 5 y 7 milímetros. Tiene alas de color marrón con pequeñas manchas y antenas largas y filiformes. Su ciclo de vida consta de los estados de huevo, larva (con cuatro estadios), pupa y adulto. Las hembras adultas pueden poner entre 40 y 50 huevos, principalmente en las hojas (73 %), tanto en el haz como en el envés. La larva penetra en los tejidos de la hoja, creando galerías (FAO, 2013a).

Daños: es una plaga que puede causar pérdidas significativas en el rendimiento comercial. Sus estados larvales son responsables de los daños, ya que tienen un hábito minador (Figura 5). La larva recién eclosionada penetra en el tejido foliar, creando galerías o minas traslúcidas al consumir la hoja. En etapas avanzadas del ciclo productivo, también pueden dañar los frutos, donde se pueden observar minas o galerías (FAO, 2013a).

Figura 5

Estado adulto de tuta absoluta



Fuente: Dr. Antonio Monserrat.

Ciclo biológico: está influenciada por la temperatura, a 15 °C el ciclo dura aproximadamente 63 días y a 25 °C la duración se reduce a unos 30 días. En esta última temperatura, el período de pre-oviposición es de 2 días, la etapa de huevo dura 4 días, las larvas se desarrollan durante 15 días y la pupa se forma en 8 días. En condiciones más cálidas, entre 25 y 40 °C, pueden producirse de 10 a 12 generaciones por año (FAO, 2013a).

2.2.5 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

El tizón tardío también conocido como lancha, es una de las principales enfermedades en la producción de tomate a nivel mundial. Este patógeno afecta gravemente las hojas, los tallos y los frutos, generando pérdidas significativas en los cultivos. Se le considera una de las enfermedades más relevantes del tomate, ya que se estima que causa entre el 10 % y el 15 % de reducción en la producción global cada año (Castillo, 2022).

Los síntomas inician como manchas grandes y húmedas con centros secos y pardos, en los tallos las lesiones generalmente comienzan en el punto de inserción de las ramas o en la base de los pecíolos de las hojas extendiéndose longitudinalmente. En casos avanzados, los frutos pueden cubrirse de micelio blanco (FAO, 2013a).

La propagación ocurre a través del agua, cuando las zoosporas ingresan por las aberturas estomáticas. Los síntomas suelen distribuirse en manchas asociadas a encharcamientos o drenaje deficiente. Las condiciones ideales para la infección incluyen temperaturas cercanas a los 20 °C y humedad relativa superior al 75 %. Las noches frías y los días cálidos favorecen el desarrollo de la enfermedad. Para la formación de esporangios, se requiere una humedad relativa del 91 al 100 % y una temperatura de 22 a 26 °C. Las condiciones secas y temperaturas elevadas (superiores a 30 °C) limitan su desarrollo (FAO, 2013a).

Figura 6

Tizón tardío en hojas de tomate riñón



2.2.6 *Moho gris (Botrytis cinerea)*

El hongo puede infectar en cualquier etapa de desarrollo, incluso durante el transporte y almacenamiento del fruto. Tiene una gran capacidad de dispersión y puede causar daños totales. Se considera una de las enfermedades importantes en invernaderos. En hojas, tallos y flores, produce tizones con un polvo grisáceo de color café en forma irregular y anillos concéntricos. En el fruto, aparecen manchas circulares con bordes blancos, a las que se les llama “fantasmas”. Posteriormente, ocurre una necrosis de color café-rojizo y se cubre con el polvo grisáceo. Para su desarrollo, el hongo requiere heridas, una temperatura fresca de 18 a 23°C y alta humedad relativa (>85%) (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato [CESAVEG], 2017).

Este hongo afecta a una gran variedad de cultivos, como pimiento, berenjena, lechuga y poroto. Puede persistir en el suelo y en los residuos de cultivo mediante estructuras como micelio, conidios y esclerocios. La enfermedad se dispersa principalmente por conidios, los cuales pueden trasladarse a través del agua de riego y también mediante corrientes de aire (FAO, 2013a).

Figura 7

Moho gris en frutos de tomate riñón



2.3 Monitoreo de plagas y enfermedades

El monitoreo evalúa la condición fitosanitaria del cultivo, analiza la dinámica poblacional de las plagas y verifica la eficacia de las estrategias de control implementadas. Esto permite decidir cuándo aplicar un tratamiento y seleccionar el ingrediente activo adecuado. Asimismo, ayudar a identificar la efectividad de los productos utilizados y ajustar las medidas de manejo de forma oportuna (Quilumbaquín, 2024).

2.3.1 Monitoreo directo e indirecto

El monitoreo directo consiste en revisar directamente las plantas y contar los individuos presentes de la plaga, incluyendo tanto adultos como estados inmaduros. Para ello, se examinan la planta donde suelen concentrarse tanto plagas como enfermedades. En el caso de plantas adultas, se sacude sobre una superficie blanca, lo que permite visualizar y contabilizar los insectos desprendidos (González, 2023).

Por otro lado, el monitoreo indirecto se lleva a cabo utilizando trampas adhesivas. Estas permiten identificar la presencia de insectos adultos en un periodo corto, como una semana, y detectar variaciones en la población respecto a semanas anteriores. Además, los datos obtenidos pueden ayudar a evaluar si existe una relación entre la cantidad de adultos capturados y la población de estados inmaduros presente en las plantas (González, 2023).

2.4 Clasificación de métodos de control de plagas y enfermedades

2.4.1 Control mecánico

Consiste en la recolección manual y eliminación de fuentes de inóculo para las plagas y enfermedades. El laboreo mecánico para el control de arvenses es fundamental, debido a que pueden actuar como hospedero de muchas plagas y enfermedades (Torres, 2017).

2.4.2 Control cultural

Se trata de las labores culturales que exige el cultivo que incluyen eliminar o destruir las malezas que actúan como hospederas para insectos plaga y algunas enfermedades, tanto dentro como fuera del invernadero. Adicional eliminar las primeras plantas que presenten síntomas de bacterias, fitoplasmas, nemátodos, virus y ácaros, ya que estas pueden ser una fuente de inóculo y contaminación (CESAVEG, 2017).

2.4.3 Control químico

El uso de productos químicos como control debe limitarse a situaciones donde sea realmente necesario y aplicarse únicamente en el ciclo de desarrollo de la enfermedad. Se recomienda priorizar el empleo de agroquímicos selectivos o biológicos que no afecten al entorno. En caso de utilizar productos con un amplio espectro de acción, es fundamental respetar las dosis mínimas indicadas por el fabricante, así como seguir cuidadosamente las instrucciones de la etiqueta respecto a los periodos de carencia, el efecto residual, el correcto reciclaje de los envases y las medidas de seguridad para quienes realizan la aplicación (Torres, 2017).

2.4.4 Control biológico

El control biológico de plagas y malas hierbas se basa en la acción de enemigos naturales para reducir su población. Estos enemigos pueden incluir depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus y nematodos. Es especialmente efectivo contra plagas importadas, ya que se introducen los enemigos naturales desde su lugar de origen. Actualmente, muchos de estos enemigos naturales se utilizan en formulaciones listas para aplicar. Algunos ejemplos incluyen: *Bacillus thuringiensis*, *Neumorea rileyi*, *Beauveria b.siana* y *Verticillium spp.* (Ávila, 2010).

2.5. MARCO LEGAL

La presente investigación se desarrolla de acuerdo con los lineamientos legales vigentes del Ecuador, encajando dentro del Plan Nacional de Desarrollo Ecuador “No Se Detiene” 2025-2029, bajo el Objetivo 5 del Eje Económico, Productivo y Empleo: fortalecer la producción con innovación tecnológica y prácticas sostenibles; y el Objetivo 6 del Eje Ambiente, Energía y Conectividad, que promueve el uso sostenible de los recursos naturales. En este contexto, el cultivo de tomate riñón bajo invernadero representa una herramienta clave para la adaptación climática, al permitir un mayor control de variables productivas y fitosanitarias, reduciendo así la dependencia del uso intensivo de insumos químicos. A través del diagnóstico fitosanitario que plantea la investigación, se genera información técnica que contribuye a mejorar el manejo integrado de plagas y enfermedades, alineándose con el uso de tecnologías limpias y eficientes, tal como lo nombra dichos objetivos.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030, esta investigación se relaciona principalmente con el ODS 2: Hambre Cero, ya que busca garantizar la seguridad alimentaria y fomentar una agricultura sostenible mediante el aumento de la productividad y la resiliencia de los sistemas agrícolas. Asimismo, el estudio se articula con el ODS 13: Acción por el Clima, al plantear el uso de invernaderos como estrategia de adaptación frente a la variabilidad climática, y con el ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres, al contribuir a la conservación de la salud del suelo y a la reducción del uso de agroquímicos contaminantes. El diagnóstico fitosanitario del cultivo de tomate riñón bajo condiciones de invernadero fortalece la sostenibilidad de la producción agrícola y se alinea con los ODS.

Asimismo, la constitución del Ecuador (2008), establece dentro de su artículo 395 que el Estado debe prevenir la contaminación ambiental y fomentar tecnologías limpias que ayuden a que conservar la biodiversidad. Este principio es parte de la investigación, la cual a través de un diagnóstico temprano de plagas y enfermedades puede evitar el uso excesivo o innecesario de agroquímicos. Por otra parte, el artículo 414 nos indica que el Estado ecuatoriano debe adoptar medidas frente al cambio climático que protegerá a la población de riesgos, lo que incluye implementar sistemas productivos más resilientes como el cultivo bajo invernadero, que garantiza alimentos para las familias ecuatorianas.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación tuvo lugar en la parroquia de San José de Chaltura, en el cantón de Antonio Ante. El clima de la zona varía con la altitud, en las áreas más altas de la parroquia, por encima de los 2200 m.s.n.m, se experimenta un clima templado. Sin embargo, en las regiones que se encuentran entre los 1920 m.s.n.m y los 2200 m.s.n.m, el clima es predominantemente cálido y seco. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante [GADM-AA], 2022). En la tabla (2) se expone las características del área de estudio de la finca “El Diamante”.

Tabla 2

Distribución espacial de finca “El Diamante”

Ubicación	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Altitud	2354 m.s.n.m.
Latitud Norte	0° 21' 47”
Longitud Oeste	78° 12' 23”

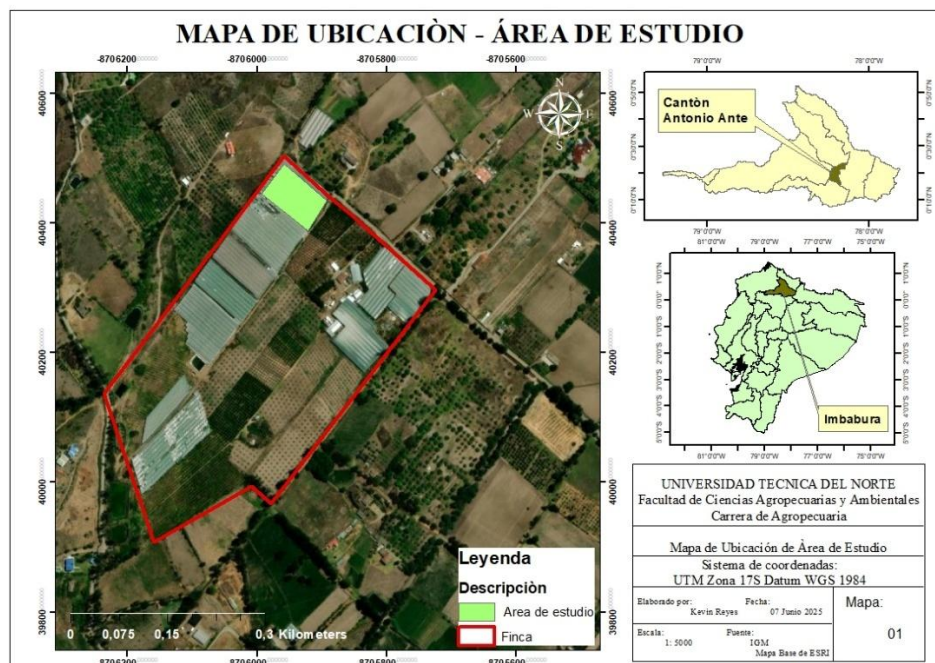
Fuente: Google Earth (2024).

3.1.1 Ubicación geográfica

Mapa de la finca donde se realizó la investigación (Figura 8).

Figura 8

Ubicación de la finca “El Diamante”



3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

En la siguiente tabla (3), se muestra los materiales, equipos y herramientas usados en la investigación:

Tabla 3

Materiales, equipos y herramientas usados para el monitoreo

Material físico	Material vegetal	Equipos y herramientas
Trampas cromáticas amarillas	Tomate riñón	Cámara fotográfica
Libreta de campo		Computador
Plástico film adherente		Estereoscopio
Trampas de feromonas		Lupa

3.3 Métodos

Este estudio se realizó con un enfoque cuantitativo utilizando el método descriptivo. Por lo tanto, se llevó a cabo una investigación en campo que permitió identificar las plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón, siguiendo protocolos de muestreo establecidos.

3.3.1 Población y muestra

La población corresponde a plantas de la variedad Pietro, que se encuentra en invernadero dividido en naves. Las plantas evaluadas fueron de 2464 plantas por nave donde se tomó una muestra de 35 plantas de cada nave, lo cual nos da un total de 70 plantas muestreadas cada semana.

3.3.2 Unidad muestral

La unidad muestral es la planta, seleccionando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior), lo que resultó en un total de nueve hojas examinadas por planta.

3.3.3 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la investigación de campo fueron analizados utilizando el software INFOSTAT versión 2020, que generó un resumen numérico de las observaciones realizadas. Los resultados se expresaron como medias, tanto de incidencia como de severidad, para cada plaga y enfermedad registrada en cada toma de datos.

3.4. Variables evaluadas

Para el monitoreo directo se hizo uso de una libreta de campo para registrar datos de incidencia y severidad

- a) **Incidencia de áfidos:** Se muestreo 70 plantas cada semana para obtener la incidencia de áfidos, identificando afectaciones en las plantas.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (1).

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de plantas con afidos}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (1)$$

- b) **Incidencia de galerías de minador:** para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (2).

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de plantas con galerias}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (2)$$

- c) **Severidad de galerías de minador:** para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio, y superior) dando un total de nueve hojas por cada planta.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (3).

$$\%Severidad = \frac{\text{Número de hojas con galerías y larvas}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100 \quad (3)$$

d) Incidencia de enrollador de hoja: Para apreciar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones de la planta.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (4).

$$\%Incidencia = \frac{\text{Numero de plantas con larvas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (4)$$

e) Severidad de enrollador de hoja: para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) lo que da un total de nueve hojas por cada planta.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (5).

$$\%Severidad = \frac{\text{Número de hojas con larvas}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100 \quad (5)$$

f) Incidencia de cogollero del tomate: para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (2).

g) Severidad de cogollero del tomate: para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomará tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) lo que da un total de nueve hojas por cada planta.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (3).

h) Incidencia de tizón tardío: para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (6).

$$\%Incidencia = \frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (6)$$

i) Severidad de tizón tardío: para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) lo que da un total de nueve hojas por cada planta.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (7).

$$\%Severidad = \frac{\text{Número de hojas enfermas}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100 \quad (7)$$

j) Incidencia de botrytis: para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (6).

k) Severidad de botrytis: para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) lo que da un total de nueve hojas por cada planta.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (7).

l) Incidencia de carigato (deformidad): para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (8).

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Plantas con frutos enfermos}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (8)$$

m) Severidad de carigato (deformidad): para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres racimos de frutos e identificando las afectaciones presentes.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (9).

$$\% \text{Severidad} = \frac{\text{Número de racimos enfermos}}{\text{Total de racimos muestreados}} \times 100 \quad (9)$$

n) Incidencia de cremallera (cicatriz corchosa): para determinar la incidencia se muestreo 70 plantas en la semana identificando las afectaciones presentes.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la ecuación (8).

o) Severidad de cremallera (cicatriz corchosa): para evaluar la severidad se muestreo 70 plantas semanalmente, tomando tres 3 racimos de frutos e identificando las afectaciones presentes.

Para obtener el porcentaje de severidad se aplicó la ecuación (9).

p) Calidad de fruto: se contabilizo las gavetas que se cosechan en la finca para la venta y se clasifico los tomates que han sido afectados por plagas, enfermedades y daños mecánicos para ser pesados, se utilizó la ecuación (10) para obtener la incidencia.

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Kg de tomate afectado}}{\text{Total de kg de tomate cosechado}} \times 100 \quad (10)$$

q) Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca: se contabilizo el número de ninfas de mosca blanca presentes en cada una de las 9 hojas examinadas por planta, dándonos un total de 70 plantas muestreadas semanalmente.

Por su parte el monitoreo indirecto se lo realizo con la ayuda de trampas cromáticas y de feromonas.

- a) **Población de insectos benéficos y plagas:** se hizo uso de trampas amarillas, las cuales fueron colocadas tres por cada nave. El conteo se lo realizo cada 15 días con la ayuda del estereoscopio en el laboratorio de entomología de la gran experimental “La Pradera” de la Universidad Técnica del Norte.

Figura 9

Colocación de trampas cromáticas



- b) **Población de Tuta absoluta en trampas de feromonas:** las trampas de feromonas se encontraban ya establecidas en la finca, por lo cual se procedió a recolectar en intervalos de 15 días, estando distribuidas de manera equitativa al inicio, en el centro y al final de cada nave. Esto permitió el monitoreo de un total de 9 trampas por nave.
- c) **Monitoreo micro climático en los invernaderos (temperatura y humedad):** se hizo el uso de datos registrados por los 2 sensores ubicados en cada una de las naves, para determinar una correlación entre la incidencia de plagas y enfermedades con el microclima del invernadero.

3.5 Propuesta de manejo integrado de plagas

- a) **Población de enemigos naturales:** Se identifico los insectos benéficos que habitan en el cultivo de tomate riñón, con el objetivo de desarrollar conceptos claros sobre cómo proporcionar las condiciones óptimas para su funcionamiento eficaz.
- b) **Estrategias:** A través de la recolección de datos sobre la población, la incidencia y la severidad de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de tomate riñón, se sugirió métodos de control.

3.6 Manejo específico del experimento

3.6.1 Establecimiento del área de estudio

El presente estudio se lo realizó en un cultivo de tomate riñón ya establecido dentro de la Finca “El diamante”, siguiendo el manejo técnico de fertilización, riego y cosecha ya establecido por la finca.

3.6.2 Identificación de naves

Las naves 1 y 3 se encontraban en el mismo estado fenológica por lo cual fueron las elegidas para el monitoreo. Ambas contaban con 70 camas cada una.

Figura 10

Distribución de naves



3.6.3 Identificación de plantas

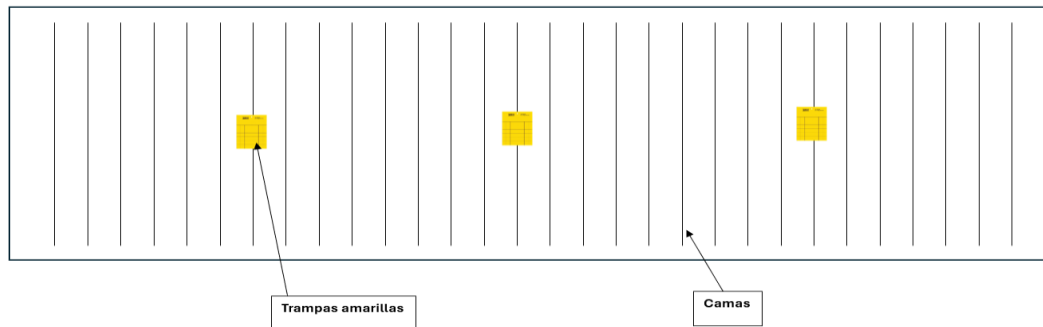
Se seleccionaron 1120 plantas de manera sistemática, para lo cual cada una de las camas fueron divididas en 7 segmentos iguales y se tomó una planta por cada segmento, es decir de las 5 camas revisadas por semana, se llegó a un total de 35 plantas monitoreadas en cada nave.

3.6.4 Manejo de trampas amarillas

El área de cada nave es de 3000 m² por lo cual se utilizará 3 trampas por nave, distribuidas de manera uniforme y colocadas sobre la altura de las plantas. Las trampas amarillas utilizadas son de 10 x 15 cm. Estas fueron retiradas, envueltas en plástico film adherente y renovadas cada 15 días.

Figura 11

Distribución de trampas dentro de una nave



Nota. La figura 11 simula una nave, donde cada línea vertical representa una cama.

3.6.5 Evaluación de trampas amarillas

Las trampas retiradas de las naves fueron llevadas al laboratorio de entomología para poder ser contabilizados e identificados los insectos con la ayuda del estereoscopio, luego se registró los datos obtenidos en la libreta de campo para finalmente organizarlos en una tabla Excel para su respectivo análisis estadístico.

Figura 12

Conteo de insectos en estereoscopio



3.6.6 Manejo de trampas de feromonas

Las trampas de feromonas, instaladas previamente por la finca, estaban colocadas sobre recipientes con agua. Los insectos, atraídos por el cebo químico, quedaban atrapados en el líquido al ingresar. Una vez recolectados los recipientes, se utilizó un cernidor como herramienta para extraer cuidadosamente los ejemplares atrapados. Posteriormente, se realizó un conteo detallado de los insectos recuperados en cada recipiente, registrando los datos obtenidos para su análisis.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se exponen los resultados del monitoreo realizado en el cultivo de tomate riñón bajo condiciones de invernadero, con énfasis en la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades. Los datos obtenidos se organizan según el tipo de monitoreo implementado, incluyendo el seguimiento del microclima mediante sensores y la evaluación fitosanitaria en campo.

4.1 Monitoreo del microclima

4.1.1 Temperatura de naves 1 y 3

Las Figuras 13 y 14 muestran la variación de la temperatura máxima, media y mínima registradas por dos sensores (S1 y S2) instalados dentro de cada una de las naves de tomate riñón durante el ciclo del cultivo. En general, las temperaturas máximas fluctuaron entre 28 y 41 °C, las medias se mantuvieron entre 20 y 25 °C, y las mínimas oscilaron entre 10 y 16 °C, evidenciando una marcada diferencia térmica entre el día y la noche. Hacia el final del ciclo se observó un incremento progresivo de la temperatura máxima, asociado probablemente a un aumento de la radiación o a menor ventilación del invernadero.

Figura 13

Temperatura – Nave 1

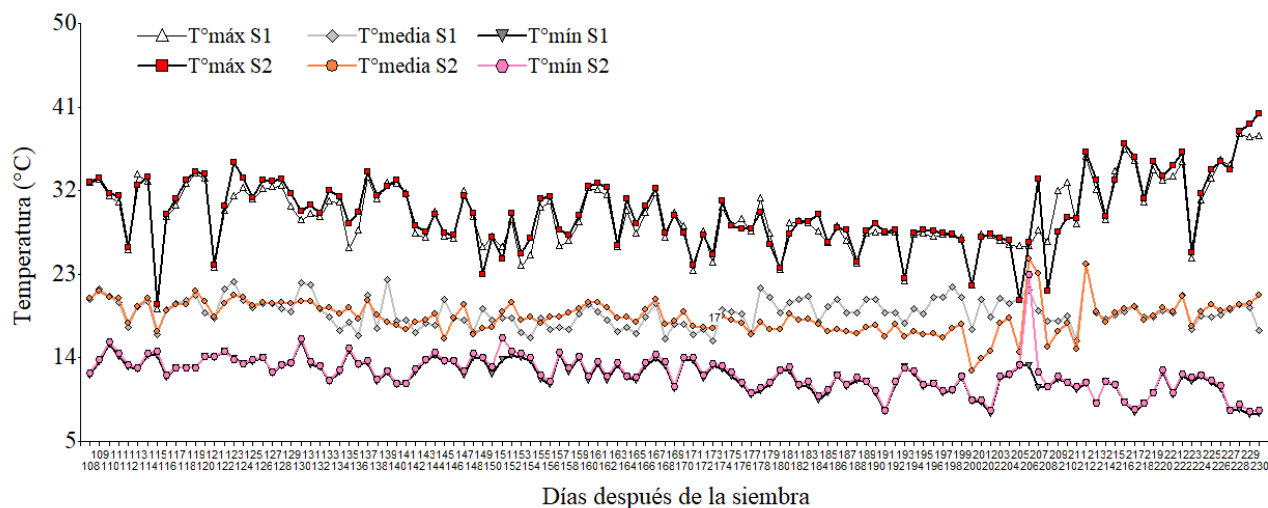
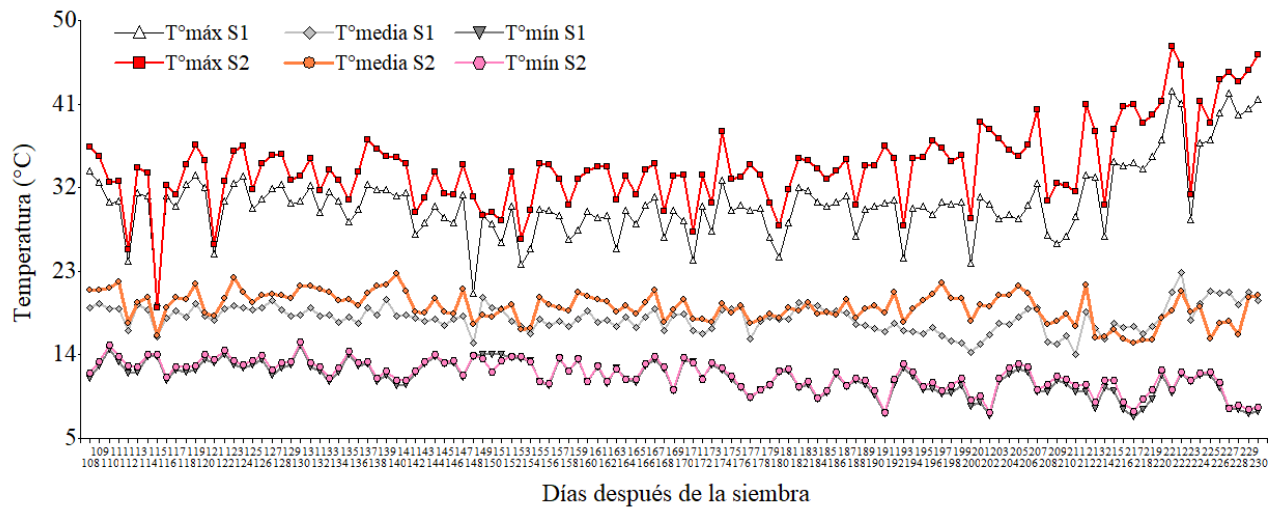


Figura 14

Temperatura – Nave 3



4.1.2 Humedad relativa de naves 1 y 3

De igual manera las Figuras 15 y 16 muestran la variación de la humedad relativa máxima, media y mínima registradas por dos sensores (S1 y S2) dentro de las naves. En general, la humedad relativa máxima se mantuvo elevada durante gran parte del periodo, con valores cercanos al 90–100 %, mientras que la humedad media osciló entre 70 y 85 %, y la mínima presentó una marcada variación entre 20 y 60 %. Hacia el final del ciclo se aprecia una tendencia descendente en todos los registros, posiblemente asociada a un aumento de la temperatura interna y a una menor transpiración del cultivo por senescencia foliar.

Figura 15

Humedad relativa – Nave 1

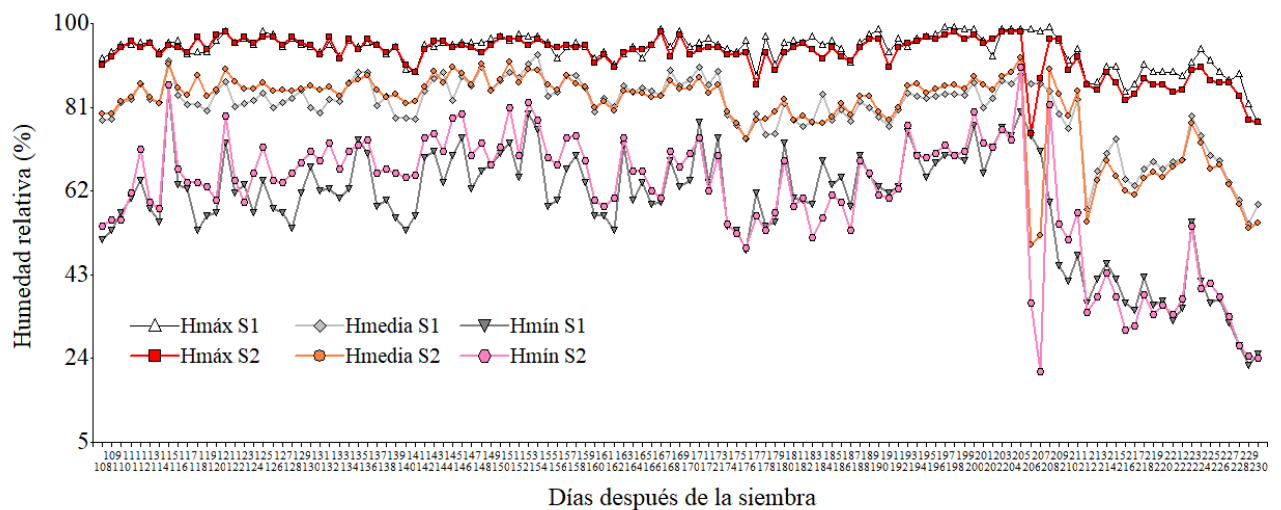
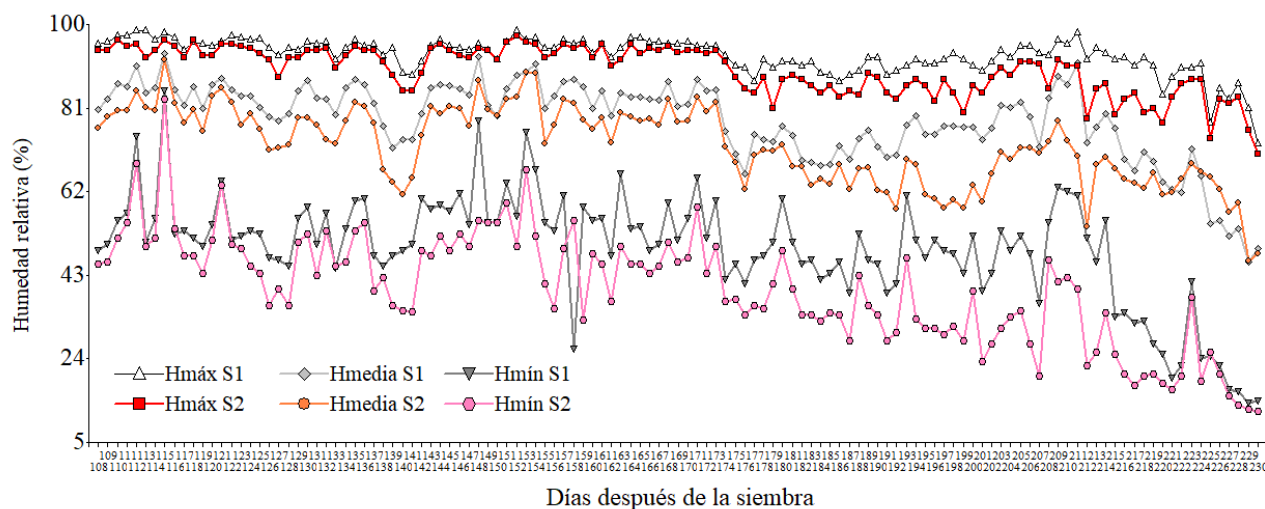


Figura 16

Humedad relativa – Nave 3



Según la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas emitida por AGROCALIDAD (2015), las condiciones edafoclimáticas óptimas para el cultivo de tomate riñón se asocia con rangos específicos de temperatura. Para el crecimiento vegetativo, se recomienda un intervalo de 21 °C a 27 °C; durante el cuajado de frutos, el rango ideal se sitúa entre 23 °C y 26 °C; mientras que, en horario nocturno, las temperaturas óptimas oscilan entre 14 °C y 17 °C. Asimismo, se establece que la humedad relativa más adecuada para este cultivo fluctúa entre el 65 % y el 75 %.

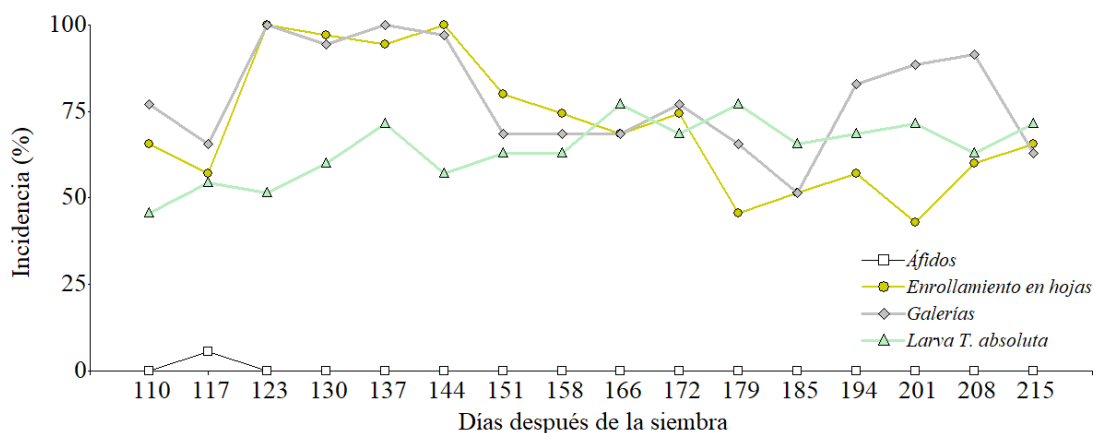
4.2 Monitoreo directo

4.2.1 Incidencia de artrópodos plaga en hojas

De acuerdo con la Figura 17 se identificó gran presencia de galerías y enrollamiento en hojas por la presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y de polilla (*platynota flavedana*) respectivamente. Los parámetros galerías y enrollamiento en hojas alcanzan en varios días después de la siembra (dds), promedios cercanos a 100% (123, 130, 137 y 144 dds), lo que indica una incidencia muy elevada y consistente. Sin embargo, los áfidos se presentaron en niveles bajos, con un leve aumento del 6 % a los 117 dds. Al igual que el cogollero del tomate (*Tuta absoluta*) presenta valores moderados, oscilando entre 46% (110 dds) y 77% (179 dds), lo que permite observar una variabilidad moderada a lo largo de las distintas fechas de muestreo.

Figura 17

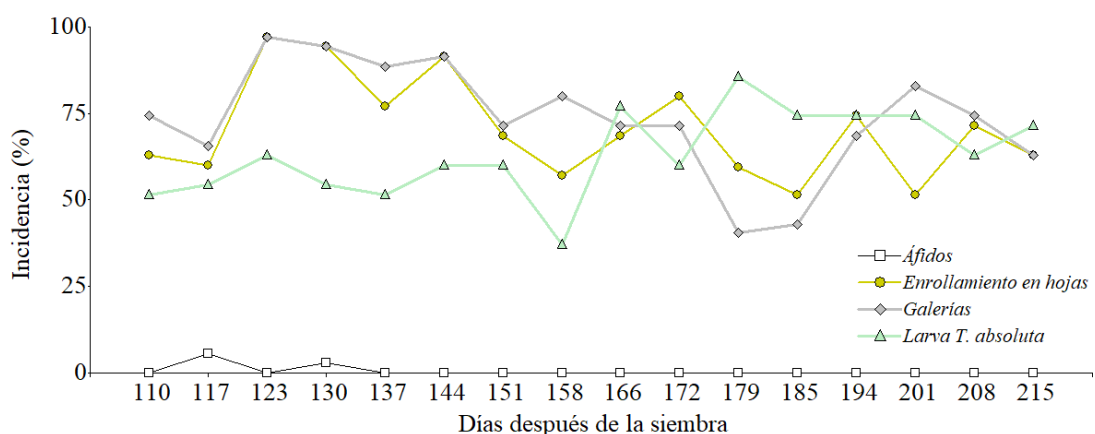
Incidencia de plagas en hojas – nave 1



En cuanto a la Figura 18 se observa los resultados obtenidos de la nave 3, que muestra un comportamiento similar a la baja presencia de áfidos, presentando únicamente ligeros aumentos (como 6% en los 117 dds y 3% en los 130 dds) que confirman su escasa incidencia. De igual forma el cogollero del tomate exhibe promedios que fluctúan entre 51% (110 dds) y 86% (179 dds), mientras que el enrollamiento y las galerías exhiben sus picos más altos en la mayoría de desde los 123 dds (97%) hasta los 144 dds (91%).

Figura 18

Incidencia de plagas en hojas – nave 3



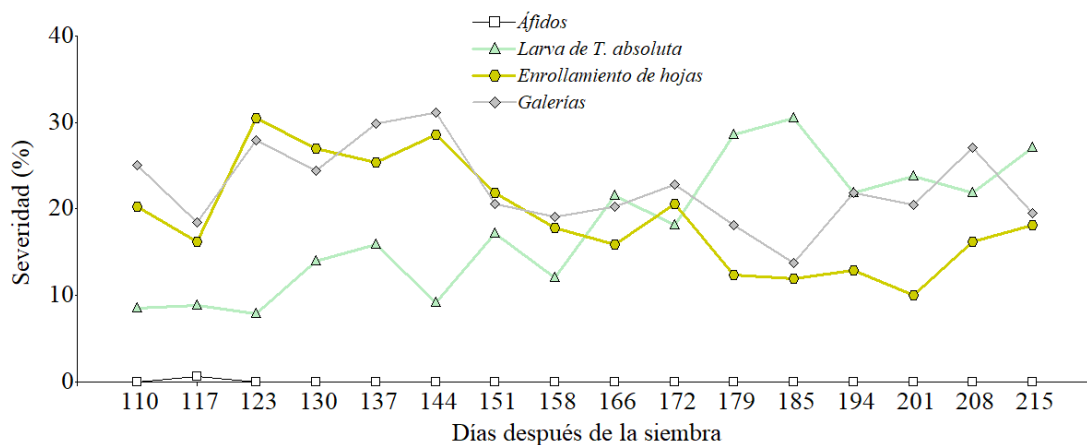
4.2.2 Severidad de artrópodos plaga en hojas

De acuerdo con la Figura 19 la severidad evidencia patrones variados entre las especies evaluadas. Áfidos registra valores nulos en prácticamente todos los dds, excepto un ligero aumento a los 117 dds (0,63 %), lo que demuestra su bajo daño. De igual manera, el cogollero del tomate muestra daños moderadas que oscilan entre 8% y 30% indicando variaciones en su presencia a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el enrollamiento en hojas destaca con picos importantes como el registrado 31% a los 123 dds y tiende a mostrar una disminución en fechas posteriores. Finalmente, las galerías de mosca minadora mantienen valores elevados en la mayoría de los dds, alcanzando hasta 31% en los 144 dds, con una estabilidad relativa en su comportamiento.

Figura 19

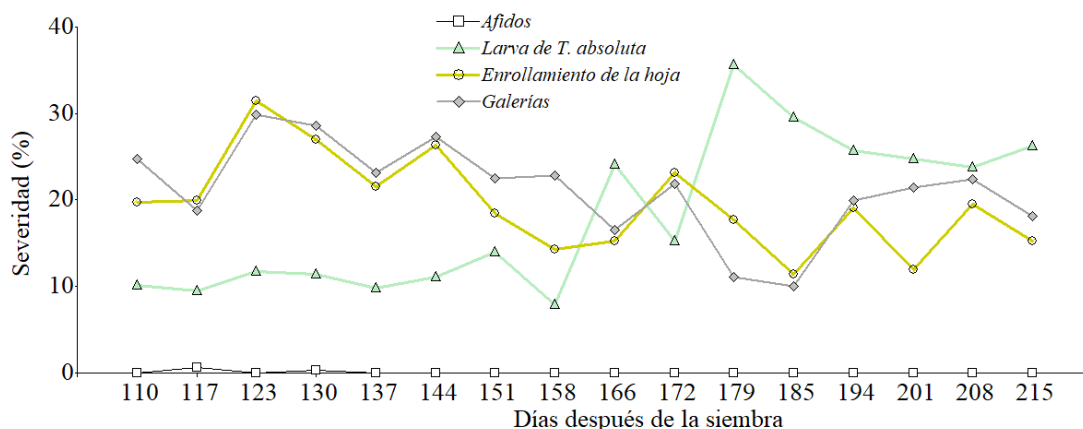
Severidad de plagas en hojas – nave 1



En tanto a la nave 3 (Figura 20), la severidad muestra un comportamiento similar. La presencia de los áfidos es igual (0,63% a los 117 dds). Asimismo, el cogollero del tomate presenta valores moderadas que oscilan entre 10% y 36%, siendo este último registro a los 179 dds, indicando un episodio de mayor severidad. Sin embargo, el enrollamiento en hojas alcanza picos significativos como el 31% a los 123 dds, mostrando también una ligera disminución en fechas posteriores. Por último, las galerías de minador registran valores similares a los de la nave 1, con máximos de hasta 30% a los 123 dds.

Figura 20

Severidad de plagas en hojas – nave 3



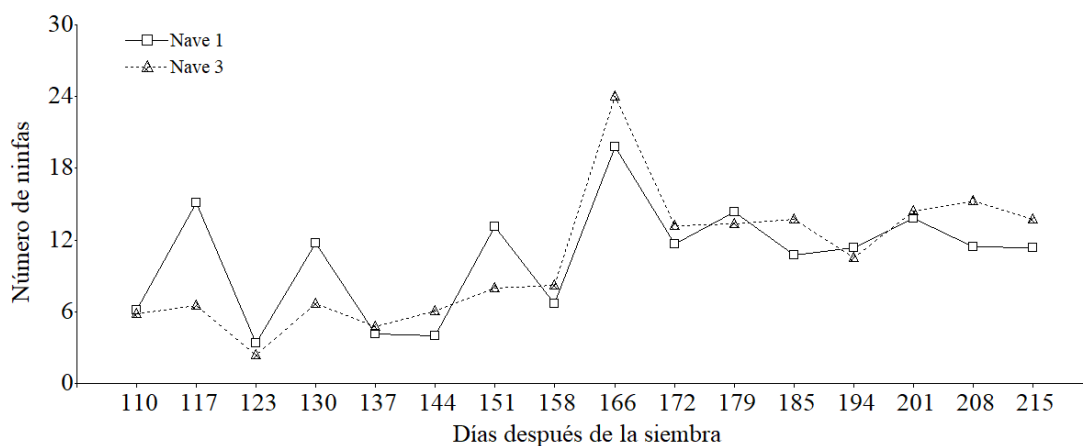
4.2.3 Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca

En la Figura 21 se muestra las medias de ninfas de mosca blanca de las naves. Para la nave 1 los primeros días analizados (123 dds) registra una media baja de 3 especímenes. Posteriormente, se observa un incremento progresivo en los valores, con medias moderadas entre los días 158 y 172, donde oscilan entre 6 y 11 individuos. En los días 166 y 179, la media alcanza sus valores más altos (20 y 14, respectivamente), lo que indica un periodo de mayor acumulación de la variable medida en la nave 1.

Por otro lado, en la nave 3, los valores de la media reflejan una dinámica similar, aunque con algunas diferencias en momentos clave. La media es de 2 a los 123 dds, indicando un valor menor con respecto a la nave 1. Conforme avanza el tiempo, los valores empiezan a aumentar, alcanzando niveles moderados a los 151, 158 y 172 dds, con medias que van desde 8 hasta 13 especímenes. Sin embargo, el día 166 presenta el valor más alto con 24 ninfas. Otros días, como el 201 y 208, también registran valores elevados (14 y 15 individuos respectivamente), mostrando un comportamiento de incremento en ciertas etapas del análisis.

Figura 21

Ninfas de mosca blanca



En el presente estudio, los sensores instalados en ambas naves registraron temperaturas promedio de 17–22 °C y humedades relativas de 80–86% en los picos de incidencia y severidad para la mosca minadora. Estas condiciones coinciden con los rangos reportados por Mujica (2015), donde el minador completa su desarrollo (de huevo a adulto) en un rango de 10 a 30 °C, siendo el intervalo de 18 a 24 °C el más favorable para el crecimiento y la supervivencia de los estados inmaduros. Por otro lado, la alta humedad relativa, en torno al 80%, favorece la viabilidad de las larvas.

Asimismo, investigaciones en especies de tortricidos sugieren que la polilla (*Platynota flavedana*) se desarrolla de forma óptima en condiciones de temperatura cálida, con rangos entre 24 y 28 °C, donde la actividad reproductiva y larvaria se intensifica notablemente. Adicionalmente, ambientes con humedad relativa moderada a alta (aproximadamente 70–80%) facilitan la alimentación y el enrollamiento de hojas, incrementando el daño en el cultivo (Rubio et al., 2021). Estos rangos del microclima coinciden con lo registrados por los sensores: temperaturas entre 17–22 °C y humedades relativas superiores al 75%.

Con respecto a los áfidos estudios demuestran que la actividad reproductiva óptima es a temperaturas entre 20 y 25 °C y prosperan en ambientes con humedad relativa elevada, generalmente superiores al 70%, lo que favorece tanto su alimentación como su multiplicación (FAO, 2013a). Sin embargo, la presencia en el estudio fue casi nula en ambas naves (< 1%), probablemente debido a la acción de enemigos naturales y prácticas de manejo del cultivo que equilibran su población. Postic et al. (2021), señala que la colonización de cultivos por áfidos disminuye significativamente en estructuras protegidas con menor grado de apertura, debido a

que la entrada de individuos desde el exterior se ve restringida. Además, los enemigos naturales como sírfidos, crisopas y mariquitas que suelen encontrarse en cultivos bajo invernadero, pueden limitar drásticamente la proliferación de áfidos (Messelink et al., 2021).

En cuanto al cogollero del tomate, en los días de mayor presencia las naves presentaron temperaturas promedio de 20 °C y humedad relativa entre 75-79%. Experimentos en los que se desarrollaron modelos demográficos dependientes de la temperatura para estimar el crecimiento poblacional de *Tuta absoluta*, muestran que temperaturas entre 20 y 25 °C son ideales para su desarrollo, al igual que una humedad relativa que oscile entre 70 y 75% favorece la actividad larvaria (Mohamed et al., 2022).

Con respecto a las ninfas de mosca blanca sus picos más altos se desarrollaron a temperaturas promedio de 19 °C y humedad relativa oscilante entre 78-83% según los datos de los sensores. Las moscas blancas depositan sus huevos en el envés las hojas. Tras la eclosión, las larvas móviles se fijan para alimentarse y atraviesan dos fases ninfales antes de convertirse en adultos (Agricultura y agroalimentación de Canadá, 2024). En la investigación realizada por Alvarez et al. (2025), reporta que una temperatura entre 23-32°C, acompañada de una humedad relativa superior al 70 %, favorece significativamente el crecimiento y la evolución de las ninfas.

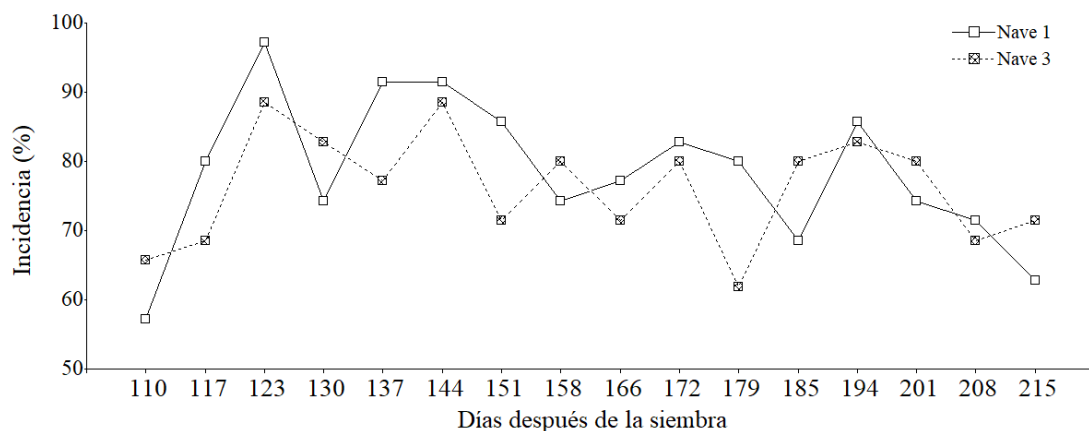
4.2.4 Incidencia de enfermedades en hojas

En la Figura 22 se puede visualizar la incidencia de tizón tardío como una enfermedad de gran relevancia. En la nave 1, se registra una incidencia inicial del 57% durante el primer monitoreo, manteniéndose con valores superiores al 70% en los monitoreos siguientes. A los 123 dds, alcanza su máximo nivel con un 97%, para luego disminuir a un 63% en el último monitoreo.

Por otro lado, en la nave 3, el monitoreo inicia con una incidencia del 66%, manteniéndose con valores entre el 60% y el 70% a lo largo de todo el periodo de observación. No obstante, el valor más alto registrado es del 89%, alcanzado a los 123 y 144 dds. Finalmente, en el último monitoreo se registra una incidencia del 71% para el tizón tardío.

Figura 22

Incidencia de tizón tardío en hojas



4.2.5 Severidad de enfermedades en hojas

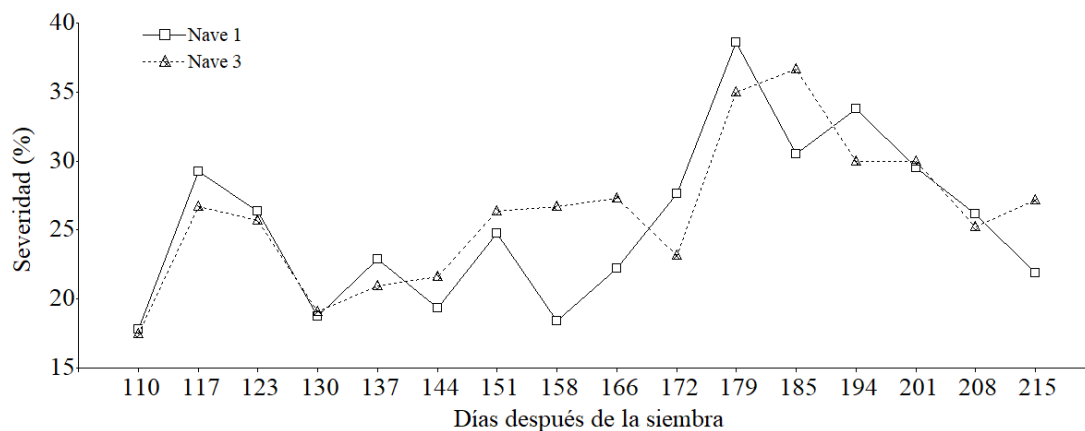
En la Figura 23 se observa que la severidad del tizón tardío varía significativamente entre los dds en ambas naves. En general, la nave 1 muestra valores de severidad ligeramente mayores en algunos monitoreos, mientras que en otros la nave 3 se aproxima o supera estos valores.

En la nave 1, se observa inicialmente que los 117 dds alcanza un valor de 29%, ligeramente superior al 27% de la nave 3. Sin embargo, a los 158 dds, la nave 3 registra un valor más alto (27%), en comparación con el 18% de la nave 1.

El pico máximo de severidad se observa en el día 179 dds en ambas naves. La nave 1 presenta un 39%, mientras que la nave 3 con 35%. En los monitoreos finales, como en los 208 y 215 dds, los valores muestran un comportamiento oscilante. A los 208 dds, la nave 1 presenta un 26% frente a 25% de la nave 3, pero en los 215 dds, la nave 3 aumenta a 27% en comparación con los 22% de la nave 1.

Figura 23

Severidad de tizón tardío en hojas



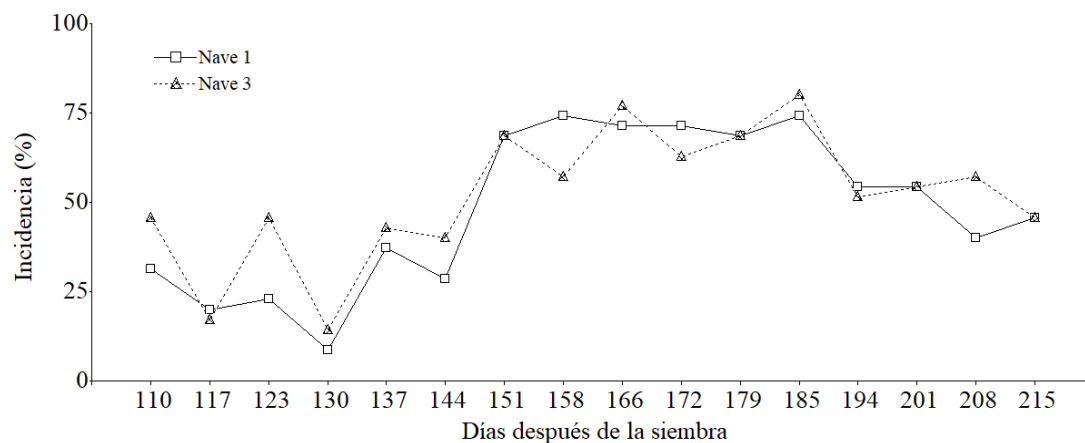
4.2.6 Incidencia de enfermedades en flores de tomate riñón

La Figura 24 muestra la incidencia de botritis en las naves monitoreadas. En la nave 1, la incidencia inicia con 31% a los 110 dds. Posteriormente, la incidencia muestra fluctuaciones, disminuyendo hasta un 9% a los 130 dds y alcanzando un pico notable de 74% a los 158 y 185 dds. A partir de ese punto, la incidencia tiende a disminuir de manera progresiva, con un valor final de 46% a los 215 dds.

En tanto a la nave 3, la incidencia comienza con un valor inicial de 46% a los 110 dds. A lo largo de los monitoreos, se observan oscilaciones similares a las de la nave 1, alcanzando un mínimo de 14% a los 130 dds y un pico máximo de 80% a los 185 dds. En los monitoreos finales, la incidencia desciende gradualmente hasta llegar también a 46% a los 215 dds.

Figura 24

Incidencia de botritis en flores



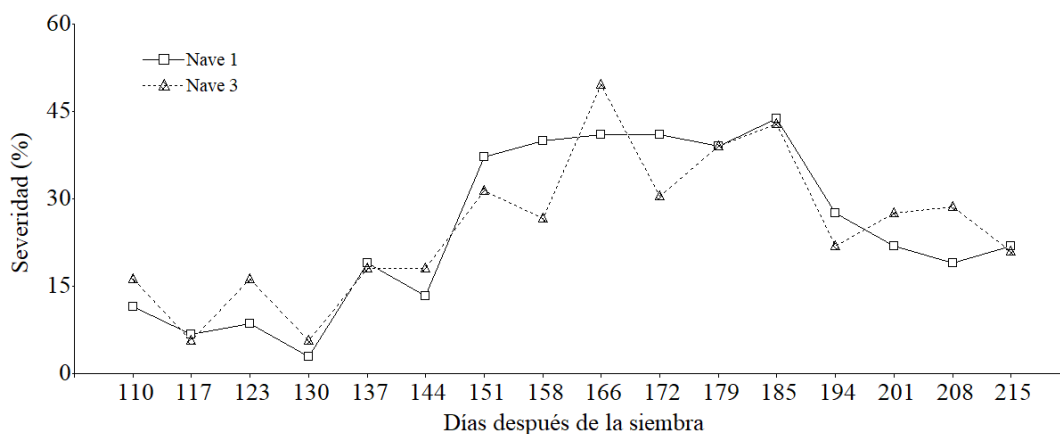
4.2.7 Severidad de enfermedades en flores de tomate riñón

La severidad de botritis se puede apreciar en la Figura 25, donde la nave 1 inicia con un 11% a los 110 días dds y disminuye progresivamente hasta alcanzar un mínimo de 3% a los 130 dds. Posteriormente, se observa un incremento significativo, alcanzando un valor de 37% a los 151 dds, su pico máximo se registra a los 185 dds (44%). En los monitoreos finales, la severidad disminuye hasta llegar a un valor de 22% a los 215 dds.

Por otro lado, la nave 3 comienza con un valor inicial más alto, de 16% a los 110 dds. Aunque disminuye en los monitoreos iniciales, alcanzando un mínimo de 6% a los 117 y 130 dds. Alcanza su pico máximo de 50% a los 166 dds. En los días posteriores, se observa una disminución gradual, finalizando con un 21% a los 215 dds.

Figura 25

Severidad de botritis en flores



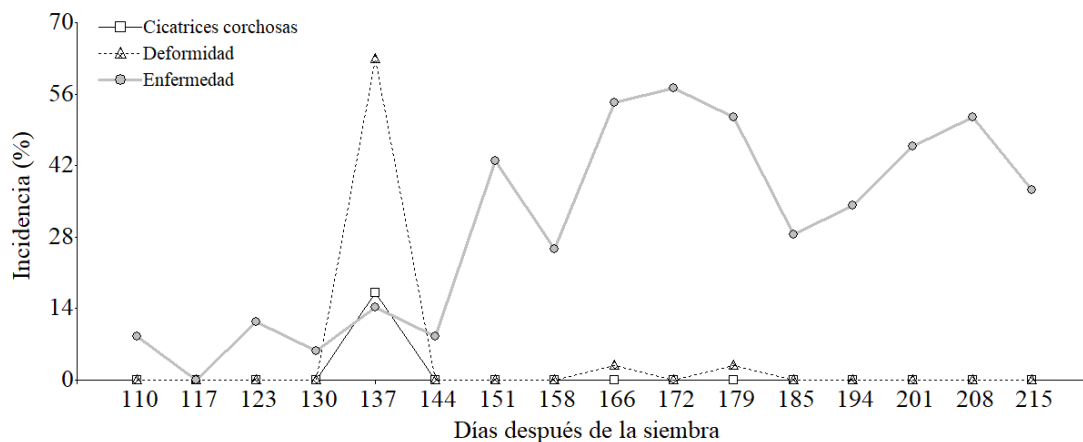
4.2.8 Incidencia de enfermedades en fruto

En la Figura 26 se puede observar la incidencia de botritis que inicia con un valor moderado de 9% a los 110 dds, luego disminuye a 0% en los 117 dds, para posteriormente registrar fluctuaciones con picos de 14% a los 137 dds y otro incremento significativo de 43% a los 151 dds. El valor máximo de incidencia se alcanza a los 172 dds con un 57% disminuyendo gradualmente en los días posteriores hasta llegar a 37% al final del monitoreo.

En el caso de la deformidad “Carigato” y la cicatriz corchosa “Cremallera”, la incidencia es nula durante casi la mayoría de los monitoreos. Sin embargo, Carigato presenta su pico más alto en los 137 dds con 63%, luego desciende hasta 3% en los 166 y 179 dds, mientras que Cremallera alcanza un máximo de 17% también en los 137 dds, aunque desaparece completamente en los monitoreos posteriores.

Figura 26

Incidencia en frutos nave 1

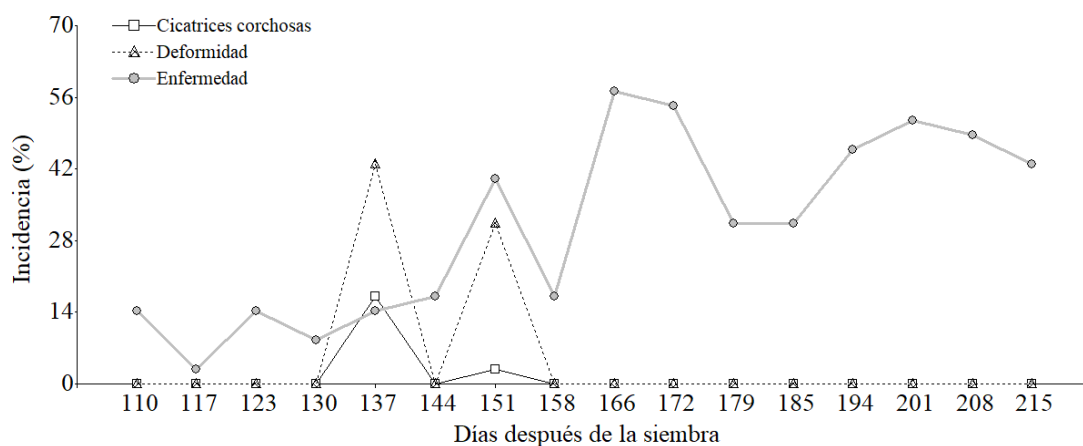


Por otro lado, para la nave 3 (Figura 27) botritis comienza con un valor de 14% a los 110 dds, disminuyendo a 3% a los 117 dds. Después, se observan picos importantes en los 137 dds (14%) y en los 166 dds (57%). Similar a la nave 1, el valor más alto registrado ocurre a los 172 dds, con 54%, para después disminuir a 43% en el último monitoreo a los 215 dds.

En cuanto a la deformidad “Carigato” y la cicatriz corchosa “Cremallera”, la incidencia también es prácticamente baja. Carigato registra un aumento significativo de 43% a los 137 dds y 31% a los 151 dds, mientras que Cremallera alcanza su valor más alto de 17% a los 137 dds y se registra un valor menor a los 151 dds con apenas el 3%. Después ambos desaparecen en los monitoreos finales.

Figura 27

Incidencia en frutos nave 3



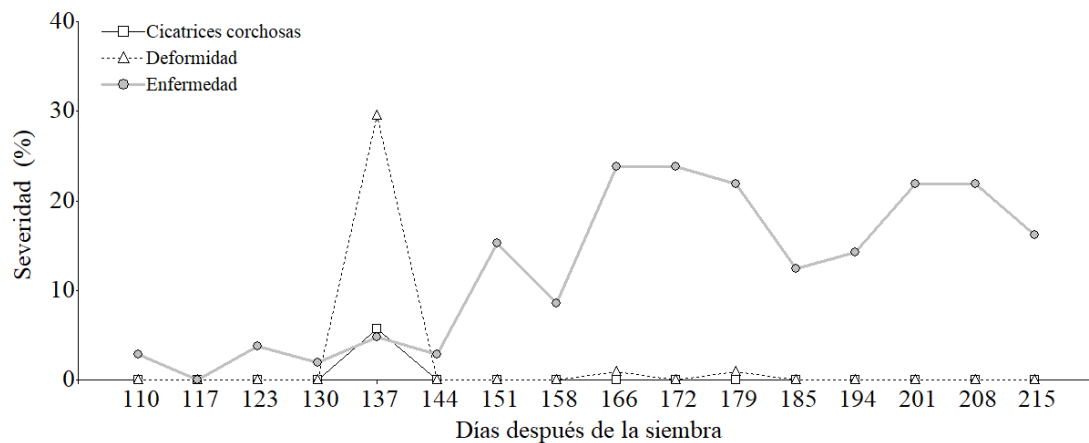
4.2.9 Severidad de enfermedades en fruto

La severidad de estas enfermedades es visible en la Figura 28. Para botritis inicia con un valor moderado de 3% a los 110 dds. Después, disminuye a 0 en los 117 dds y vuelve a incrementarse a 4% a los 123 dds. A partir de los 137 dds, se observa un aumento más significativo, alcanzando picos de 15% a los 151 dds y de 24% a los 166 y 172 dds. La severidad disminuye gradualmente en los monitoreos posteriores, terminando con un valor de 16% a los 215 dds.

En cuanto a la deformidad “Carigato” y la cicatriz corchosa “Cremallera”, la severidad es casi nula a lo largo del monitoreo en la nave 1, con la excepción de un incremento puntual de Carigato a 30% a los 137 dds y otro leve aumento a 1% en los 166 y 179 dds. Por su parte, Cremallera alcanza un valor de 5,71 en los 137 dds, pero desaparece por completo en los monitoreos posteriores.

Figura 28

Severidad en frutos nave 1

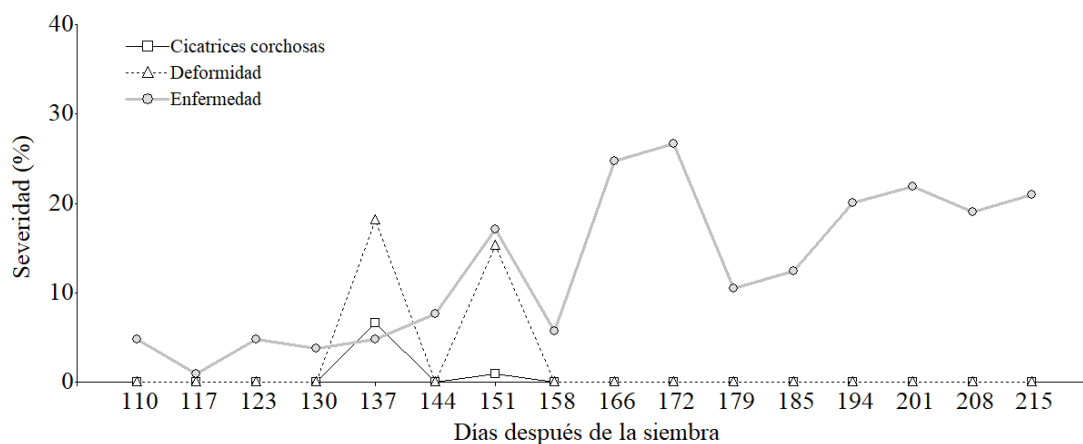


En lo que corresponde a la severidad de Botritis de la nave 3 (Figura 29), inicia con un valor de 5% a los 110 dds, disminuyendo gradualmente a 1% a los 117 dds y recuperándose ligeramente a 5% a los 123 dds. A partir de los 144 dds, se registran incrementos significativos, alcanzando 17% a los 151 dds y su pico máximo de 27% a los 172 dds. En los últimos monitoreos, la severidad desciende gradualmente, con un valor final de 21% a los 215 dds.

En lo que respecta a la deformidad “Carigato” y la cicatriz corchosa “Cremallera”, presentan valores bajo en la mayoría de los monitoreos. Sin embargo, Carigato alcanza 18% a los 137 dds y 15% a los 151 dds antes de desaparecer. Por su parte, Cremallera registra un pico de 7% también a los 137 dds, luego reaparece a los 151 dds con el 1%, sin embargo, no muestra valores en los monitoreos siguientes.

Figura 29

Severidad en frutos nave 3



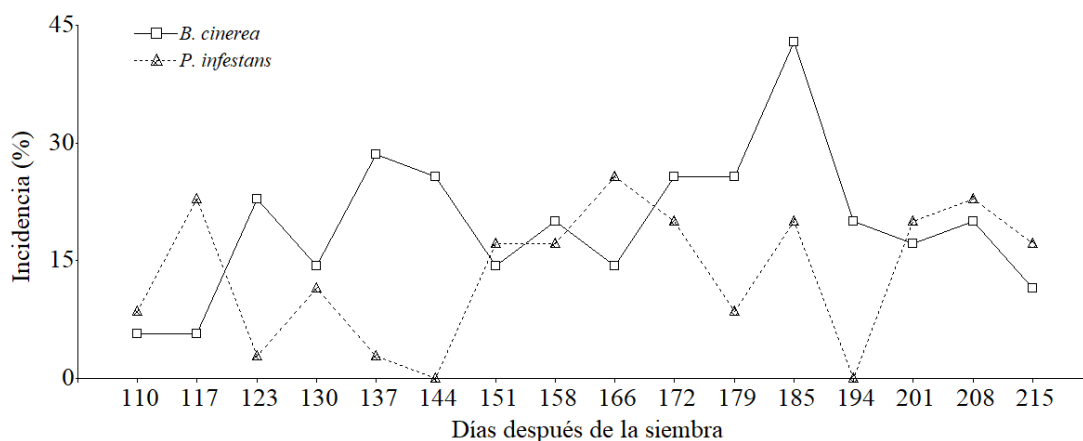
4.2.10 Incidencia de enfermedades en tallo.

En la Figura 30, se presenta valores moderados de incidencia de botritis en tallos. Inicialmente con un 6% a los 110 dds, se observa un aumento significativo a 23% a los 123 dds y un pico máximo de 43% a los 185 dds. En los monitoreos finales disminuye, alcanzando 11% a los 215 dds. Este comportamiento refleja una tendencia ascendente inicial con algunos picos de alta incidencia en periodos intermedios.

Por su parte, la incidencia de tizón tardío inicia con 9% a los 110 dds y aumenta gradualmente, alcanzando su máximo de 26% a los 166 dds. Sin embargo, en algunos periodos, como a los 123 y 144 dds, se registran valores bajos o nulos. En los últimos monitoreos, la incidencia permanece relativamente estable, cerrando con 17% a los 215 dds.

Figura 30

Incidencia en tallos - nave 1

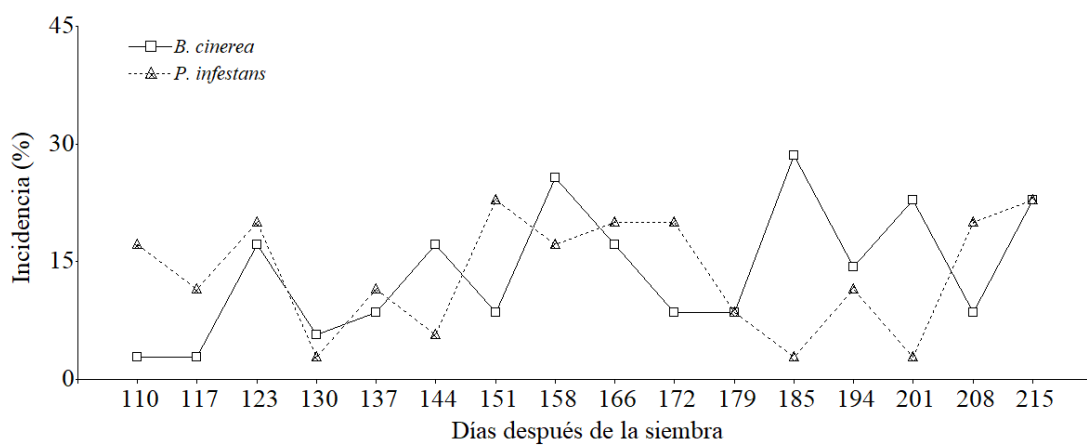


En la nave 3 (Figura 31), la incidencia de botritis es menor inicialmente, con un 3% a los 110 dds. Su crecimiento es progresivo, alcanzando valores más altos en los monitoreos intermedios, como 29% a los 185 dds, para luego cerrar nuevamente con un incremento a 23% a los 215 dds.

En cuanto al tizón tardío, se observa una incidencia inicial más alta en comparación con la nave 1, con un valor de 17% a los 110 dds. Aunque presenta oscilaciones a lo largo del monitoreo, su incidencia máxima es de 23%, registrada en varios momentos, incluidos los 201 y 215 dds.

Figura 31

Incidencia en tallos - nave 3



El tizón tardío se propaga con rapidez en ambientes de alta humedad ($\geq 90\%$) y temperaturas entre 5 y 30 °C, siendo más agresivo cuando la humedad nocturna se prolonga, favoreciendo la activación del patógeno en cultivos de papa y tomate. (Pérez & Forbes, 2017). Los datos registrados por los sensores en los picos de esta enfermedad, destaca una alta humedad relativa (88%) y temperaturas entre 17 y 22°C.

De igual manera el estudio realizado por Castillo (2022), donde se evaluó diferentes aplicaciones de productos para el control de *Phytophthora infestans* demuestra que si bien a los 14 días después del trasplante (ddt) algunos de sus tratamientos lograban controlar la presencia de esta enfermedad a los 72 (ddt) todos los tratamientos alcanzaron un 100% de incidencia.

Asimismo, Agricultura y Agroalimentación de Canadá (2024), destaca que la acumulación de restos vegetales cerca del invernadero puede convertirse en una fuente de infección. Cuando el ambiente es cálido y húmedo, el patógeno forma esporas sobre los tejidos dañados de las

plantas. Estas esporas se dispersan con facilidad por el viento, lo que facilita la propagación de la enfermedad en el cultivo.

La incidencia y severidad de botritis, comúnmente conocida como podredumbre gris, está estrechamente vinculada a condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas. Los sensores de las naves registraron temperatura de 18°C y humedades relativas de 82–86% en los días de mayor presencia. Los estudios realizados por Ciliberti et al. (2016), evidencian que la germinación de esporas y la actividad micelial se potencian cuando la humedad relativa supera el 65.5 % y las temperaturas se mantienen en un rango de 15 a 20 °C.

En condiciones óptimas (temperatura de 20°C y humedad relativa superior al 97%), el hongo botritis puede germinar y extender sus hifas en menos de un día, y formar conidios en aproximadamente 2 o 3 días (Watanabe et al., 2021). Asimismo, las cicatrices presentes en el follaje pueden convertirse en focos de infección hasta 10 a 12 semanas antes de que se manifiesten los primeros síntomas visibles. En estas áreas afectadas se desarrollan conidios de aspecto gris-marrón, con textura vellosa y presencia de vellosidades, los cuales se dispersan principalmente a través del aire (Agricultura y agroalimentación de Canadá, 2024).

De igual manera, la deformación de fruto conocida como “carigato” es un fenómeno recurrente en cultivos bajo invernadero. Esta alteración se origina en ambientes caracterizados por una elevada humedad relativa acompañada de temperaturas bajas, condiciones que reducen tanto la cantidad como la viabilidad del polen. Las consecuencias recaen sobre el desarrollo del ovario y de los estambres, dando lugar a frutos deformes (Rodríguez et al., 2007).

En cuanto a la cremallera del tomate es un problema que se debe a la deficiente polinización durante el desarrollo del fruto, las anteras terminan quedándose adheridas a la pared del ovario. Este problema se manifiesta en condiciones de temperaturas muy altas o bajas, con niveles excesivos de humedad en el invernadero (Rodríguez et al., 2007).

La considerable presencia de estas plagas y enfermedades se debe en parte a la falta de manejo de temperatura y humedad dentro de las naves. Esto se evidencia mediante la recopilación de datos proporcionados por los sensores (Figura 13, 14, 15, 16), los cuales indican que existen condiciones óptimas para la reproducción y el desarrollo de los artrópodos plaga y enfermedades mencionadas previamente. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar estrategias de manejo integrado que consideren el monitoreo de estos parámetros ambientales para anticipar brotes y actuar de forma preventiva.

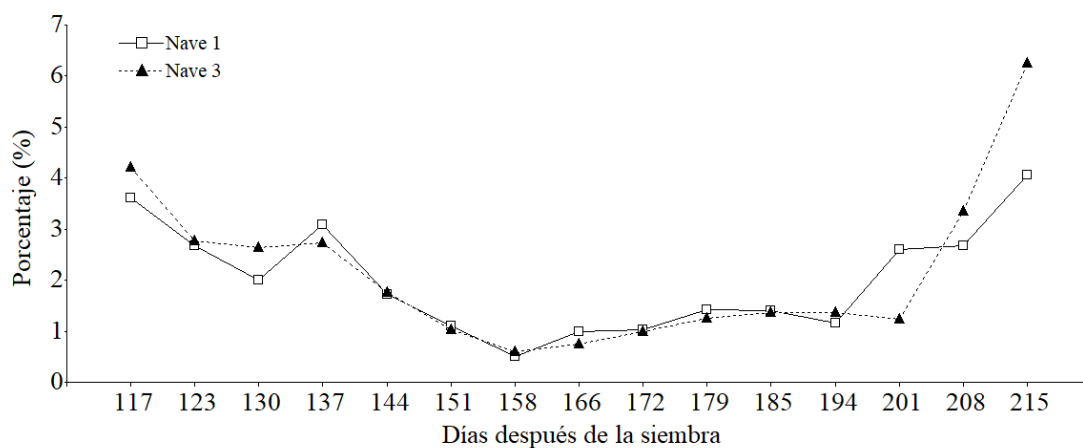
4.2.11 Calidad de fruto

4.2.11.1 Pérdidas en cosecha.

La Figura 32 muestra una tendencia decreciente en los valores de pérdida durante las primeras fases del cultivo, alcanzando sus valores más bajos entre los 151 y 158 dds, con pérdidas de 1,11% en nave 1 y 1,03% en nave 3 a los 151 dds, y un mínimo en los 158 dds (0,50% en nave 1 y 0,60% en nave 3). Sin embargo, a partir de los 179 dds, las pérdidas comienzan a incrementarse, con valores de 1,43% en nave 1 y 1,26% en nave 3, alcanzando su punto más alto en los 215 dds (4,07% en nave 1 y 6,25% en nave 3).

Figura 32

Pérdidas en cosecha

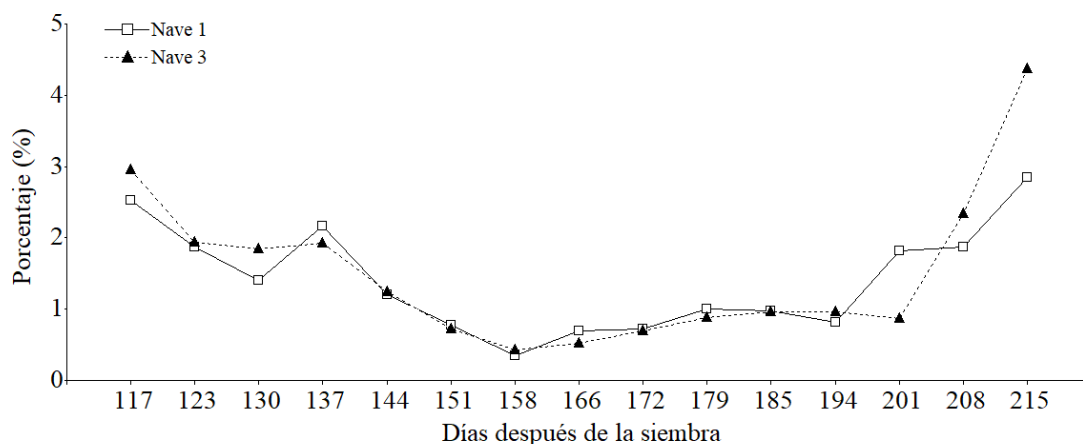


4.2.11.2 Pérdidas por insectos.

Las pérdidas por plagas indican una tendencia decreciente en los primeros días (Figura 33), con valores que disminuyen progresivamente, alcanzando entre los 151 y 172 dds pérdidas de 0,77% y 0,72% en las naves 1 y 3 respectivamente, con mínimo en los 158 dds (0,35% en nave 1 y 0,42% en nave 3). Sin embargo, a partir de los 179 dds, las pérdidas comienzan a incrementarse, con valores de 1% en nave 1 y 0,88% en nave 3, alcanzando su punto más alto en los 215 dds (2,85% en nave 1 y 4,38% en nave 3).

Figura 33

Perdidas en cosecha por artrópodos plaga

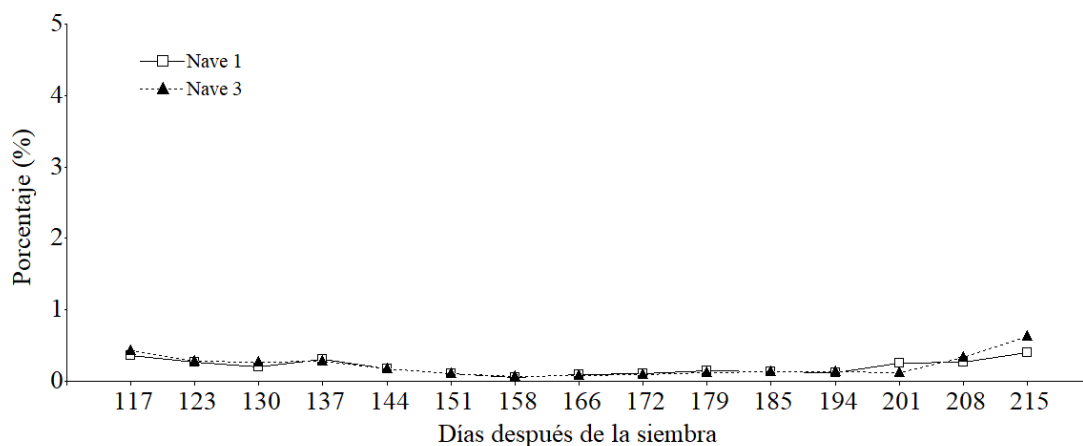


4.2.11.3 Perdidas por enfermedades.

Los daños fúngicos indican tendencia descendente (Figura 34), con valores que alcanzan sus niveles más bajos entre los 151 y 172 dds., la nave 1 registra pérdidas de 0,11% y 0,10%, mientras que en la nave 3 los valores son de 0,10% y 0,10%, respectivamente. La menor incidencia se presenta en los 158 dds, con 0,05% en la nave 1 y 0,06% en la nave 3. A partir de los 179 dds, se evidencia un aumento progresivo en las pérdidas, con valores de 0,14% en nave 1 y 0,13% en nave 3, alcanzando el mayor impacto en los 215 dds con 0,41% en nave 1 y 0,63% en nave 3.

Figura 34

Perdidas en cosecha por hongos.

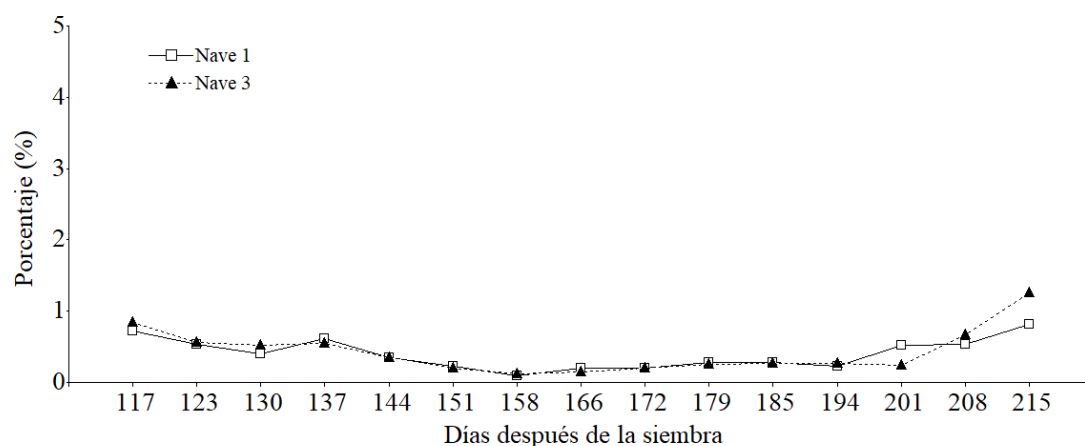


4.2.11.4 Pérdidas por daño mecánico.

La Figura 35 muestra una reducción gradual en las primeras fases del cultivo, registrando sus niveles más bajos entre los 151 y 172 días dds. En este período, las pérdidas alcanzan 0,22% en la nave 1 y 0,21% en la nave 3 en los 151 dds, con un mínimo en los 158 dds, con 0,10% en la nave 1 y 0,12% en la nave 3. Posteriormente, se evidencia un ligero incremento a partir de los 179 dds (0,29% en nave 1 y 0,25% en nave 3), seguido de un crecimiento más notorio en los 201 y 208 dds, con valores de 0,52% y 0,53% en nave 1, y 0,25% y 0,67% en nave 3, respectivamente. El punto máximo se registró en los 215 dds, con 0,81% en nave 1 y 1,25% en nave 3, lo que sugiere que el daño mecánico aumenta conforme avanza la cosecha, posiblemente debido a procesos de manipulación más intensivos en las etapas finales.

Figura 35

Pérdidas en cosecha por manipulación



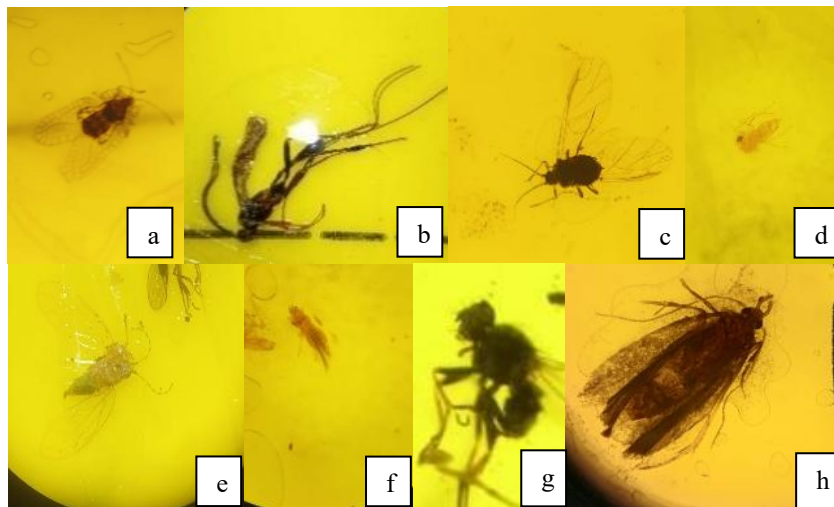
Este análisis proporciona una visión general sobre las pérdidas en la producción, identificando los principales factores que contribuyen a su incremento. Los picos más altos de afectación registrados corresponden a daños provocados por insectos (4,38%), seguidos por causas mecánicas (1,25%) y enfermedades fúngicas (0,63%). De igual manera Carvajal (2012), se reporta pérdidas similares en la parroquia de Tumbaco. El daño mecánico representó una pérdida de hasta el 0,61%, mientras que el causado por plagas y enfermedades asciende al 2,44%. Finalmente, las deformidades en el cultivo de tomate riñón registro pérdidas del 0,31%.

4.3 Monitoreo indirecto

Los ordenes encontrados en las trampas amarillas fueron himenóptera, díptera, hemíptera, lepidóptera, trysanoptera. En el monitoreo se hallaron insectos plaga: áfidos, trips, fungus gnats, micro lepidóptera, psyllidae, tingidae, minador, mosca blanca y trips (Figura 36). Mientras que los insectos benéficos encontrados pertenecen a los órdenes: Hemíptera, Hymenoptera y Coleóptera (Figura 37).

Figura 36

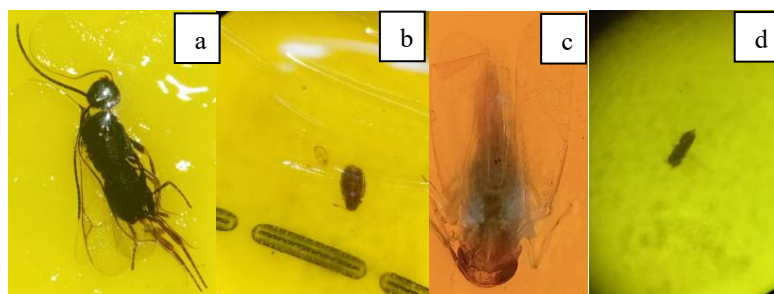
Insectos plaga encontrados



Nota: a. Tingidae; b.Fungus gnats; c. Áfido; d. Mosca blanca; e. Psílido; f. Trips; g. Mosca minador h. Micro lepidóptera

Figura 37

Insectos benéficos encontrados



Nota: a. Avispa parasitaria; b. Coccinellidae; c. Cicadellidae; d. Colembola.

4.3.1 Trampas cromáticas nave uno

En las Figuras 38 y 39 se presentan las plagas observadas, las cuales fueron separadas en dos figuras para poder apreciar mejor la dinámica poblacional a lo largo del tiempo.

La mosca blanca fue la plaga predominante durante el ciclo de monitoreo. Inició con una media de 119 individuos en los 123 días después de la siembra (dds), pero experimentó un incremento muy marcado hasta alcanzar su punto máximo en los 194 dds con 863 individuos. Posteriormente, su población disminuyó a 515 en el monitoreo final (208 dds), aunque se mantuvo como la plaga más abundante en todo el periodo. La mosca minadora también fue una plaga relevante, aunque su dinámica fue más estable: partió de 123 individuos en los 123 dds y con leves fluctuaciones, mostró una tendencia decreciente hasta 37 en los 208 dds. Estos dos insectos fueron los más numerosos y constantes en la nave.

Trips, por otro lado, mostró un comportamiento más irregular. Comenzó con una media de 32 individuos, descendió a 19 en el segundo monitoreo, alcanzó su máximo en los 151 dds con 36 individuos, pero luego decayó progresivamente hasta registrar apenas 2 individuos a los 208 dds. Fungus gnats fueron prácticamente inexistentes al inicio (0 individuos hasta los 137 dds), pero aumentaron significativamente hacia la mitad del periodo (19 individuos en los 166 dds), para después disminuir nuevamente hasta desaparecer en el último monitoreo.

Áfidos estuvieron presentes con valores muy bajos durante casi todo el periodo. Iniciaron con 2 individuos en los 123 dds, desaparecieron temporalmente y luego reaparecieron de forma paulatina, con su punto máximo en los 194 dds con 6 individuos, antes de disminuir a 2 en los 208 dds. Microlepidópteras solo se registraron en el monitoreo de los 194 dds (media de 0.5 individuos), por lo que no representan una plaga significativa en esta nave. Tanto Psyllidae como Tingidae estuvieron ausentes durante todo el monitoreo, sin ningún registro de individuos, lo que indica que no tuvieron relevancia como plagas en este ciclo.

Figura 38

Número de insectos plaga orden Diptera, Hemiptera, Thysanoptera – nave 1

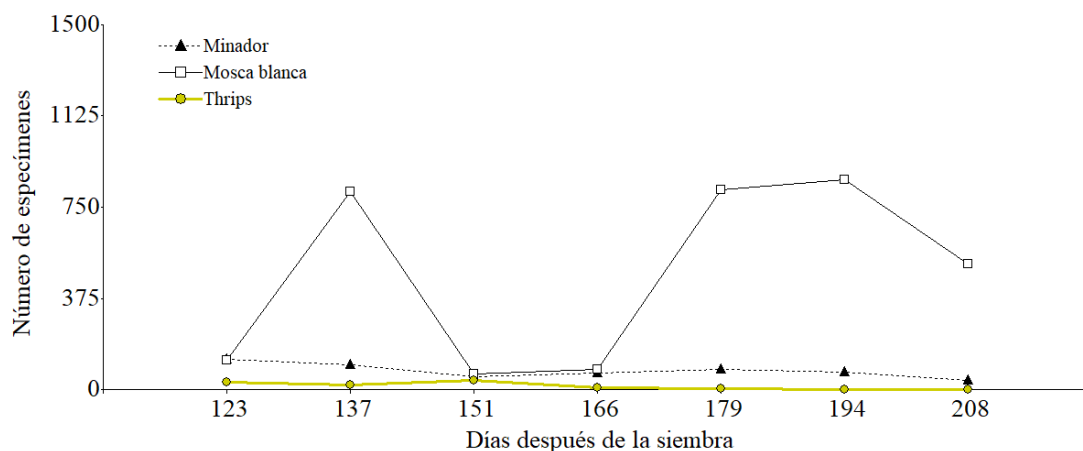
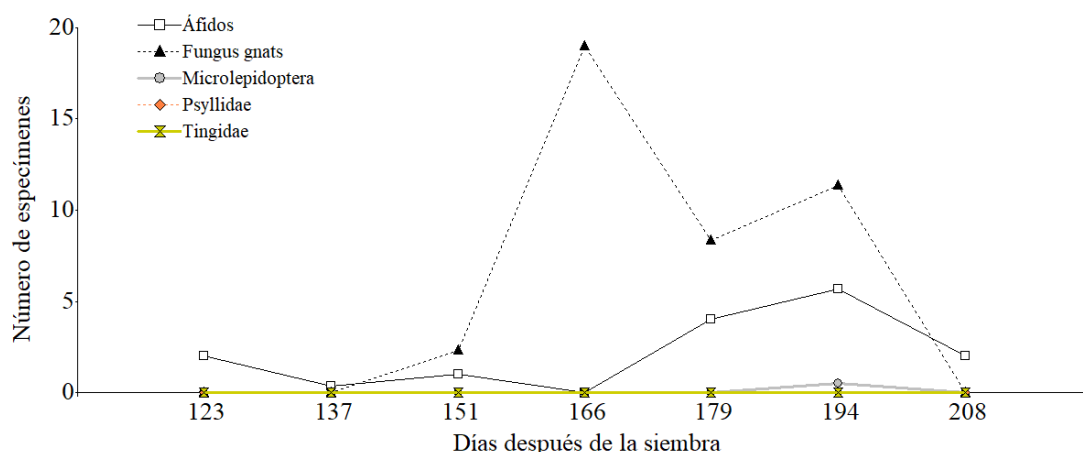


Figura 39

Número de insectos plaga orden Hemiptera, Diptera, Lepidoptera – nave 1



4.3.1.1 Insectos benéficos nave uno.

En la Figura 40 se presentan los insectos benéficos, destacando que el orden Hymenoptera registra el mayor número de especímenes debido a la presencia de la avispa parasitoide. Su presencia se registra desde el tercer monitoreo, con una media inicial de 0.33 individuos. A los 179 dds se registra su máximo valor, con 11 individuos, mientras que en los 208 dds se observa una reducción a una media de 2 individuos.

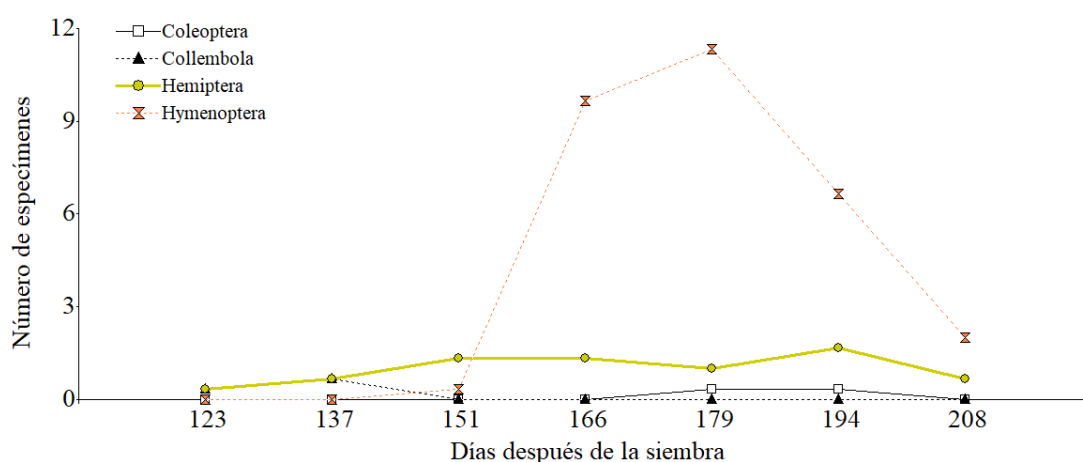
En relación con los insectos benéficos del orden Hemíptera, se observa que la familia Cicadellidae presenta un promedio de 0.33 individuos durante el primer monitoreo, incrementando a un espécimen en el segundo monitoreo. No obstante, en el penúltimo

monitoreo, correspondiente a los 194 dds, se registra el máximo valor con 2 individuos, para luego disminuir a un espécimen en los 208 dds.

Por otro lado, se identificaron insectos pertenecientes a los órdenes Coleóptera y Collembola, aunque con valores notablemente bajos. En el caso del orden Coleóptera, la familia Coccinellidae se limitó al quinto y sexto monitoreo, con una media de 0.33 individuos. De manera similar, el orden Collembola registró una media de 0.33 especímenes en el monitoreo inicial y un incremento a 0.67 individuos durante el segundo monitoreo.

Figura 40

Número de insectos benéficos – nave 1



4.3.2 Trampas cromáticas nave tres

Se destacó una mayor presión de plagas, especialmente por parte de la mosca blanca, que mostró un gran crecimiento poblacional (Figura 41 y 42). Inició con una media de 136 individuos (123 dds), aumentando progresivamente hasta un pico de 1419 individuos en los 179 dds, seguido por una reducción a 1228 y finalmente a 380 individuos en los 208 dds. El minador, al igual que en la Nave 1, mostró valores importantes y más estables: inició con 94 individuos, aumentó a su máximo de 155 insectos en los 151 dds y posteriormente fue descendiendo a 61 al final de la cosecha.

En cuanto a trips, estos comenzaron con niveles elevados (78 individuos en los 123 dds), pero su población cayó drásticamente en el segundo monitoreo (4 individuos), tuvo una leve recuperación (8 a los 179 dds), y finalizó con apenas 1 individuo, mostrando una clara tendencia decreciente. Áfidos estuvieron presentes en casi todos los monitoreos, pero con poblaciones bajas. Su pico fue de 2 individuos a los 166 dds, disminuyendo a 0 al final del monitoreo.

Fungus gnats, aunque estuvo ausente en los primeros monitoreos, tuvieron registros dispersos de baja magnitud (máximo de 3 individuos en los 151 dds), mostrando una presencia leve pero constante. Tingidae presentó un solo valor relevante (1.3 individuos en los 151 dds), y el resto del tiempo no se registró. Microlepidópteras y Psyllidae fueron prácticamente insignificantes, con valores cercanos a cero en todos los monitoreos, con una única presencia a los 151 dds con una media de 0.66 y 0.33 individuos respectivamente.

Figura 41

Número de insectos plaga orden Diptera, Hemiptera, Thysanoptera – nave 3

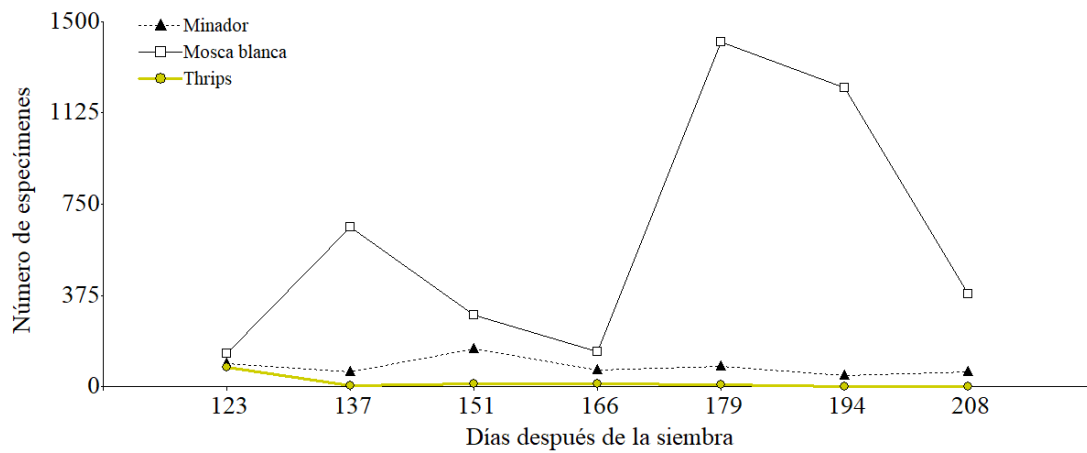
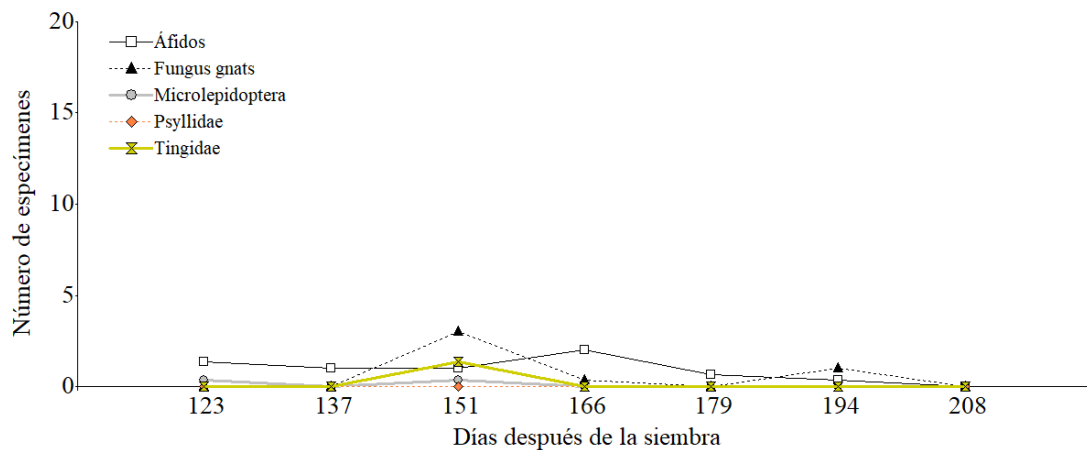


Figura 42

Número de insectos plaga orden Hemiptera, Diptera, Lepidoptera – nave 3



4.3.2.1 Insectos benéficos.

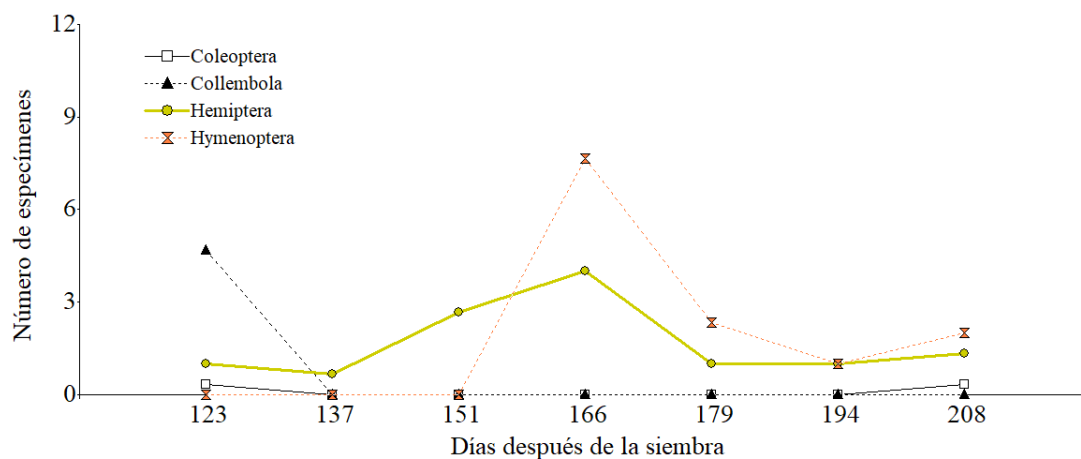
En la Figura 43 se observa los insectos benéficos, donde el orden Hymenoptera, representado por las avispas parasitoides, muestra un crecimiento significativo en su población a los 166 dds, con una media de 8 especímenes. Este grupo comienza a descender su valor en los 179 dds, registrando 2 individuos, para luego experimentar una disminución gradual que culmina con 2 especímenes a los 208 dds.

Por su parte, el orden Hemiptera, compuesto por Cicadellidae, inicia con 1 individuo en el primer monitoreo. Sin embargo, su población incrementa ligeramente a los 166 dds, alcanzando su valor máximo con 4 especímenes, para posteriormente disminuir a 1 individuo en el último monitoreo.

En contraste, los órdenes Coleóptera y Collembola presentan poblaciones consistentemente bajas. Por una parte, el orden Collembola registro su valor más alto en el primer monitoreo con 5 individuos aproximadamente, mientras que Coleóptera no sobrepasa la media de 0.33 insectos.

Figura 43

Número de insectos benéficos – nave 3



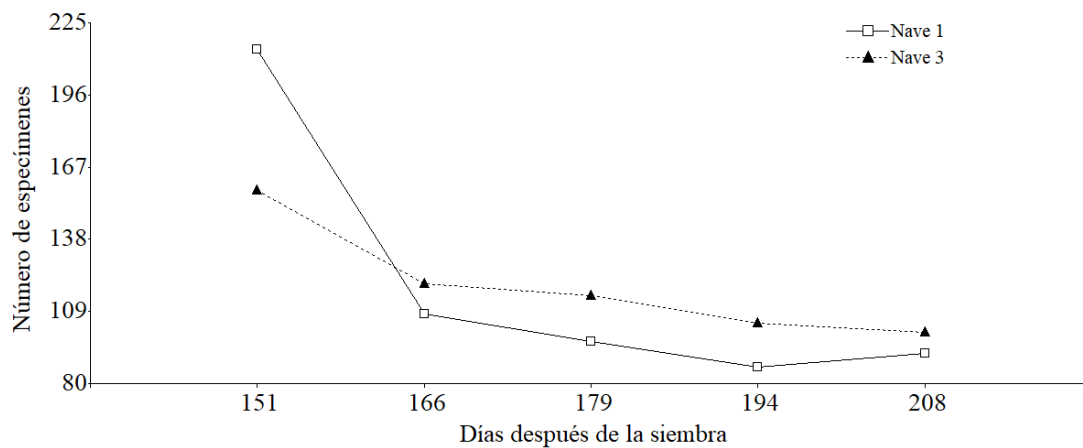
4.3.3 Trampas de feromonas

En la Figura 44 se presentan las medias de *T. Absoluta* capturados mediante feromonas en las diferentes naves. En la nave 1, los primeros días analizados (151 dds) registra un valor de 214 individuos, seguido de un descenso progresivo en los valores conforme aumenta el tiempo, con cifras más bajas a los 179 y 194 dds (97 y 87 insectos, respectivamente). Finalmente, a los 208 dds, se mantiene cercana a 92 insectos.

Por otro lado, en la nave 3, los valores siguen una tendencia similar con valores menores en comparación con la nave 1. A 151 dds, inicia en 158 individuos, y al igual que en la otra nave, disminuye progresivamente hasta alcanzar 101 en los últimos días registrados. Sin embargo, en algunos puntos específicos (166 y 179 dds), la media supera ligeramente a la de la nave 1, con 120 y 115 insectos.

Figura 44

Número de adultos de T. absoluta



Bengouga et al. (2023) realizaron un estudio sobre la diversidad entomológica utilizando trampas amarillas, en el cual se reportaron siete órdenes de insectos: hemípteros, himenópteros, lepidópteros, dípteros, neurópteros, tisanópteros y coleópteros. Según dicho estudio, las plagas predominantes fueron los dípteros, con una media de 428 individuos/trampa, cifra inferior a la de nuestro estudio, donde se registró un promedio de 575 insectos/trampa entre fungus gnats y mosca minadora. De manera similar, en el orden tisanóptero, los trips fueron inferiores en su estudio, con 69 individuos/trampa frente a los 110 de nuestro estudio. Sin embargo, para el orden hemíptera, conformado por áfidos, psyllidae y tingidae, así como para el orden lepidóptera, conformado por micro lepidópteras (*Tuta absoluta*), ambos estudios presentan cantidades pequeñas de individuos/trampa, registrando 12 en hemípteros y 1 lepidóptero en nuestro estudio, mientras que en su estudio 8 hemípteros y 2 lepidópteros. En cuanto a la mosca blanca si bien es parte del orden hemíptero no se reportó presencia en este estudio.

Referente a mosca blanca en el estudio de Asiry et al (2022), se registró una media de 5 827 insectos durante toda la evaluación en dos variedades de tomate riñón, un valor inferior en comparación con nuestro registro, el cual alcanza una media de 11 300 insectos durante todo el monitoreo.

En el estudio de Bengouga et al. (2023) se mencionan los órdenes de los insectos benéficos identificados, entre ellos Coleóptera, Díptera, Hymenoptera, Thysanoptera y Neuróptera, aunque no se especifica la cantidad exacta de individuos por orden. En comparación con nuestro estudio, coinciden tres órdenes: Hymenoptera, Hemiptera y Coleóptera, lo que refleja similitudes en la presencia de insectos benéficos registrados. Por otro lado, el orden Collembola no fue reportado en el estudio de Bengouga et al. (2023), evidenciando una diferencia en los grupos identificados.

Con respecto a las trampas de feromonas registraron un número elevado de individuos en el primer muestreo. Esto se atribuye a que, antes de iniciar el monitoreo en las naves, no se realizaba el retiro regular de los insectos atrapados, lo que generó una acumulación inicial. A partir del segundo registro, los valores se estabilizaron, sin embargo, en general registra un valor promedio 60 individuos/trampa. En comparación, Sadique et al. (2025), evaluaron la eficacia de diferentes trampas con feromonas para la captura de adultos de *T. absoluta*, reportando un promedio de 76 individuos por trampa.

4.4 Técnicas para el manejo integrado de plagas

Para el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón, se pueden implementar diversas estrategias como el diagnóstico y monitoreo regular, la adopción de prácticas culturales adecuadas, el empleo de métodos de control biológico, el uso de técnicas físicas y como última opción hacer uso de compuestos químicos.

4.4.1 Diagnóstico y monitoreo

4.4.1.1 Monitoreo directo.

El monitoreo directo es fundamental para detectar problemas de manera oportuna, permitiendo implementar acciones adecuadas que reduzcan la presencia de plagas o enfermedades detectadas.

Para controlar plagas como la mosca blanca, se deben priorizar las plantas de los bordes del invernadero, ya que suelen infestarse primero. Las ninfas se hallan en el envés de los folíolos bajos, mientras que los huevos están en los superiores. Se recomienda seleccionar entre 10 y 20 ejes por invernadero, revisando toda la planta durante el primer mes y registrando las ninfas observadas en un cuaderno para un control eficiente (Layana y Salas, 2019).

Un monitoreo de trips implica llevar un monitoreo semanal de las plantas, enfocándose principalmente en las flores del tomate riñón donde se hospedan con mayor frecuencia. Estos insectos pueden llegar a afectar de manera directa, alimentándose de hojas, tallos, flores y frutos (Ramos, 2023).

Con respecto a las galerías causadas por la mosca minador requiere un monitoreo temprano, enfocado la revisión de haz de las hojas donde se ubican las galerías causadas por esta mosca en etapa larvaria. Además, un monitoreo constante debido a que estos inician la infección en los viveros donde se producen las plántulas, siendo esta una de las principales rutas por las cuales llegan a los invernaderos de producción (INTAGRI, 2017).

4.4.1.2 Monitoreo indirecto.

El uso de trampas cromáticas de color amarillo ha demostrado ser altamente efectivas en la captura de insectos plaga como pulgones, moscas blancas y minadores de hoja, debido a la atracción visual que este color ejerce sobre diversas especies. Estas trampas están elaboradas a partir de láminas de plástico amarillo recubiertas con sustancias adhesivas, que pueden ser pegamentos de larga duración en el caso de trampas comerciales, o aceites minerales o vegetales en versiones artesanales. Su instalación en campo se realiza mediante estacas que permiten ubicarlas a la altura adecuada del cultivo (Ávila, 2010).

Por otro lado, la implementación de feromonas sexuales constituye una estrategia eficaz dentro del manejo integrado. En plagas como *Tuta absoluta*, permite reducir significativamente la dependencia de insecticidas de síntesis química. Estas feromonas pueden incorporarse en dos tipos de trampas según el objetivo: las trampas tipo delta (forma triangular), utilizadas principalmente para el monitoreo y seguimiento poblacional de adultos, y las trampas de agua, orientadas a la captura masiva de individuos con el fin de disminuir su presencia en el cultivo. Ambas herramientas son complementarias y desempeñan un papel clave en la detección oportuna y el control sustentable (Castresana & Puhl, 2017).

4.4.2 Control cultural

4.4.2.1 Podas sanitarias.

El deshoje se realiza a las hojas envejecidas ubicadas por debajo del último racimo cosechado, debido a que estas no aportan beneficios fisiológicos a la planta. Estas representan una fuente potencial de inóculo para plagas y enfermedades como *Tuta absoluta* (polilla del tomate), *Trialeurodes vaporariorum* (mosquita blanca) y *Botrytis cinerea* (moho gris). La eliminación se realiza mediante un corte completo en la base del pecíolo. Se recomienda efectuar esta práctica en horas de la tarde, cuando la temperatura oscila entre 20 y 25 °C y la humedad relativa es inferior al 50 %, con el fin de reducir el riesgo de infecciones a través de las heridas de corte (Torres, 2017).

4.4.2.2 Tutorado.

A partir de la sexta semana después del trasplante, se implementa el tutorado en el cultivo de tomate riñón, una práctica agronómica clave tanto para el soporte estructural como para la prevención de plagas y enfermedades. Este sistema consiste en colocar estacas de aproximadamente dos metros de altura en los extremos y el centro de cada surco, sobre las cuales se fija un alambre galvanizado de calibre grueso que se extiende a lo largo del cultivo. A dicho alambre se atan cuerdas que parten desde la base de cada planta hasta su punto de crecimiento más alto, guiando su desarrollo vertical. Esta técnica permite mantener el follaje y los frutos alejados del suelo, reduciendo el riesgo de infecciones fúngicas y bacterianas, y mejora la circulación del aire y la exposición solar (Gómez & Morales, 2020).

4.4.2.2 Manejo de arvenses.

Para evitar que estas malezas se conviertan en invasoras o perjudiquen el crecimiento del cultivo, es necesario realizar labores de control de manera manual y constante a lo largo del ciclo vegetativo. Generalmente, se efectúan tres intervenciones estratégicas: la primera ocurre cerca de las tres semanas posteriores al trasplante, la segunda alrededor del tercer mes, cuando inicia el desarrollo de los frutos, y la última durante la fase de producción. Este proceso de desmalezado puede llevarse a cabo mediante métodos mecánicos como el uso de azadón o machete (López, 2017).

4.4.2.3 Rotación de cultivos.

La repetición constante del cultivo de tomate en un mismo invernadero favorece la permanencia de plagas y enfermedades asociadas, como la mosca blanca y Tuta absoluta, cuya presencia puede intensificarse al existir condiciones favorables y cultivos hospedantes continuos. Para reducir estos riesgos, se recomienda implementar una rotación con especies no hospedantes de los principales virus y plagas del tomate, como cucurbitáceas (melón, calabaza, pepino). Es fundamental evitar el uso de cultivos como el pimiento o la habichuela, ya que pueden actuar como reservorios de virus como TYLCV (virus de la cuchara) o ToCV (virus de la clorosis del tomate). Además de disminuir la presión de plagas, la rotación ayuda a conservar la fertilidad del suelo y a mantener un equilibrio biológico favorable, contribuyendo al éxito agronómico y sanitario del sistema (Santos et al., 2020).

4.4.3 Control biológico

Existen diversos organismos utilizados en el control biológico de plagas en el cultivo de tomate (Tabla 4), entre los que se destacan parasitoides como *Aphidius* spp. y *Aphelinus abdominalis*, depredadores como *Aphidoletes aphidimyza*, y coleópteros como *Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis* para el control de áfidos. Por otro lado, para larvas de minador de hojas, se identificaron 7 especies parasitoides: *Cirrospilus vittatus*, *Chrysonotomyia formosa*, *Diglyphus chabrias*, *D. isaea*, *Hemiptarsenus varicornis*, *H. zilahisebessi* y *Opius* sp. Entre ellas, *Ch. formosa* demostró ser la más efectiva en tomate riñón, destacándose por su alta capacidad de control (Ávila, 2010).

Nesidiocoris tenuis, también conocido en algunas regiones como chinche saltona, se destaca como uno de los agentes de control biológico más eficaces frente a la mosca blanca en cultivos de tomate, además de actuar contra otras plagas al alimentarse de trips, ácaros y huevos de Tuta absoluta. Se recomienda realizar su liberación previa al trasplante en el vivero, de modo que el insecto inicie su actividad depredadora desde las etapas iniciales del cultivo. No obstante, es importante considerar que, al alcanzar densidades poblacionales elevadas, este insecto puede alimentarse de tejidos de la planta de tomate, generando daños menores que, aunque poco significativos, deben ser monitoreados (Santos et al., 2020).

Tabla 4*Enemigos naturales para el control de plagas en tomate*

Plaga	Enemigos naturales	Tipo de agente biológico
Áfidos (pulgones)	<i>Aphelinus abdominalis</i>	Parasitoide
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Depredador
	<i>Hippodamia convergens</i>	Depredador
	<i>Harmonia axyridis</i>	Depredador
Larvas de minador de hojas (<i>Liriomyza</i> spp.)	<i>Cirrospilus vittatus</i>	Parasitoide
	<i>Chrysonotomyia formosa</i>	Parasitoide
	<i>Diglyphus chabrias</i>	Parasitoide
	<i>Diglyphus isaea</i>	Parasitoide
	<i>Hemiptarsenus varicornis</i>	Parasitoide
	<i>Hemiptarsenus zilahisebessi</i>	Parasitoide
Mosca blanca, Trips, Ácaros y huevos de <i>Tuta absoluta</i>	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Depredador

4.4.4 Control químico

Gómez y Morales (2020), indica que el cultivo de tomate presenta una elevada vulnerabilidad frente al ataque de plagas y enfermedades, lo cual ha incrementado progresivamente la dependencia del uso de agroquímicos. Esta situación no solo representa un desafío para el manejo fitosanitario, sino que también puede comprometer el rendimiento y la sostenibilidad del sistema productivo. Por lo cual mencionan los siguientes productos agroquímicos para el cultivo (Tabla 5).

Tabla 5*Productos químicos para el control de plagas en tomate*

Plagas y enfermedades	Medida de control	de	Método de aplicación	de	Dosis	Plazo de seguridad	de
Mosca blanca	Pimetrozina		Pulverizado normal, tratando a favor del viento		50 gr/100 L agua	3 días	
Áfidos	Aphox		Pulverización normal		100 gr/100 L agua	127 días	
Cogollero del tomate	Cipermetrina		Liquida y aspersion		300 – 350 cc/ha	3 – 4 semanas	
Tizón tardío	Antracol WP 70		Polvo mojable, aplicar por aspersion		230 – 300 gr/ 100 L agua	8 días	
Moho gris	Bedomil 50 wp		Polvo mojable		0,5 l g/ 1L agua		

4.4.5 Control orgánico

4.4.5.1 Extracto de ajo y ají.

El uso de extractos vegetales a base de ajo y ají ha mostrado efectividad en el manejo de insectos fitófagos de tipo chupador, como áfidos y mosca blanca en cultivos hortícolas. Para la elaboración del extracto se requiere 50 gramos de dientes de ajo y 50 gramos de ají, los cuales deben ser previamente triturados. Esta mezcla se coloca en un recipiente no metálico de 3 litros, al que se añade 1 litro de alcohol etílico al 90%. El contenido se deja en maceración durante siete días, una vez transcurrido este tiempo, el extracto se filtra para eliminar los residuos sólidos y se almacena en un frasco con tapa hermética (FAO, 2013b).

4.4.5.2 Extracto de cebolla.

El extracto de cebolla se emplea con eficacia en el manejo de plagas como pulgones, moscas y gorgojos. Para su preparación, se trituran ocho cebollas y se colocan en un recipiente no metálico, al cual se añade 1 litro de agua reposada. La mezcla se tapa y se deja en reposo durante 24 horas. Luego, se filtra y se diluye una parte del preparado en tres partes de agua, agregando una cucharadita de aceite emulsionante para mejorar la adherencia foliar (FAO, 2013b).

4.4.5.3 Extracto de tabaco.

La solución fermentada de tabaco es un excelente controlador de áfidos, mosca blanca y trips, para elaborar el extracto se incorpora 1 kg de hojas secas en 10 litros de agua, dentro de un recipiente no metálico con tapa. La mezcla se deja fermentar durante 15 días, manteniendo el envase cubierto para evitar contaminación, mientras se agita periódicamente. Finalizado este tiempo, se filtra y se añade jabón blanco como agente adherente para mejorar la efectividad del extracto sobre la superficie foliar. Este preparado se aplica directamente, sin dilución, procurando cubrir toda la planta, y se recomienda repetir su aplicación a los 20 días (FAO, 2013b).

4.4.5.4 Extracto a base de semilla de aguacate.

El extracto de semilla de aguacate ha demostrado ser eficaz en el control preventivo de plagas como la mosca minadora, al actuar como repelente natural de los adultos ovoposidores. Para su preparación, se rallan dos semillas de aguacate, las cuales se colocan en un envase no metálico de 2 litros con agua recién hervida. La mezcla se deja en remojo durante toda la noche. Luego, se filtra y se diluye en un volumen total de 10 litros de agua, obteniendo así un biopreparado listo para su aplicación foliar (FAO, 2013b).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El análisis de la incidencia de plagas y enfermedades muestra que la mayor presencia es de cogollero del tomate (*Tuta absoluta*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (*Frankliniella occidentalis*), galerías de minador (*Liriomyza huidobrensis*) y enrollamiento de hojas (*platynota flavedana*). Las dos últimas mencionadas alcanzaron niveles críticos en ambas naves, llegando hasta un 100 %. Asimismo, las enfermedades causadas por *Botrytis cinerea* y *Phytophthora infestans* se identificaron como las más relevantes, alcanzando en el caso del tizón tardío una incidencia de hasta 97 %, lo que evidencia su papel como principales limitantes del cultivo de tomate riñón bajo invernadero en Chaltura.

En cuanto a la severidad, los valores más altos correspondieron a botritis y tizón tardío, con afectaciones de hasta 50% en flores y 39% en hojas, respectivamente. Estos datos muestran que no solo es preocupante la frecuencia con la que están presentes estos patógenos, sino también el nivel de daño que provocan, ya que afectan seriamente tanto la cantidad como la calidad de la producción.

La dinámica poblacional de los artrópodos reveló que mosca blanca y mosca minadora presentan los picos más altos de abundancia, con 1 419 individuos de mosca blanca y 155 de minador en los momentos críticos del ciclo. Estos incrementos coincidieron con periodos de mayor humedad relativa (>80 %) y temperaturas dentro del rango óptimo para su desarrollo (20–25 °C). Por otro lado, los enemigos naturales (avispa parasitoides, coccinélidos y crisópidos) mostraron datos más bajos (máximo de 11 individuos), lo que refleja un desbalance ecológico en el sistema, donde la presión de plagas supera la capacidad de control biológico natural.

Los hallazgos confirman la necesidad de implementar un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) ajustado a las condiciones locales. La combinación de alta incidencia de plagas (hasta 100 % en algunos muestreos) y pérdidas en cosecha de hasta 6.25 % evidencia que las medidas actuales no son suficientes. Se recomienda priorizar el monitoreo constante, la detección temprana de picos poblacionales y la integración de tácticas como el uso de trampas cromáticas y de feromonas, la rotación de insecticidas selectivos y la conservación/introducción de enemigos naturales. Estas acciones permitirán reducir pérdidas y mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de monitoreo semanal con trampas cromáticas y feromonas para detectar a tiempo incrementos de cogollero del tomate y mosca blanca.
- Ajustar la ventilación y el riego de los invernaderos en periodos de alta humedad (>80 %), ya que estos favorecen la aparición de *Botrytis cinerea* y *Phytophthora infestans*.
- Introducir o fomentar enemigos naturales, como *Nesidiocoris tenuis* para control de mosca blanca, trips y cogollero del tomate. Además de liberar himenópteros parasitoides como *Cirrospilus vittatus* para reducir poblaciones de mosca minadora.
- Capacitar a los productores en el uso racional de insecticidas, promoviendo la rotación de ingredientes activos y priorizando productos de bajo impacto ambiental para disminuir resistencia y contaminación al entorno.

REFERENCIAS

- Agricultura y Agroalimentación de Canadá. (2024). *Perfil de cultivo para tomate de invernadero en Canadá, 2023* (6.^a ed.). Programa de Reducción de Riesgos de Pesticidas, Centro de Manejo de Plagas. Gobierno de Canadá. https://publications.gc.ca/collections/collection_2024/aac-aafc/A118-10-24-2023-eng.pdf
- AGROCALIDAD. (2015). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para tomate riñón (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Guía-de-BPA-para-tomate-de-riñón.pdf>
- Albuja, L. M., Carrión, A. M., Jiménez, R., & Lao, M. T. (2025). Diagnóstico de la Agricultura Protegida en Imbabura—Ecuador, Período 2016-2023. *Agronomía*, 15 (1), 166. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010166>
- Alvarez, D. L., Hayashida, R., Santos, D. M., Silva, F. B., Müller, C., Krause-Sakate, R., Hoback, W. W., & Oliveira, R. C. (2025). Thermal Tolerance and Host Plant Suitability of *Bemisia tabaci* MED (Gennadius) in Brazilian Legume Crops. *Agronomy*, 15(7), 1622. <https://doi.org/10.3390/agronomy15071622>
- Anguisaca, N. J. (2022). *Caracterización de ocho cultivares de tomate riñón hasta su fase de floración bajo cubierta plástica, y evaluación de resistencia al hongo Oidium sp.* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/9a756d99-e5cc-4e8a-aadf-a9852cfce3bf>
- Asiry, KA, Huda, MN y Mousa, MAA (2022). Abundancia y dinámica poblacional de las principales plagas de insectos y características agronómicas de variedades de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) bajo diferentes densidades de siembra como método sostenible de control de plagas. *Horticulturae*, 8 (10), 976. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100976>
- Ávila, N. (2010). *Dinámica poblacional de las principales plagas insectiles y situación del manejo fitosanitario del cultivo de chile y tomate en el Bajío michoacano*. Universidad Autónoma Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/1288>
- Batuman, O., Turini, T. A., LeStrange, M., Stoddard, S., Miyao, G., Aegerter, B. J., Chen, L.-F., McRoberts, N., Ullman, D. E., & Gilbertson, R. L. (2020). Development of an

IPM Strategy for Thrips and Tomato spotted wilt virus in Processing Tomatoes in the Central Valley of California. *Pathogens*, 9(8), 636. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080636>

Blancard, D. (2011). *Enfermedades del tomate: identificar, conocer, controlar*: (ed.). Mundi-Prensa. <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/101975?page=24ç>

Bengouga, N., Bensaci, E., & Moussadek, S. (2023). *Entomological diversity associated with tomato cultivation under organic shelter in the El-Outaya Region (Biskra, Algeria)*. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Biologia*, 68(1), 5-19. <https://doi.org/10.24193/subbbiol.2023.1.01>

Burgos Torres, D. (2014). *Identificación, caracterización y control del agente causal de la enfermedad "Mancha Negra del Tallo", que ataca al tomate de mesa (Solanum lycopersicum), bajo condiciones de invernadero*. Tumbaco, Pichincha. Quito: UCE. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2455>

Cañarte, E., Valarezo, O., & Navarrete, B. (2015). Manejo integrado de *Prodidiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en Ecuador. Conferencia: Memorias del primer Simposio Internacional "Manejo Integrado de Plagas en Solanáceas".

Chang, Y. W., Zhang, X. X., Lu, M. X., Gong, W. R., & Du, Y. Z. (2020). Transcriptome analysis of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in response to temperature stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 34, 100677. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2020.100677>

Castillo Gavidia, Gilson Rolando. (2022). *Evaluación de la rotación y periodos de aplicación de productos para el manejo de Phytophthora infestans en tomate (Solanum lycopersicum) a campo abierto*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17217>

Castresana, J. E., & Puhl, L. E. (2017). Estudio comparativo de diferentes trampas de luz (LEDs) con energía solar para la captura masiva de adultos polilla del tomate *Tuta absoluta* en invernaderos de tomate en la Provincia de Entre Ríos, Argentina. *IDESIA (Chile)*, 35(4), 87–95. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292017000400087>

- Ciliberti, N., Fermaud, M., Roudet, J., Languasco, L., & Rossi, V. (2016). *Environmental effects on the production of Botrytis cinerea conidia on different media, grape bunch trash, and mature berries*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(2), 262-270. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12217>
- Colimba-Limaico, Javier Ezcequiél, Sergio Zubelzu-Mínguez y Leonor Rodríguez-Sinobas. (2022). Programación óptima del riego para el cultivo de tomate en invernadero (*Solanum lycopersicum* L.) en Ecuador. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051020>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato [CESAVEG]. (2017). Info Agrónomo. <https://infoagronomo.net/plagas-y-enfermedades-del-tomate-pdf/>
- Esquivel, LF, Tlapal, B., Tovar, JM, Pérez, O., Leyva, SG, & Camacho, M. (2022). Eficacia de productos biorracionales para el manejo de enfermedades del tomate en producción de invernadero. *Plantas*, 11 (13), 1638. <https://doi.org/10.3390/plants11131638>
- FAO. (2013a). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=21f8b940-15ed-5b99-a736-69611d777cef/>
- FAO. (2013b). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. 37 pp. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3360s.pdf>
- FAO. (2022). Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4769en>
- FAO. (2023). Estadísticas de producción agrícola 2000-2022. Resúmenes analíticos de FAOSTAT, núm. 79. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc9205en>
- FAOSTAT. (2024). Base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Ecuador.
- Fu, Hongdan, Meiqi Guo, Xuan Shan, Xiaolan Zhang, Zhouping Sun, Yufeng Liu y Tianlai Li. (2023). 13 ciclos consecutivos de monocultivo de tomate alteran las propiedades químicas del suelo y la comunidad de hongos del suelo en invernadero solar. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040505>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante. (2022). <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/chaltura/>

- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San José de Chaltura. (2023). Plan de desarrollo territorial 2023-2030. <https://chaltura.gob.ec/pdot/1/>
- Google Earth. (2024). <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
- Gómez, A & Morales, K. (2020). Manejo integrado de cultivos (MIC) de tomate, bajo dos sistemas de producción agrícola (agroecológico y con productos químicos). Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/944>
- González, X. (2023). Un buen monitoreo es sinónimo de un buen control. *Redagícola*. <https://redagricola.com/un-buen-monitoreo-es-sinonimo-de-un-buen-control/>
- Hu W, Hong W, Wang H, Liu M, Liu S. (2023). A Study on Tomato Disease and Pest Detection Method. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app131810063>
- INTAGRI. 2017. Estrategias de Control de Minadores en Tomate. Serie Fitosanidad Núm. 97. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/estrategias-de-control-de-minadores-en-tomate>
- Layana S., A & Salas F., C. (2019). Guía de monitoreo de plagas en tomate protegido (Parte I): Polilla del tomate (*Tuta absoluta*). La Serena, Chile: Ficha Técnica INIA Intihuasi, N° 10. 2 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66892>
- Layana S., A & Salas F., C. (2019). Guía de monitoreo de plagas en tomate protegido (Parte II): Mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*). La Serena, Chile: Ficha Técnica INIA Intihuasi, N° 11. 2 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66893>
- Larraín S. Patricia. (2011). Descripción, ciclo biológico, hospederos y aspectos etológicos de *Tuta absoluta*. Ponencia Taller regional para la vigilancia fitosanitaria de la palomilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick), Mazatlán, Sinaloa, México.
- Loaiza, A. (2022). Efecto de tres estrategias de manejo integrado sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en la Estación Experimental Zapotepamba. Universidad Nacional de Loja. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24848>

- López Auquilla, E. I. (2023). Estudio del control biológico y químico de la roya (*Puccinia pittieriana* H.) en cultivo establecido de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill) Cv. Dominique en invernadero. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19392>
- López, L. (2017). Manual Técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Costa Rica: ISBN 978-9968-586-27-6. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Messelink, GJ, Lambion, J., Janssen, A. y van Rijn, PCJ (2021). Biodiversidad en invernaderos y sus alrededores: Beneficios y riesgos potenciales para el manejo de plagas. *Insects*, 12 (10), 933. <https://doi.org/10.3390/insects12100933>
- Miller, J., Adams, C., Weston, P. y Schenker, J. (2015). Trapping of small organisms moving randomly: Principles and applications to pest monitoring and management. Springer. <http://library.lol/main/B27E0C5CE6247FEB6693540310EE3C4E>
- Mohamed, SA, Azrag, AGA, Obala, F. y Ndlela, S. (2022). Estimación de los parámetros demográficos de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) mediante modelos de desarrollo dependientes de la temperatura y su validación bajo fluctuaciones de temperatura. *Biology*, 11 (2), 181. <https://doi.org/10.3390/biology11020181>
- Mujica, N. (2015). Modelo fenológico dependiente de la temperatura de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). 57. Convención Nacional de Entomología. Huanuco (Peru). 2-5 Nov 2015. Lima (Peru). Sociedad Entomológica del Peru. 1 p
- Ortega, G. Cevallos, J. Vera, K. Castro, R. Narváez, C. López, B. (2022). Evaluación y selección de híbridos de tomate *Solanum lycopersicum* L. (Mill.) en Puerto la Boca, Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 10(1), 21-31. Epub 01 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2022.100100021>
- Pazmiño, S. (2020). Evaluación de cuatro niveles de fertilización en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en Puellaró- Pichincha. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9998>

- Peralta, C. O., Giancola, S. I., Lombardo, E. P., Mika, R. H., & Carbajo Romero, M. S. (2022). Introducción al manejo integrado de plagas, monitoreo de plagas en cítricos y fenología del cultivo. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13979>
- Pérez, W. Forbes, G. (2017). Centro Internacional de la Papa. 2017. ¿Qué es el tizón tardío? Lima (Peru). Centro Internacional de la Papa (CIP). 2 p. <https://hdl.handle.net/10568/96073>
- Postic, E.; Outreman, Y.; Derocles, S.; Granado, C.; Le Ralec, A. (2021). Genética de poblaciones silvestres y criadas en masa de un parasitoide generalista de áfidos y mejora del control biológico. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249893>
- Pujota, A. (2013). Sistematización del manejo integrado de *Frankliniella occidentalis*, en el cultivo de rosas bajo invernadero en el sector de Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo Provincia de Pichincha. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5076>
- P.S. Georgantopoulos, D. Papadimitriou, C. Constantinopoulos, T. Manios, I.N. Daliakopoulos, D. Kosmopoulos. A Multispectral Dataset for the Detection of *Tuta Absoluta* and *Leveillula Taurica* in Tomato Plants, *Smart Agricultural Technology*, Volume 4, 2023, 100146, ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100146>
- Quilumbaquín, F. (2024). Efecto del silicio en el control de plagas en tomate riñón (*Lycopersicon Esculentum* M.) variedad fortaleza en el cantón Pedro Moncayo [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15681>
- Ramírez, G. (2013). "Evaluación agronómica bajo cubierta de tres híbridos de tomate riñón (*lycopersicon sculentum* mill), en la Provincia de Santo domingo de los Tsáchilas". <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6247>
- Ramos Tapia, W. D. (2023). Métodos para el control del Trips en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) [Trabajo de titulación, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo]. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14941/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000503.pdf?sequence=1>.

- Rodríguez, V. Guzmán, M., Zapata, M., Jaramillo, J. (2007). Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13469>
- Rubio, W. A., López, C. A., López, A., Retes-Manjarrez, J. E. (2021). Ocurrencia de *Platynota* sp.1 Causando Pudrición de Frutos de Pimiento Morrón en Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist*, 46(1). <https://doi.org/10.3958/059.046.0132>
- Sadique, M., Ishtiaq, M., Qayyum, M. A., Alkherb, W. A. H., Abbasi, A., Arshad, M., Ullah, U. N., Faried, N., Akram, M. I., & Rebouh, N. Y. (2025). Comparison of Pheromone Lures and Sticky Pad Color for Capturing *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insects*, 16(1), 94. <https://doi.org/10.3390/insects16010094>
- Santos Coello, B., Sánchez García, M., Hinostraza García, M. B., & Perera González, S. (2020). *Control de mosca blanca en cultivos jóvenes de tomate*. Cabildo de Tenerife. https://agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=704
- SIPA. Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador. (2023). Boletín situacional cultivo de tomate riñón. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/legumbres-hortalizas/tomate-rinon>
- Torres P., A. (2017). Manual de cultivo del Tomate al aire libre. La Cruz, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, no. 376. 96 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6707>
- Varela Sarauz, A. V. (2019). Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (*lycopersicum esculentum*) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8810>
- Vercher, R., & García Marí, F. (2013). Ecología y manejo de *Tuta absoluta* en tomate. *Agricultura: Revista agropecuaria*, (963), 442–446.
- Watanabe, H., Kojima, K., Hisatomi, S., & Shimazu, M. (2021). Estimación del riesgo de infección del hongo del moho gris del tomate mediante datos de temperatura y humedad. *Boletín de la Sociedad de Investigación de Enfermedades y Plagas de Kansai*, 63, 59–65. <https://doi.org/10.4165/kapps.63.59>