



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ETAPA LARVAL Y COMPORTAMIENTO MINADOR DE *TUTA ABSOLUTA*  
(MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN TOMATE (*SOLANUM  
LYCOPERSICUM* L.) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO COMERCIAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR: JOHNNY ALEJANDRO GALEANO POZO  
TUTORA: ROSITA GRACIELA ESPINOZA GAVILÁNEZ

Quito-Ecuador  
2026

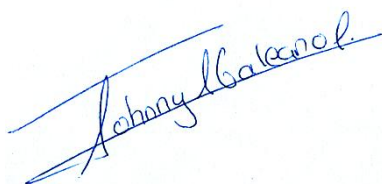
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Johnny Alejandro Galeano Pozo con documento de identificación N° 1752966398 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 10 de febrero del año 2026

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Johnny Galeano", written over a horizontal line.

-----  
Johnny Alejandro Galeano Pozo

1752963398

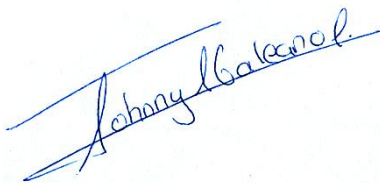
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Johnny Alejandro Galeano Pozo con documento de identificación No. 1752966398, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: Etapa larval y comportamiento minador de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de cultivo comercial, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de febrero del año 2026

Atentamente,



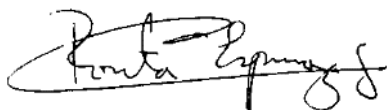
-----  
Johnny Alejandro Galeano Pozo  
1752966398

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rosita Graciela Espinoza Gavilánez con documento de identificación N° 0201116159, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ETAPA LARVAL Y COMPORTAMIENTO MINADOR DE *TUTA ABSOLUTA* (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO COMERCIAL, realizado por: Johnny Alejandro Galeano Pozo con documento de identificación N° 1752966398 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de febrero del año 2026

Atentamente,



---

Ing. Rosita Graciela Espinoza Gavilánez PhD

0201116159

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, quien me ha otorgado la vida, la salud y la fortaleza necesarias para alcanzar este logro tan significativo. Su luz ha iluminado mi camino y ha sostenido mi espíritu en cada paso de esta travesía.

A mi familia, mi mayor inspiración y refugio, entrego este esfuerzo con todo mi corazón. A mis padres, Héctor Galeano y Paulina Pozo, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido el cimiento sobre el que he construido mis sueños. Gracias por brindarme siempre la confianza y acompañarme en cada desafío.

A mis abuelitos, pilares de mi vida, especialmente a mi abuelita Patricia Puente y Mariana Viera, cuyo cuidado, consejos y bendiciones me han impulsado a seguir adelante. A mis abuelitos que hoy me miran desde el cielo, Héctor Pozo y Rafael Galeano, cuyo legado de valores, lucha y amor permanece vivo en mí y guía cada uno de mis pasos.

A mis tíos, especialmente Alex Pozo y María José Pozo, por su apoyo permanente, ayudándome desde la cercanía en cada detalle y cuidando con el proyecto realizado en el terreno que fue escenario de esta investigación.

A mis hermanos, Elmer Galeano y Shirley Galeano, por ser compañía constante, fuente de alegría y motivación durante todo este proceso.

Y a mi novia, Kerly San Pedro, cuyo amor, palabras y presencia han sido un verdadero sostén y una inspiración diaria, fortaleciendo mi espíritu y acompañándome en cada circunstancia.

A todos ustedes, vaya mi dedicación eterna; este logro es tan suyo como mío.

**JOHNNY GALEANO**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi querida familia, mi más sincero agradecimiento por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi pilar fundamental. A mis abuelitas, quienes con su cariño y enseñanzas han sido un ejemplo de vida; a mis padres, por su sacrificio, confianza y por brindarme el cultivo necesario para la realización de esta investigación; a mis hermanos, tíos y primos, quienes siempre han estado presentes alentándome y motivándome a seguir adelante. Cada uno de ustedes ha sido una fuente invaluable de inspiración y soporte, y a ellos les dedico este logro con todo mi amor.

Extiendo mi sincero agradecimiento a todos los docentes y al personal administrativo de la UPS Cayambe, por sus enseñanzas, su guía y sus consejos que han enriquecido mi formación académica y personal. A cada profesor y colaborador, mi respeto y reconocimiento por contribuir de manera significativa a mi crecimiento profesional y humano

De igual forma, agradezco al Ingeniero Gabriel Tustón, por brindarme la oportunidad y confianza para acceder al cultivo, permitiéndome así llevar a cabo la observación de esta investigación con éxito. Su colaboración ha sido muy importante para el desarrollo del trabajo y le estoy muy agradecido por su apoyo y disposición.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Ing. Rosita Espinosa por haber aceptado ser mi tutora en este trabajo de tesis. Su apoyo constante, guía experta y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y la culminación de este proyecto. Agradezco no solo su profesionalismo y enseñanza, sino también la calidad humana que siempre demostró, siendo una persona amable, comprensiva y generosa. Me siento muy afortunado de haber contado con su valioso acompañamiento durante esta etapa.

Por último, quiero agradecer de corazón a mi novia, por ser una constante fuente de amor, paciencia y motivación durante todo este proceso. Su acompañamiento, comprensión y ánimo fueron esenciales para superar los obstáculos y mantenerme enfocado hasta la consecución de esta meta.

**JOHNNY GALEANO**

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Generalidades de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).....	4
3.2. Trampas de feromonas.....	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
4.1. Ubicación.....	6
4.2. Material vegetal y Manejo agronómico del cultivo.....	6
4.3. Presencia y fluctuación de adultos de <i>Tuta absoluta</i> en campo .....	6
4.4. Preparación e instalación de trampas de Feromona para captura de adultos en <i>Tuta absoluta</i> .....	7
4.5. Monitoreo de estadio larval (instar) en que <i>Tuta absoluta</i> inicia la actividad minadora .....	8
4.6. Duración aproximada de la fase minadora larval .....	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	9
5.1. Presencia y fluctuación de adultos de <i>Tuta absoluta</i> registrados en trampas de feromonas en condiciones de cultivo comercial.....	9
5.2. Ciclo de <i>Tuta absoluta</i> y estadio larval (instar) en que la plaga inicia la actividad minadora (Eclosión, penetración y presencia de frass). .....	11
5.2.1. Huevos de <i>Tuta absoluta</i> .....	11
5.2.2. Larvas de <i>Tuta absoluta</i> .....	13
5.2.3. Presencia de frass asociada a la actividad larval .....	16
5.2.4. Pupa de <i>Tuta absoluta</i> .....	16
5.2.5. Adultos de <i>Tuta absoluta</i> .....	18
.....	19
5.3. Duración aproximada de la fase minadora larval mediante seguimiento cronológico de cohortes marcadas.....	20
5.4. Daños ocasionados por <i>Tuta absoluta</i> en el cultivo de tomate.....	20
5.4.1. Daños en el área foliar.....	20

5.4.2.	Daños en el fruto de tomate en proceso de formación .....	22
5.4.3.	Daños en fruto de tomate completamente formado.....	24
6.	CONCLUSIONES .....	26
7.	RECOMENDACIONES.....	27
8.	REFERENCIAS CITADAS .....	28

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.	A) Trampa de feromona en la primera semana de siembra B) Trampa de feromona en la quinta semana de siembra. C) Trampa de feromona a la décima semana de siembra. ....	5
Figura 2.	Feromona para captura de adultos machos de <i>Tuta absoluta</i> en campo.....	6
Figura 3.	Trampas de feromonas A) Material para preparación e instalación de trampa de feromona. B) Material para conteo de adultos capturados en las trampas. ....	7
Figura 4.	Presencia y fluctuación de adultos de <i>Tuta absoluta</i> registrados en trampas de feromonas en condiciones de cultivo comercial. ....	9
Figura 5.	Observación de huevos de <i>Tuta absoluta</i> en hojas del cultivo de Tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.). A) Aumento 3x, presencia de un huevo en el haz de la hoja. B) Aumento 3x, Presencia de un huevo en el envés de la hoja. C) Presencia de 2 huevos ápice por el haz de la hoja. D) Presencia de un huevo próximo a la emisión de su larva en el envés de la hoja. ....	12
Figura 6.	Cuatro instares larvales de <i>Tuta absoluta</i> observados en laboratorio bajo estereomicroscopio. A) instar 1. B) instar 2. C) instar 3. D) instar 4, con su registro de zoom correspondiente. ....	14
Figura 7.	Presencia de frass como evidencia de daño larval de <i>Tuta absoluta</i> . A) Frass en fruto B) Frass en el ápice del cáliz C) Frass en el haz de la hoja y D) Frass en el envés de la hoja. 16	16
Figura 8.	Observación del estadio pupal de <i>Tuta absoluta</i> mediante estereomicroscopio. A) Pupa cubierta parcialmente por frass y tejido sedoso blanquecino. B) Pupa expuesta tras la separación del tejido sedoso. C) Pupa con cambio progresivo de coloración hacia tonalidades café marrón, indicativo de la proximidad a la emergencia del adulto.....	17
Figura 9.	Presencia de adultos de <i>Tuta absoluta</i> en hojas de cultivo de tomate riñón.....	19
Figura 10.	Observaciones de daño foliar de <i>T. absoluta</i> en condiciones de campo.....	21
Figura 11.	Presencia de larvas de <i>Tuta absoluta</i> A) Larvas en fruto recién cuajado B) larva de <i>T. absoluta</i> en fruto en proceso de formación. ....	22
Figura 12.	Daños y presencia de larvas en fruto de tomate A) Daños observados en campo. B) Presencia de larva en la base del pedúnculo del fruto, observada en estereomicroscopio. C) larva observada en condiciones de laboratorio en un fruto desarrollado. ....	24

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la dinámica de la fase larval de *Tuta absoluta* en un cultivo comercial de tomate, identificando el inicio de la actividad minadora y estimando la duración aproximada de esta fase mediante registros observacionales que integraron la detección de adultos y el muestreo de hojas infestadas, como aporte al establecimiento de parámetros biológicos útiles para la optimización del monitoreo y la toma de decisiones en el manejo de la plaga. El estudio se desarrolló bajo un enfoque observacional, mediante el monitoreo semanal de adultos con trampas de feromonas ubicadas en distintos puntos de la cama de cultivo y el muestreo periódico de hojas infestadas. El material recolectado fue analizado en laboratorio mediante observación en estereomicroscopio, lo que permitió el registro fotográfico de los diferentes estadios del ciclo biológico de la plaga y la documentación de eventos de eclosión del huevo, penetración foliar y presencia de frass. Los resultados evidenciaron la presencia continua de adultos de *T. absoluta* durante todo el período de monitoreo, con diferencias espaciales en las capturas entre trampas. Se observó que la actividad minadora se inicia inmediatamente después de la eclosión del huevo, durante el primer instar larval (L1), confirmándose la penetración temprana en el tejido foliar y la formación de galerías internas. Asimismo, se documentaron de manera descriptiva los cuatro instares larvales, la fase pupal y el adulto, así como los daños ocasionados por la actividad larval en hojas y en frutos de tomate, incluyendo frutos recién cuajados y en proceso de formación. No fue posible estimar con precisión la duración aproximada de la fase larval minadora debido a la ausencia de seguimiento cronológico de cohortes individuales bajo condiciones controladas, lo que constituyó una limitación metodológica del estudio. En conclusión, el trabajo permitió caracterizar de forma descriptiva la dinámica de la fase larval de *Tuta absoluta* en condiciones de cultivo comercial, identificando el inicio de la actividad minadora y documentando el comportamiento temprano de la plaga y sus manifestaciones de daño.

**Palabras Clave:** Minador del tomate, instares larvales, trampas de feromonas

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dynamics of the larval stage of *Tuta absoluta* in a commercial tomato crop. The study sought to identify the onset of mining activity and estimate the approximate duration of this stage. This was achieved by integrating observational records with the detection of adults and the sampling of infested leaves. The study contributes to the establishment of useful biological parameters for optimising monitoring and decision-making in pest management. The study employed an observational approach involving weekly monitoring of adults using pheromone traps placed at various locations within the crop bed, alongside periodic sampling of infested leaves. The collected material was analysed in the laboratory using a stereomicroscope to allow photographic recording of the pest's different life stages and documentation of egg hatching, leaf penetration and frass presence. The results revealed a consistent presence of *T. absoluta* adults throughout the monitoring period, with variations in catch rates observed between traps. Mining activity was observed to begin immediately after egg hatching, during the first larval instar (L1), confirming early penetration of leaf tissue and formation of internal galleries. The four larval instars, the pupal stage and the adult stage were also documented, as was the damage caused by larval activity to tomato leaves and fruits, including newly set fruits and those in the process of formation. However, it was not possible to accurately estimate the duration of the larval mining phase due to the absence of chronological monitoring of individual cohorts under controlled conditions, which was a methodological limitation of the study. In conclusion, this study provided a descriptive characterisation of the larval stage dynamics of *T. absoluta* under commercial growing conditions. It identified the onset of mining activity and documented the early behaviour of the pest and its manifestations of damage.

**Keywords:** Tomato leaf miner, larval instars, pheromone traps

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate enfrenta serias amenazas por la acción de *Tuta absoluta* (Meyrick), una plaga invasora con alta capacidad reproductiva y adaptativa, que ocasiona pérdidas de rendimiento que pueden alcanzar hasta el 100 % si no se controla oportunamente (Mawcha et al., 2025). Esta plaga conocida también como minador de las hojas del tomate es originaria de Sudamérica (Allache & Demnati, 2020). El comportamiento minador en sus fases larvales dificulta la detección temprana y complica la eficacia de las intervenciones fitosanitarias (Allegrucci et al., 2017; Nunez et al., 2023). A pesar de los avances en estrategias de control químico, biológico y biotécnico, el manejo de *T. absoluta* continúa siendo un desafío debido a su rápido ciclo de vida, su capacidad para generar resistencia a insecticidas y la limitada efectividad de las herramientas de control frente a las larvas protegidas dentro del tejido foliar (Desneux et al., 2022; Wang et al., 2024).

El monitoreo de las poblaciones larvales es especialmente crítico, ya que esta etapa es la responsable directa del daño económico: las galerías que las larvas excavan reducen la capacidad fotosintética de la planta, incrementan la susceptibilidad a patógenos secundarios y afectan la calidad y el valor comercial de los frutos (Yang et al., 2024; Fariel et al., 2025). Sin embargo, en muchos sistemas productivos la vigilancia se centra principalmente en la captura de adultos, lo cual no proporciona información suficiente sobre la dinámica poblacional real ni permite una sincronización precisa de las acciones de control (Nunez et al., 2023).

En este contexto, la ausencia de esquemas de monitoreo larval ajustados a las condiciones locales representa un vacío técnico que limita la eficacia de los programas de manejo integrado de plagas (Gao et al., 2025). Esta brecha es particularmente relevante en regiones productoras de tomate bajo invernadero, donde las condiciones estables favorecen la multiplicación continua de la plaga y dificultan su supresión mediante métodos convencionales. Comprender con precisión el ciclo biológico de *Tuta absoluta*, con énfasis en la etapa larval minadora, es fundamental para optimizar las estrategias de manejo integrado y reducir el uso indiscriminado de insecticidas (Mawcha et al., 2025). Un monitoreo larval más preciso permitiría establecer umbrales de acción ajustados, programar intervenciones en momentos de máxima

vulnerabilidad de la plaga y favorecer la integración de métodos biológicos y biotécnicos más sostenibles (Desneux et al., 2022; Nemati et al., 2024).

Además, la generación de información local sobre la dinámica larval contribuirá al diseño de programas de control más costo-efectivos y ambientalmente responsables, mejorando la productividad y reduciendo riesgos asociados a la resistencia química y la contaminación (Chouikhi et al., 2022; Khidr & Abdulla, 2023). Este estudio adquiere relevancia estratégica en el contexto actual de cambio climático y expansión geográfica de la plaga, escenarios en los cuales el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria resulta esencial para proteger la seguridad alimentaria y la competitividad agrícola (Gao et al., 2025; Javal et al., 2025).

Finalmente, profundizar en el conocimiento de la biología de *T. absoluta* y de los factores que influyen en sus poblaciones larvales permitirá generar herramientas prácticas para productores y técnicos, contribuyendo a una transición hacia sistemas de manejo más sustentables, resilientes y alineados con las tendencias globales de reducción de agroquímicos. En este contexto se propuso la presente investigación con los objetivos que se detallan a continuación:

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Evaluar la dinámica de la fase larval de *Tuta absoluta* en cultivos comerciales de tomate, identificando el inicio de la actividad minadora y estimando la duración aproximada de esta fase, mediante registros observacionales que integren la detección de adultos y el muestreo de hojas infestadas, como un aporte al establecimiento de parámetros biológicos útiles para la optimización del monitoreo y la toma de decisiones en el manejo de la plaga.

### 2.2. Objetivos específicos

- **Registrar** la aparición y fluctuación de adultos de *Tuta absoluta* mediante trampas de feromonas en el cultivo comercial, como herramienta para el análisis de la relación temporal entre la actividad de vuelo de los adultos y la posterior aparición de larvas en el dosel.
- **Identificar** el estadio larval (instar) en que *Tuta absoluta* inicia la actividad minadora, mediante muestreos semanales de hojas y observación bajo lupa binocular, documentando eventos de eclosión, penetración foliar y presencia de frass.
- **Estimar** la duración aproximada de la fase minadora larval mediante seguimiento cronológico de cohortes marcadas, para la generación de valores de referencia que aporten al mejoramiento de los tiempos de intervención.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Generalidades de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

La *Tuta absoluta*, se caracteriza por su alto potencial reproductivo y su capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, causa graves daños a los cultivos de tomate (Colmenárez et al., 2022; Lo Pinto et al., 2022). Es una plaga extremadamente devastadora que puede disminuir la calidad del fruto, y puede causar pérdidas del 100% en cultivos al aire libre y en invernadero, principalmente si no se aplican métodos de control, ya que es multivoltina (que produce tres ó más generaciones por año), ataca hojas, frutos, flores, capullos y tallos (Duarte et al., 2015), su presencia se ve favorecida por las altas temperaturas así como por la planta de tomate que constituye su hospedante preferido (Cocco et al., 2015).

Este microlepidóptero posee un ciclo biológico compuesto por huevo, cuatro estadios larvales, pupa y adulto. Los huevos son amarillos y son depositados de forma individual o a veces pueden encontrarse agrupados hasta un máximo de cinco (Vercher & García, 2013). La larva produce una fina mina foliar en donde se alimenta del mesófilo de la hoja (Biondi et al., 2018). La pupa puede formarse en la hoja, dentro de las minas, en la superficie y la hojarasca del suelo, un lugar común en la hoja es el envés cerca de la nervadura central (Ruisánchez, 2013). Los adultos tienen una longitud de unos 5 mm, son de coloración grisácea y con antenas filiformes, con alternancia de anillos claros y oscuros, siendo más largas en los machos (Vercher & García, 2013). La duración del ciclo de vida depende especialmente de la temperatura, oscilando entre 76,3 días a 14°C y 23,8 días a 27°C (Duarte et al., 2015).

El control de *T. absoluta* en el tomate se basa en gran medida en el uso intensivo de insecticidas sintéticos, sin embargo, el control químico de esta plaga es muy difícil, ya que la polilla tiene una notable tendencia a adquirir rápidamente resistencia a los insecticidas (Lo Pinto et al., 2022), además el control químico provoca efectos secundarios en la mayoría de los artrópodos no objetivo que se encuentran presentes en los agroecosistemas del tomate (Biondi et al., 2018).

### 3.2.Trampas de feromonas

Las trampas de feromonas se utilizan principalmente para detectar el inicio del vuelo de los adultos y para estudiar los cambios poblacionales de la plaga (Figura 1) (Allache & Demnati, 2020). La feromona sexual femenina sintética se utiliza para la detección temprana y la captura masiva de *T. absoluta* (Biondi et al., 2018). El uso de la trampa se recomienda sobre todo al inicio del cultivo y con bajos niveles poblacionales (entre 4-8 trampas/ha) (Vercher & García, 2013).



Figura 1.A)Trampa de feromona en la primera semana de siembra B)Trampa de feromona en la quinta semana de siembra. C)Trampa de feromona a la décima semana de siembra.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación

La presente investigación se desarrolló en un cultivo comercial, ubicado en un invernadero de propiedad del señor Héctor Galeano, en la parroquia Puéllaro, cantón Quito, y en un invernadero comercial ubicado en la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba, provincia Pichincha.

### 4.2. Material vegetal y Manejo agronómico del cultivo

El cultivar de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) evaluado fue el Eterey plantado a una distancia de 25-30 cm entre plantas, dispuestos en una hilera en camas de 50 cm de ancho con separación de caminos de 80 cm. El manejo agronómico del cultivo fue el establecido por el productor en cuanto a prácticas locales (fertilización, poda, deshierbe, riego por goteo), se respetó la programación de aplicaciones fitosanitarias, llevando el registro correspondiente. El número de plantas totales del cultivo fue de 800, para la presente investigación, se evaluaron al 10% de plantas de cultivo obteniendo un total de 80 plantas en estudio.

### 4.3. Presencia y fluctuación de adultos de *Tuta absoluta* en campo

Para la evaluación de la presencia y fluctuación de adultos de la plaga se utilizaron trampas de feromona colocadas en el cultivo comercial, de acuerdo con la sugerencia del fabricante (Figura 2).



Figura 2. Feromona para captura de adultos machos de *Tuta absoluta* en campo.

El conteo del número de adultos observados en las trampas con feromonas fue registrado semanalmente.

#### **4.4.Preparación e instalación de trampas de Feromona para captura de adultos en *Tuta absoluta***

Con fecha 22 de noviembre del 2025, se procedió a la preparación de las trampas de feromona. Se utilizaron dos botellas plásticas de 6 litros, a las cuales se les realizó una abertura rectangular de 15 cm x 25 cm. Esta abertura quedó ubicada en el centro de la botella. Seguidamente se procedió a hacer un orificio central de 2mm en la tapa de la botella para colocar el difusor de feromona sujeta con un alambre, posteriormente se colocó una piola para sujetar la trampa desde la manigueta de la botella, a esta botella se le añadió una solución jabonosa preparada en una dosis de 10 ml de jabón yura por cada 1000 ml de agua. El objetivo de añadir esta solución jabonosa fue mejorar el efecto de la trampa y facilitar el proceso de captura y conteo de los adultos machos de este microlepidóptero. La solución fue reemplazada cada 2 ó tres semanas considerando la temperatura ambiente que acelera el proceso de evaporación de la solución. Se utilizaron dos trampas debido a la extensión del cultivo, fueron colocadas al inicio y al final de la cama del tomate. La altura de ubicación de las trampas de feromona se fue ajustando conforme a la altura de la planta, considerando la ubicación de las flores.

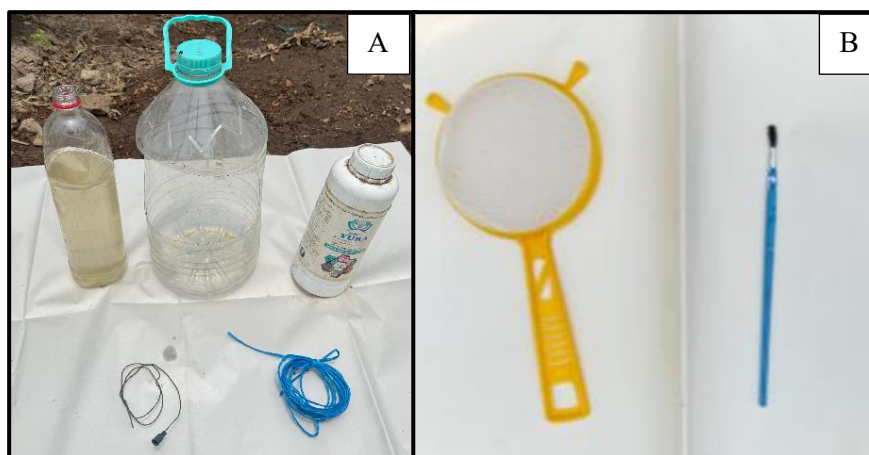


Figura 3. Trampas de feromonas A) Material para preparación e instalación de trampa de feromona. B) Material para conteo de adultos capturados en las trampas.

El conteo de los adultos de la plaga en las trampas se realizó desde la primera semana de siembra, la frecuencia de conteo fue semanal, cada viernes. Para la operativización del registro se utilizó un cernidor pequeño, así como un pincel de cerda suave (Figura 3).

#### **4.5. Monitoreo de estadio larval (instar) en que *Tuta absoluta* inicia la actividad minadora**

Una vez identificada la presencia de adultos, para el monitoreo del estadio larval y determinación del inicio de la actividad minadora se realizaron observaciones diarias de campo, posteriormente se desarrollaron tres muestreos semanales de hojas y observación bajo estéreomicroscopio, documentando eventos de eclosión, penetración foliar y presencia de frass. Para esto se tomaron hojas de diferentes tercios de la planta de tomate en función de su etapa de desarrollo. Siguiendo la metodología propuesta por Allache & Demnati (2020), cada semana se recolectaron 20 hojas al azar y se colocaron individualmente en bolsas de papel, las hojas se llevaron al laboratorio y se observaron con una lupa binocular ( estéreomicroscopio). A continuación, se contaron los huevos, larvas y pupas en cada hoja de tomate. Se realizó un registro fotográfico de las distintas fases del ciclo biológico de *Tuta absoluta*.

#### **4.6. Duración aproximada de la fase minadora larval**

Para determinar la duración aproximada de la fase minadora larval, se intentó realizar un seguimiento cronológico de cohortes marcadas, pero, definitivamente, en condiciones de campo no fue posible concretar este objetivo debido a la superposición de cohortes de la plaga, y a la falta de condiciones para el control de la temperatura y humedad.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Presencia y fluctuación de adultos de *Tuta absoluta* registrados en trampas de feromonas en condiciones de cultivo comercial

Los adultos de *T. absoluta* estuvieron presentes durante todas las semanas de monitoreo en las dos trampas de feromonas colocadas al inicio y al final de la cama del cultivo del tomate respectivamente (Figura 4).

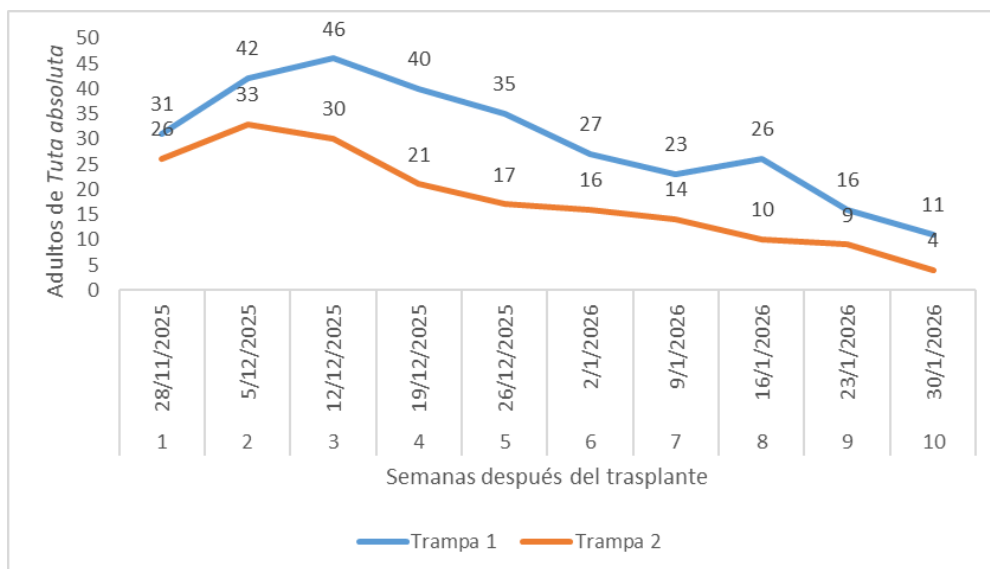


Figura 4. Presencia y fluctuación de adultos de *Tuta absoluta* registrados en trampas de feromonas en condiciones de cultivo comercial.

La presencia continua de adultos de *Tuta absoluta* durante todas las semanas de muestreo confirma que la feromona sexual sintetizada es eficaz para detectar la actividad del adulto en campo, incluso en ausencia de datos experimentales sobre duración larval. El uso de trampas cebadas con feromona ha sido descrito ampliamente como una práctica estándar para el monitoreo de poblaciones de esta plaga, ya que permite identificar el inicio y la presencia sostenida de individuos adultos durante la temporada de cultivo (Caparros et al., 2013).

El hecho de que ambas trampas -ubicadas al inicio y al final de la cama de cultivo- hayan registrado capturas en todas las semanas respalda la utilidad del monitoreo espacial dentro del lote. Estudios previos han utilizado trampas tipo Delta o similares con lures de componente

sexual para establecer curvas de vuelo y patrones temporales de *T. absoluta*, observando que las capturas pueden proporcionar información valiosa sobre la dinámica poblacional de las fases adultas en diferentes momentos del ciclo del cultivo. Esto se ha documentado en estudios en Sudamérica donde, incluso con variaciones climáticas y manejo de cultivo, las trampas permitieron establecer tendencias de vuelo durante la temporada productiva (Bustos et al., 2021).

Es importante destacar que, según informes técnicos y manuales de plagas, el monitoreo con trampas de feromona sirve principalmente para detectar la presencia temprana de machos y definir períodos de mayor actividad de vuelo, lo que ayuda a anticipar eventos de oviposición, pero no necesariamente cuantifica el daño ni establece umbrales de acción por sí solo. La utilidad del monitoreo radica en señalar la presencia establecida de la plaga e indicar momentos críticos para inspecciones adicionales en plantas y hojas (Rwomushana et al., 2019).

Además, análisis de curvas de vuelo obtenidas con trampas tipo Delta demuestran que, aunque las capturas pueden variar en número a lo largo del ciclo de cultivo, la persistencia de capturas suele indicar que las condiciones ambientales y la disponibilidad de hospederos (como hojas jóvenes o flores) favorecen la actividad reproductiva y de vuelo de la especie. Esto sugiere que, bajo condiciones comerciales continuas, *T. absoluta* mantiene una población adulta activa a lo largo de múltiples semanas de cultivo (estudios de Argentina) (Bustos et al., 2021).

Desde la perspectiva del Manejo Integrado de Plagas (MIP), estos resultados contribuyen a reforzar la idea de que el monitoreo permanente con trampas cebadas con feromona es una herramienta práctica y confiable para vigilar la presencia y fluctuación de adultos en el tiempo. Aunque la captura de machos no da una cuantificación directa de larvas o daño foliar, sí orienta sobre períodos de riesgo elevado para la aparición de las fases inmaduras, lo que es esencial para programar inspecciones foliares o decisiones de manejo agronómico (Rwomushana et al., 2019).

En áreas agrícolas, muchas especies de lepidópteros muestran patrones de distribución no uniformes, con una mayor concentración de adultos en los bordes o zonas de ingreso al cultivo, conocidos como efecto de borde. Esto se debe a que los adultos que emergen fuera o cerca del borde del cultivo tienden a entrar desde ese punto hacia el interior, generando una mayor actividad inicial en los primeros metros del cultivo que en zonas más internas o finales de la cama. Estudios de distribución espacial de plagas han documentado que insectos pueden

mostrar una preferencia o sesgo hacia bordes o áreas de transición, lo que influye en los datos de captura cuando se utilizan trampas espacialmente distribuidas (Nguyen & Nansen, 2018) . En conjunto, las mayores capturas registradas al inicio de la cama de cultivo pueden interpretarse como resultado de una interacción entre el comportamiento de vuelo de los adultos, las características de dispersión de la feromona sintética y las condiciones espaciales del cultivo, lo que resalta la importancia de considerar la ubicación estratégica de trampas de feromona y la variabilidad espacial de la plaga al analizar datos de monitoreo

En síntesis, las capturas continuas observadas en este estudio coinciden con lo descrito en la literatura científica y técnica, donde las trampas de feromona son consideradas un método sensible para seguimiento de adultos de *T. absoluta* en tomate, especialmente para detectar presencia sostenida y patrones de vuelo temporal bajo condiciones reales de cultivo (Caparros et al., 2013; Rwomushana et al., 2019).

## **5.2.Ciclo de *Tuta absoluta* y estadio larval (instar) en que la plaga inicia la actividad minadora (Eclosión, penetración y presencia de frass).**

A continuación, describimos las distintas fases del ciclo biológico de *T. absoluta* observadas en el proceso de monitoreo de esta plaga en el cultivo de tomate riñón. Las fases de huevo, L1, L2, L3, L4 y pupa fueron observadas en laboratorio y fotografiadas en estereomicroscopio conforme el zoom que se detalla en cada una de las figuras. Por su parte los adultos fueron fotografiados mientras se observaban en el campo.

### **5.2.1. Huevos de *Tuta absoluta***

Durante el proceso de observación de las muestras en el laboratorio, se pudo evidenciar que los huevos de la plaga son colocados de manera individual, tanto en el haz como en el envés de la hoja del hospedero (Figura 5).

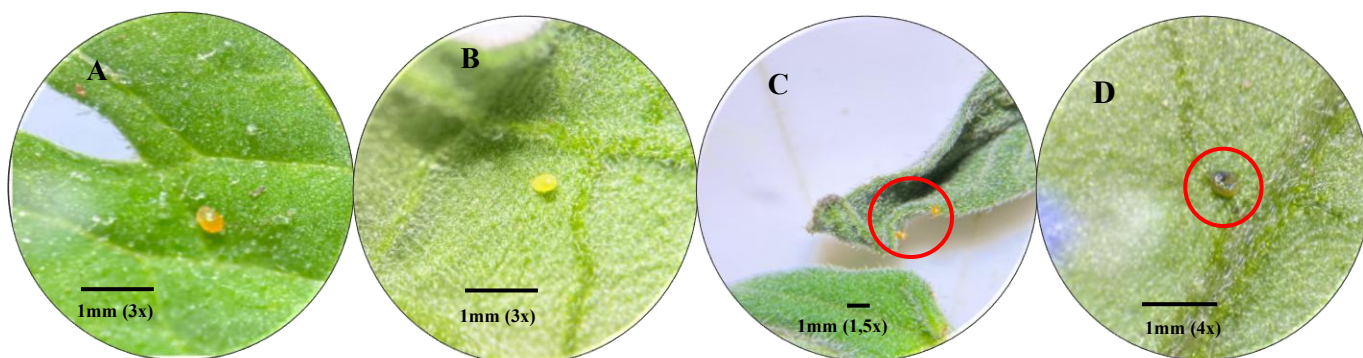


Figura 5. Observación de huevos de *Tuta absoluta* en hojas del cultivo de Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.). A) Aumento 3x, presencia de un huevo en el haz de la hoja. B) Aumento 3x, Presencia de un huevo en el envés de la hoja. C) Presencia de 2 huevos ápice por el haz de la hoja. D) Presencia de un huevo próximo a la emisión de su larva en el envés de la hoja.

La observación de huevos de *Tuta absoluta* depositados de manera individual tanto en el haz como en el envés de las hojas de tomate coincide con lo descrito en la literatura técnica y científica para esta especie. Diversos estudios y fichas fitosanitarias señalan que la hembra adulta presenta un comportamiento de oviposición dispersa, colocando los huevos de forma aislada sobre diferentes superficies del hospedero, incluyendo hojas, tallos y, en menor medida, frutos verdes (Desneux et al., 2010).

La capacidad de ovipositar tanto en el haz como en el envés se interpreta como una estrategia adaptativa que favorece la supervivencia de la descendencia. La distribución de los huevos en ambas caras de la hoja puede reducir la probabilidad de depredación y parasitismo, así como minimizar la exposición a factores ambientales adversos, como la radiación solar directa o el impacto de aplicaciones fitosanitarias superficiales (OIRSA, 2015; Biondi et al., 2018;). Este comportamiento también incrementa la probabilidad de que las larvas recién eclosionadas encuentren rápidamente tejido foliar adecuado para la penetración y el inicio de la actividad minadora.

Desde una perspectiva práctica, la oviposición individual y distribuida en el follaje dificulta la detección temprana de la plaga mediante inspección visual, ya que los huevos son muy pequeños. En este sentido, las observaciones realizadas en el presente estudio refuerzan lo indicado en protocolos de vigilancia, donde se recomienda una revisión detallada del follaje, considerando ambas caras de la hoja, como parte de los programas de monitoreo temprano de *T. absoluta* (NAPPO, 2013).

En conjunto, la oviposición individual de *T. absoluta* en haz y envés constituye un rasgo clave de su biología reproductiva, que contribuye a su alta capacidad de establecimiento en el cultivo y explica, en parte, la dificultad para detectar infestaciones incipientes bajo condiciones de producción comercial.

### **5.2.2. Larvas de *Tuta absoluta***

Con el fin de documentar de manera visual el desarrollo larval de *Tuta absoluta*, se registró a través de fotografías la secuencia de los cuatro instares larvales observados durante el proceso de monitoreo. Las larvas fueron obtenidas a partir de material vegetal colectado en campo y posteriormente observadas en laboratorio mediante estereomicroscopio, lo que permitió identificar cambios progresivos en el tamaño del cuerpo, coloración y morfología externa a lo largo del desarrollo larval. Las imágenes presentadas (Figura 6) corresponden a los instares L1, L2, L3 y L4, y muestran de forma ordenada las características distintivas de cada estadio, así como su asociación con la actividad minadora en el tejido foliar del tomate. Esta serie fotográfica constituye un registro descriptivo del desarrollo larval de la plaga en condiciones del cultivo comercial de tomate y sirve como apoyo visual para la interpretación de los resultados del ciclo biológico observado.



Figura 6. Cuatro instares larvales de *Tuta absoluta* observados en laboratorio bajo estereomicroscopio. A) instar 1. B) instar 2. C) instar 3. D) instar 4, con su registro de zoom correspondiente.

La identificación de cuatro instares larvales de *Tuta absoluta* durante el proceso de observación realizado en este estudio concuerda con lo descrito de manera consistente en la literatura entomológica y en documentos técnicos oficiales. La Literatura científica reporta que el desarrollo larval de esta especie comprende cuatro instares bien definidos (L1–L4), los cuales se diferencian principalmente por el tamaño corporal, el ancho de la cápsula cefálica y el comportamiento alimenticio dentro del hospedero (Desneux et al., 2010).

Las observaciones realizadas bajo estereomicroscopio permitieron reconocer visualmente la progresión de los instares larvales, desde larvas pequeñas y de movilidad limitada en los estadios iniciales, hasta larvas de mayor tamaño y capacidad de consumo en los instares avanzados. Este patrón de desarrollo coincide con lo señalado en varias fuentes donde se describe que los primeros instares (L1 y L2) permanecen principalmente dentro del mesófilo foliar, generando minas estrechas y poco visibles externamente, mientras que los instares L3 y L4 presentan una mayor capacidad de alimentación y pueden ampliar o abandonar las galerías iniciales (NAPPO, 2013; Godfrey et al., 2016).

La diferenciación de los instares larvales observada en este trabajo se basó en características morfológicas visibles y en el contexto del daño asociado, lo cual es coherente con metodologías de protocolos de vigilancia fitosanitaria. En este sentido, aunque no se realizaron mediciones morfométricas ni seguimientos experimentales controlados, la evidencia fotográfica obtenida permite corroborar la secuencia de desarrollo larval ampliamente documentada para la especie (OIRSA, 2015).

Desde el punto de vista fitosanitario, la observación de los cuatro instares larvales en condiciones reales de cultivo refuerza la importancia de reconocer que el daño causado por *T. absoluta* no es estático, sino progresivo a lo largo del desarrollo larval. Los instares tempranos inician el daño de forma discreta y protegida dentro de la hoja, mientras que los instares tardíos incrementan la severidad del daño al afectar mayores áreas foliares y, potencialmente, otros órganos de la planta. Esta progresión ha sido señalada como un factor clave en la rápida intensificación de infestaciones cuando no se detectan oportunamente los estadios iniciales (OIRSA, 2015; Biondi et al., 2018).

La observación directa de los cuatro instares larvales realizada en este estudio aporta evidencia descriptiva que respalda el conocimiento existente sobre el desarrollo larval de *T. absoluta* y su relación con el daño al cultivo. Este tipo de información observacional resulta relevante para

fortalecer la comprensión del comportamiento de la plaga en campo y para apoyar estrategias de monitoreo que consideren la presencia de diferentes estadios larvales a lo largo del ciclo productivo, sin pretender establecer relaciones causales propias de estudios experimentales.

### 5.2.3. Presencia de frass asociada a la actividad larval

La detección de frass dentro de las minas foliares fue utilizada como evidencia visual complementaria para identificar el inicio de la actividad minadora larval, en concordancia con lo establecido en el segundo objetivo del estudio (Figura 7).

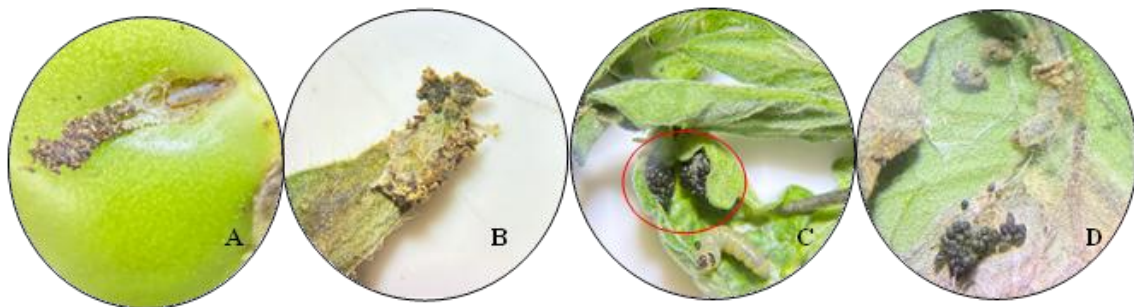


Figura 7. Presencia de frass como evidencia de daño larval de *Tuta absoluta*. A) Frass en fruto B) Frass en el ápice del cáliz C) Frass en el haz de la hoja y D) Frass en el envés de la hoja

La presencia de frass dentro de las galerías foliares constituye un indicador visual de actividad larval activa, ya que corresponde al material fecal producido mientras las larvas se alimentan dentro del tejido vegetal. En guías técnicas sobre *Tuta absoluta*, el frass se reconoce como parte de los síntomas de daño interno causados por las larvas al minar hojas y frutos, formando acumulaciones observables que permiten identificar infestaciones activas incluso cuando el daño externo es poco evidente (Government of Canada, 2019).

### 5.2.4. Pupa de *Tuta absoluta*

Con el propósito de documentar el estadio pupal de *Tuta absoluta* dentro del ciclo biológico observado, se registró fotográficamente la pupa obtenida a partir de material vegetal colectado en el cultivo y posteriormente observada en laboratorio (Figura 8). Las imágenes muestran la morfología general de la pupa y los cambios visibles en su coloración y conformación externa, correspondientes al proceso de metamorfosis previo a la emergencia del adulto. Este registro visual complementa la descripción del desarrollo de la plaga y permite ilustrar de manera secuencial la transición entre el estadio larval y el estadio adulto bajo condiciones de observación no experimental.

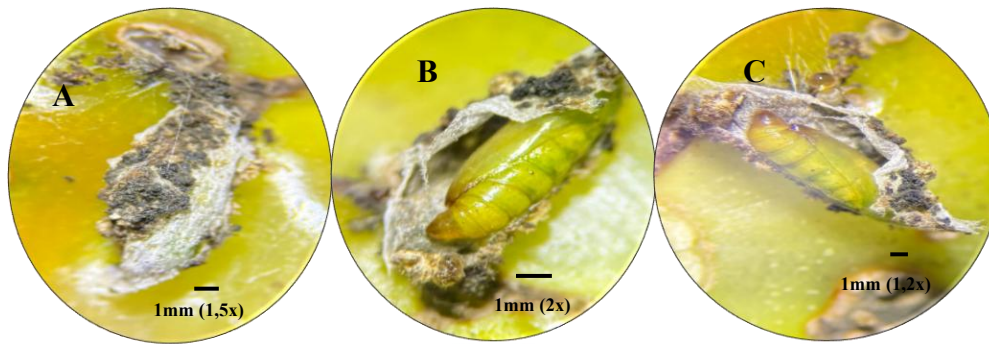


Figura 8. Observación del estadio pupal de *Tuta absoluta* mediante estereomicroscopio. A) Pupa cubierta parcialmente por frass y tejido sedoso blanquecino. B) Pupa expuesta tras la separación del tejido sedoso. C) Pupa con cambio progresivo de coloración hacia tonalidades café marrón, indicativo de la proximidad a la emergencia del adulto

Las descripciones ampliamente documentadas sobre la biología de esta especie en sistemas de producción de tomate. La literatura coincide en que la pupa constituye una fase de transición inmóvil entre el desarrollo larval y el adulto, y que puede encontrarse tanto en el suelo como asociada a restos vegetales, hojas enrolladas o estructuras de la planta, dependiendo de las condiciones ambientales y del manejo del cultivo (Desneux et al., 2010).

Durante las observaciones realizadas, la pupa fue identificada por su morfología característica: cuerpo ovoide–alargado, de coloración inicialmente verdosa que progresa hacia tonalidades marrón oscuro conforme avanza el proceso de metamorfosis. Estas características coinciden con lo descrito en manuales técnicos y fichas fitosanitarias, donde se señala que la coloración pupal cambia progresivamente como indicador del desarrollo interno del adulto (NAPPO, 2013; OIRSA, 2015).

La formación de la pupa en *T. absoluta* puede ocurrir dentro de un capullo sedoso poco denso, el cual puede encontrarse adherido a la superficie del suelo, entre residuos de cultivo o, en algunos casos, sobre la planta hospedera. La observación de pupas asociadas a material vegetal en este estudio se ajusta a este comportamiento descrito, especialmente en sistemas donde el suelo permanece cubierto con residuos o donde la presión de la plaga es elevada (Godfrey et al., 2016).

Desde un punto de vista biológico y fitosanitario, el estadio pupal representa una fase menos susceptible a intervenciones directas de control químico, debido a su inmovilidad y protección parcial por el sustrato o el capullo. Esta característica ha sido destacada en la literatura como un factor que contribuye a la persistencia de poblaciones de *T. absoluta* en campo, aun cuando

se implementan medidas de control dirigidas principalmente a larvas o adultos (Biondi et al., 2018).

Si bien en este estudio no se midió la duración del estadio pupal ni se evaluaron variables ambientales que influyen en su desarrollo, la observación directa de pupas en diferentes estados de maduración permite confirmar la presencia activa del ciclo completo de la plaga en el cultivo. Este tipo de evidencia observacional es relevante para comprender la dinámica poblacional de *T. absoluta* y resalta la necesidad de considerar el estadio pupal dentro de los programas de manejo integrado, especialmente en estrategias que incluyan prácticas culturales como la eliminación de residuos vegetales y el manejo del suelo (Desneux et al., 2010; OIRSA, 2015) .

Las observaciones del estadio pupal realizadas en este trabajo refuerzan el conocimiento existente sobre la biología de *T. absoluta* y aportan evidencia descriptiva que complementa la documentación fotográfica del ciclo de vida de la plaga en condiciones reales de cultivo. Aunque no se trata de un estudio experimental, la coherencia entre las observaciones realizadas y la literatura especializada respalda la validez de los resultados y su utilidad para fines de monitoreo y toma de decisiones fitosanitarias.

#### **5.2.5. Adultos de *Tuta absoluta***

Con el fin de documentar el estadio adulto de *Tuta absoluta* dentro del ciclo biológico observado, se registraron fotografías de individuos adultos directamente en el campo de cultivo de tomate durante las actividades de monitoreo. Las imágenes permiten apreciar las características morfológicas generales del adulto, como la coloración, la conformación corporal y la disposición de las alas, las cuales son rasgos clave para su identificación en condiciones de cultivo comercial. Este registro visual complementa la documentación de los estadios inmaduros y confirma la culminación del ciclo biológico de la plaga bajo un enfoque estrictamente observacional (Figura 9).



Figura 9. Presencia de adultos de *Tuta absoluta* en hojas de cultivo de tomate riñón.

La observación de adultos de *Tuta absoluta* realizada en el presente estudio coincide con las descripciones morfológicas y comportamentales documentadas para esta especie en la literatura entomológica. Los adultos de *T. absoluta* se caracterizan por su pequeño tamaño, coloración gris plateada a marrón claro y la presencia de alas estrechas con flecos, rasgos que permiten su identificación en campo y que han sido descritos de forma consistente en fichas técnicas y revisiones científicas (Desneux et al., 2010).

Las observaciones efectuadas directamente en el cultivo permitieron registrar la presencia activa de adultos durante el periodo de monitoreo, lo que confirma la culminación del ciclo biológico de la plaga bajo condiciones de producción comercial. De acuerdo con la literatura, los adultos presentan hábitos predominantemente nocturnos o crepusculares y una alta capacidad de dispersión dentro del cultivo, lo que facilita la colonización rápida de nuevas plantas y la continuidad del ciclo reproductivo (Biondi et al., 2018). Aunque en este estudio no se evaluaron parámetros como longevidad, fecundidad o comportamiento de apareamiento, la observación directa de adultos en campo es indicativa de poblaciones establecidas y activas.

Desde el punto de vista biológico, el estadio adulto cumple un rol fundamental en la dinámica poblacional de *T. absoluta*, ya que es responsable de la reproducción y de la dispersión de la plaga. Diversos documentos técnicos señalan que las hembras pueden ovipositar poco tiempo después de la emergencia, depositando huevos de forma individual sobre diferentes órganos de la planta hospedera, lo que contribuye a la rápida superposición de generaciones en el cultivo (OIRSA, 2015). En este contexto, la observación de adultos en el campo refuerza la importancia de este estadio como punto clave para el monitoreo temprano de la plaga.

En relación con el manejo fitosanitario, la literatura destaca que la detección de adultos ya sea mediante observación directa o mediante trampas de feromonas, constituye una herramienta

fundamental para anticipar la aparición de estadios inmaduros en el cultivo. Si bien el presente estudio no tuvo un enfoque experimental ni evaluó la eficacia de métodos de control, la documentación visual del estadio adulto complementa la información obtenida sobre huevos, larvas y pupas, y permite confirmar la presencia del ciclo biológico completo de *T. absoluta* en condiciones reales de producción (Godfrey et al., 2016; Biondi et al., 2018).

Las observaciones del estadio adulto realizadas en este trabajo aportan evidencia descriptiva que respalda el conocimiento existente sobre la biología de *T. absoluta* y refuerzan la utilidad del monitoreo de adultos como parte de una estrategia integral de vigilancia de la plaga. Este enfoque observacional resulta pertinente para caracterizar la presencia y continuidad de la plaga en sistemas productivos comerciales, sin pretender establecer relaciones causales ni parámetros poblacionales propios de estudios experimentales.

### **5.3. Duración aproximada de la fase minadora larval mediante seguimiento cronológico de cohortes marcadas**

No fue posible estimar la duración precisa de la fase larval minadora debido a la ausencia de seguimiento de cohortes individuales bajo condiciones controladas, lo que constituye una limitación del estudio.

### **5.4. Daños ocasionados por *Tuta absoluta* en el cultivo de tomate**

#### **5.4.1. Daños en el área foliar**

Como parte del proceso de observación del ciclo biológico y del comportamiento de *Tuta absoluta* en el cultivo de tomate, se registraron evidencias visuales del daño ocasionado por la actividad larval en el área foliar. Las fotografías documentan la presencia de galerías internas o minas en las hojas las cuales son características del daño producido por larvas que se alimentan del mesófilo foliar. Este registro visual permite ilustrar de manera descriptiva el impacto de la actividad minadora sobre el tejido foliar en condiciones de cultivo comercial, complementando la información obtenida sobre los distintos estadios del ciclo biológico, sin realizar mediciones cuantitativas del daño ni evaluaciones experimentales.



Figura 10. Observaciones de daño foliar de *T. absoluta* en condiciones de campo.

Los daños foliares observados (Figura 10) en este estudio se corresponden con el patrón típico de daño minador descrito para *Tuta absoluta* en cultivos de tomate. La presencia de galerías internas o minas en el mesófilo foliar es consecuencia directa de la actividad alimentaria de las larvas, particularmente durante los primeros instares, que se desarrollan protegidas entre la epidermis de la hoja. Este tipo de daño ha sido ampliamente documentado en la literatura como una de las principales manifestaciones iniciales de la infestación por *T. absoluta* (Desneux et al., 2010).

Las minas foliares reducen el área fotosintética funcional de la hoja y pueden provocar clorosis, necrosis y, en infestaciones severas, la caída prematura del follaje. Aunque en el presente estudio no se realizaron evaluaciones cuantitativas del daño, las evidencias fotográficas registradas reflejan un impacto directo sobre el tejido foliar consistente con lo reportado en guías técnicas y revisiones científicas, donde se señala que el daño foliar puede afectar el vigor general de la planta y su capacidad productiva (Biondi et al., 2018).

Adicionalmente, la acumulación de frass dentro de las galerías, observada en algunas hojas, constituye un signo característico de actividad larval activa y facilita la identificación de infestaciones incipientes cuando el daño externo aún no es evidente. Este rasgo ha sido señalado en documentos técnicos como un criterio diagnóstico útil en programas de monitoreo visual en campo (Godfrey et al., 2016).

En conjunto, los daños foliares documentados en este estudio confirman el papel central de la actividad minadora larval en la afectación temprana del cultivo de tomate por *Tuta absoluta*. La observación de este tipo de daño, bajo condiciones reales de cultivo comercial, aporta información descriptiva relevante para el reconocimiento oportuno de la plaga y refuerza la importancia del monitoreo temprano de hojas como componente clave dentro de las estrategias de manejo integrado, sin pretender establecer relaciones causales ni niveles de severidad propios de estudios experimentales.

#### 5.4.2. Daños en el fruto de tomate en proceso de formación

Las siguientes fotografías documentan el daño ocasionado por *Tuta absoluta* en frutos de tomate en diferentes etapas tempranas de desarrollo, incluyendo frutos recién cuajados y frutos en proceso de formación. Estas imágenes permiten evidenciar cómo la actividad larval puede iniciarse poco después del cuajado, cuando el fruto aún presenta tejidos tiernos y el cáliz permanece estrechamente asociado al ovario en crecimiento. La observación visual de estos daños complementa la descripción del ciclo biológico de la plaga y aporta información relevante sobre la vulnerabilidad del fruto en fases iniciales, destacando la importancia de un monitoreo oportuno para detectar ataques tempranos que pueden comprometer el desarrollo normal del fruto y su calidad comercial (Figura 11).

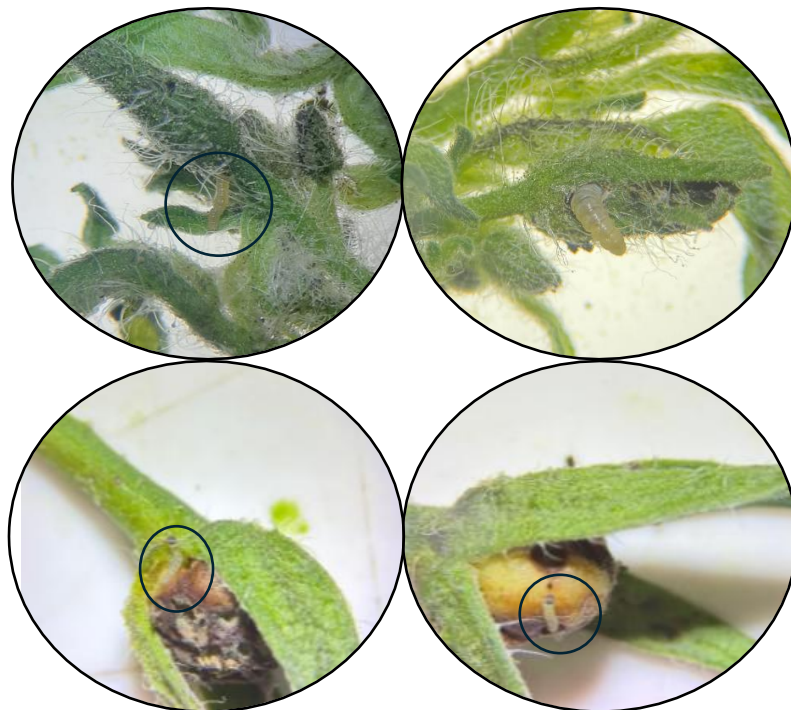


Figura 11. Presencia de larvas de *Tuta absoluta* A) Larvas en fruto recién cuajado B) larva de *T. absoluta* en fruto en proceso de formación.

La presencia de larvas de *Tuta absoluta* en frutos de tomate recién cuajados y en frutos en proceso de formación observada en este estudio concuerda con lo reportado en la literatura sobre el comportamiento alimentario y la plasticidad biológica de esta plaga. Diversos estudios señalan que, si bien las larvas de *T. absoluta* se desarrollan principalmente como minadoras foliares durante los primeros instares, los estadios larvales más avanzados pueden atacar frutos verdes, incluso en etapas tempranas posteriores al cuajado, cuando los tejidos son más tiernos y susceptibles (Desneux et al., 2010).

Las observaciones fotográficas realizadas evidencian que la infestación del fruto puede iniciarse poco después de la fecundación floral, momento en el cual el ovario comienza su desarrollo y permanece estrechamente asociado al cáliz. Este comportamiento ha sido descrito como una estrategia que favorece la protección de la larva dentro del tejido vegetal, reduciendo su exposición a factores ambientales y a medidas de control, y contribuyendo a la dificultad de detección temprana del daño (Biondi et al., 2018).

Desde el punto de vista productivo, el daño causado por *T. absoluta* en frutos recién cuajados resulta especialmente relevante, ya que puede provocar deformaciones, abortos del fruto o facilitar la entrada de patógenos secundarios, afectando directamente la calidad y el rendimiento comercial. Aunque en el presente estudio no se evaluó la severidad ni la incidencia del daño, la documentación visual de larvas asociadas a frutos en desarrollo aporta evidencia descriptiva consistente con lo señalado en guías técnicas y revisiones científicas sobre el impacto económico de la plaga (Desneux et al., 2010; OIRSA, 2015).

La presencia de larvas de *T. absoluta* en frutos en etapas tempranas de desarrollo observada en este trabajo refuerza la importancia de considerar al fruto como un órgano vulnerable desde fases iniciales del cultivo. Este hallazgo, enmarcado en un enfoque estrictamente observacional, complementa la caracterización del ciclo biológico de la plaga y aporta información relevante para la comprensión del momento en que pueden iniciarse los daños directos sobre el producto comercial.

### 5.4.3. Daños en fruto de tomate completamente formado

Como parte del proceso de monitoreo y observación del ciclo biológico de *Tuta absoluta*, se registraron evidencias visuales del daño causado por esta plaga en frutos de tomate completamente formados presentes en el cultivo comercial evaluado. Las fotografías documentan manifestaciones típicas del daño asociado a la actividad larval, tales como perforaciones en la superficie del fruto, galerías internas y presencia de frass, las cuales son consistentes con la alimentación de larvas dentro del tejido vegetal (Figura 12). Este registro tiene un carácter descriptivo y permite ilustrar el impacto directo de la plaga sobre el producto comercial, complementando la información obtenida sobre los distintos estadios del ciclo biológico, sin realizar estimaciones cuantitativas de severidad ni evaluaciones experimentales del daño.

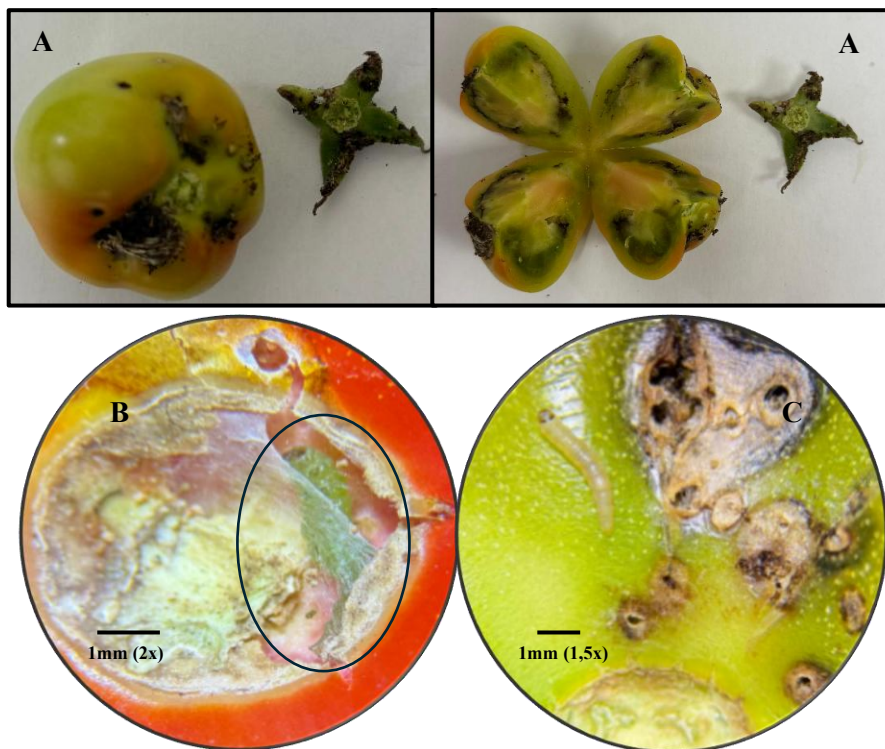


Figura 12. Daños y presencia de larvas en fruto de tomate A) Daños observados en campo. B) Presencia de larva en la base del pedúnculo del fruto, observada en estereomicroscopio. C) larva observada en condiciones de laboratorio en un fruto desarrollado.

Los daños observados en los frutos de tomate en este estudio concuerdan con las descripciones ampliamente reportadas para la actividad larval de *Tuta absoluta* en sistemas de producción comercial. La presencia de perforaciones en la superficie del fruto, galerías internas y acumulación de frass constituye una manifestación típica del daño causado por larvas que se alimentan protegidas dentro del tejido, lo que dificulta su detección temprana y control oportuno. Este tipo de daño ha sido señalado como uno de los más relevantes desde el punto de vista productivo, debido a que afecta directamente la calidad comercial del fruto, aun cuando la infestación no sea visible externamente en etapas iniciales (Desneux et al., 2010).

La literatura técnica indica que el ataque al fruto suele estar asociado a estadios larvales más avanzados, los cuales pueden abandonar las galerías foliares para alimentarse de frutos verdes, generando daños que favorecen la entrada de patógenos secundarios y aceleran procesos de pudrición. En este contexto, las evidencias fotográficas registradas en el presente trabajo reflejan un patrón de daño consistente con el comportamiento alimentario descrito para la especie, sin que se haya realizado una evaluación cuantitativa de severidad o incidencia del daño (Biondi et al., 2018).

Desde un enfoque de manejo, la observación del daño en fruto refuerza la importancia de un monitoreo temprano de los estadios inmaduros de *T. absoluta*, ya que una vez que la larva se encuentra dentro del fruto, las opciones de control se reducen considerablemente. Si bien este estudio no evaluó estrategias de manejo ni niveles de pérdida económica, la documentación visual del daño aporta evidencia descriptiva relevante sobre el impacto directo de la plaga en condiciones reales de cultivo comercial, complementando la caracterización del ciclo biológico observada.

## 6. CONCLUSIONES

- El monitoreo realizado mediante trampas de feromonas permitió confirmar la presencia continua de adultos de *Tuta absoluta* durante el período de evaluación en el cultivo de tomate, evidenciando una actividad sostenida de la plaga. Las diferencias espaciales entre trampas ubicadas al inicio y al final de la cama de cultivo sugieren una distribución no homogénea de los adultos, asociada a patrones de ingreso y movimiento en el lote.
- La observación directa y el registro fotográfico de las diferentes fases del ciclo biológico de *Tuta absoluta* permitieron documentar de manera descriptiva los estadios de huevo, larva (L1–L4), pupa y adulto, confirmando la metamorfosis completa de la especie bajo condiciones de producción comercial. Este registro visual constituye una evidencia del establecimiento completo del ciclo de la plaga en el cultivo evaluado.
- A partir del muestreo y observación de hojas infestadas, se identificó que la actividad minadora se inicia en estadios larvales tempranos, específicamente en el primer instar (L1), inmediatamente después de la eclosión del huevo. La penetración foliar temprana y la presencia de frass dentro de las galerías permitieron asociar de manera consistente estos eventos con el inicio de la fase minadora, cumpliendo el objetivo de identificar el instar larval en que comienza el daño.
- No fue posible estimar la duración aproximada de la fase larval minadora, debido a la ausencia de seguimiento cronológico de cohortes individuales bajo condiciones controladas, lo que constituye una limitación metodológica del estudio. No obstante, esta limitación no invalida los resultados descriptivos obtenidos, los cuales aportan información relevante sobre el comportamiento temprano de la plaga.
- La documentación visual de los daños ocasionados por *T. absoluta* permitió evidenciar el impacto de la actividad larval en el área foliar y en frutos de tomate, incluyendo frutos recién cuajados y en proceso de formación. Los daños observados concuerdan con los patrones descritos para la especie y reflejan la vulnerabilidad del cultivo desde etapas tempranas de desarrollo.
- Los resultados del estudio aportan información valiosa sobre la dinámica biológica y el comportamiento de *T. absoluta* en condiciones de cultivo comercial, destacando la importancia del monitoreo temprano y continuo como herramienta fundamental para la detección oportuna de la plaga.

## 7. RECOMENDACIONES

- A partir de la presencia continua de adultos de *Tuta absoluta* registrada mediante trampas de feromonas, se recomienda implementar programas de monitoreo permanente desde las primeras etapas del cultivo, considerando la colocación estratégica de trampas en diferentes puntos del lote para captar posibles diferencias espaciales en la actividad de vuelo de los adultos.
- Dado que la actividad minadora se inicia en estadios larvales tempranos (L1), inmediatamente después de la eclosión, se recomienda complementar el monitoreo de adultos con muestreos periódicos de hojas, priorizando la observación bajo estereomicroscopio para la detección temprana de galerías y frass, antes de que el daño sea visible a simple vista.
- Considerando que no fue posible estimar la duración de la fase larval minadora bajo las condiciones del presente estudio, se recomienda que futuras investigaciones incorporen el seguimiento de cohortes larvales bajo condiciones controladas, lo que permitiría generar parámetros biológicos cuantitativos útiles para optimizar los momentos de intervención en el manejo de la plaga.
- En función de la evidencia visual de daño en frutos recién cuajados y en proceso de formación, se recomienda prestar especial atención al monitoreo del cultivo durante las fases reproductivas tempranas, ya que el ataque en estos estadios puede comprometer el desarrollo del fruto y su calidad comercial.
- A partir de la documentación fotográfica del ciclo biológico completo de *Tuta absoluta*, se recomienda utilizar este material como herramienta de apoyo en actividades de capacitación técnica y extensión agrícola, orientadas a mejorar el reconocimiento oportuno de los diferentes estadios de la plaga por parte de productores y técnicos de campo.
- Finalmente, se recomienda que la información descriptiva generada en este estudio sea empleada como línea base para el diseño de estrategias de manejo integrado de *Tuta absoluta* adaptadas a condiciones locales de cultivo comercial, integrando monitoreo, diagnóstico temprano y toma de decisiones basada en la dinámica observada de la plaga.

## 8. REFERENCIAS CITADAS

- Allache, F., & Demnati, F. (2020). Monitoring and population changes of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) on tomato under greenhouse conditions in an arid expanse of south-eastern Algeria. *Acta Agriculturae Slovenica*, 115(2), 409–416. <https://doi.org/10.14720/aas.2020.115.2.324>
- Allegrucci, N., Velazquez, M., Russo, M., Perez, E., & Scorsetti, A. (2017). Endophytic colonisation of tomato by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: The use of different inoculation techniques and their effects on the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Plant Protection Research*, 57(4), 331–337. <https://doi.org/10.1515/jppr-2017-0045>
- Biondi, A., Guedes, R., Wan, F., & Desneux, N. (2018). Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato Pinworm, *Tuta absoluta*: Past, present, and future. *Annual Review of Entomology*, 63, 239–258. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-034933>
- Bustos, A., López, M., Cuesta, G., & Sosa, D. (2021). Eficiencia de trampas de feromonas para el monitoreo de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en cultivos de tomate para industria en el Valle del Tulum, San Juan, Argentina. *Experticia. Revista de Divulgación Científica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCUYO*, 1(1), 11–14.
- Caparros, R., Haubruge, E., & Verheggen, F. (2013). Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 17(3), 475–482.
- Chouikhi, S., Assadi, B., Lebdi, K., & Belkadhi, M. (2022). Efficacy of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium muscarium* in the control of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00640-5>
- Cocco, A., Deliperi, S., Lentini, A., Mannu, R., & Delrio, G. (2015). Seasonal phenology of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected and open-field crops under Mediterranean climatic conditions. *Phytoparasitica*, 43(5), 713–724. <https://doi.org/10.1007/s12600-015-0486-x>
- Colmenárez, Y., Vásquez, C., De Freitas, A., Cantor, F., Hidalgo, E., Corniani, N., & Lagrava, J. (2022). Sustainable management of the invasive *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): an overview of case studies from Latin American countries participating in

- plantwise. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmac012>
- Desneux, N., Han, P., Mansour, R., Arnó, J., Brévault, T., Campos, M., Chailleux, A., Guedes, R., Karimi, J., Konan, K., Lavoit, A., Luna, M., Perez, M., Urbaneja, A., Verheggen, F., Zappalà, L., Abbes, K., Ali, A., Bayram, Y., ... Biondi, A. (2022). Integrated pest management of *Tuta absoluta*: practical implementations across different world regions. *Journal of Pest Science*, 95(1), 17–39. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01442-8>
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez, C., González, J., Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T., & Urbaneja, A. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3), 197–215. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6>
- Duarte, L., Martínez, M., & Paes, V. (2015). Biology and population parameters of *Tuta absoluta* (Meyrick) under laboratory conditions. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 19–29.
- Farial, K., Malika, B., Fouzia, B., Nabil, T., Adil, M., Danish, S., Alharbi, S., Ansari, M., & Alarfaj, A. (2025). Chemical composition and insecticidal activity of *Mentha rotundifolia* and *Chrysanthemum coronarium* essential oils against the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. *Scientific Reports*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85606-x>
- Gao, T., Feng, R., Liu, Z., & Zhu, Z. (2025). Modeling the Potential climatic suitability and expansion risk of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) under future climate scenarios. *Insects*, 16(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/insects16020185>
- Godfrey, K., Zalom, F., & Chiu, J. (2016). *South American tomato leafminer, Tuta absoluta : a serious threat to California* (pp. 1–4). University of California Davis.
- Government of Canada. (2019). *Tuta absoluta (Tomato Leafminer) - Fact Sheet*. [https://inspection.canada.ca/en/plant-health/invasive-species/insects/tomato-leafminer/fact-sheet?utm\\_source=chatgpt.com](https://inspection.canada.ca/en/plant-health/invasive-species/insects/tomato-leafminer/fact-sheet?utm_source=chatgpt.com)
- Javal, M., Ndiaye, A., Loiseau, A., Bocar, B., Madogou, G., Brévault, T., & Gauthier, N. (2025). *Tuta absoluta*'s population genetic structure across Africa: Two well-delineated but weakly differentiated groups suggesting few introductions and significant gene flow. *Agricultural and Forest Entomology*, 27(2), 223–240. <https://doi.org/10.1111/afe.12658>
- Khidr, S., & Abdulla, S. (2023). Molecular identification and Biological Control of tomato

- leafminer, *Tuta absoluta* using plant extracts and Microbial Bio-Agents. *Arab Journal of Plant Protection*, 41(4), 427–436. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.427436>
- Lo Pinto, M., Vella, L., & Agrò, A. (2022). Oviposition deterrence and repellent activities of selected essential oils against *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): laboratory and greenhouse investigations. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(5), 3455–3464. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00867-7>
- Mawcha, K., Kinyanjui, G., Berhe, D., Hategekimana, A., Joelle, K., & Ndolo, D. (2025). An overview of sustainable management strategies for *Tuta absoluta*. *International Journal of Pest Management*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/09670874.2025.2456590>
- NAPPO. (2013). *Protocolo de vigilancia para el minador de la hoja del tomate , Tuta absoluta , para los países miembros de la NAPPO* (p. 18). North American Plant Protection Organization.
- Nemati, A., Jalali, J., & Fathipour, Y. (2024). Biochemical features of tomato under the influence of gibberellin and its impact on life table and physiology of *Tuta absoluta* (Merick) (Gelechiidae, Lepidoptera) reared on tomato. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 27(2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2024.102263>
- Nguyen, H., & Nansen, C. (2018). Edge-biased distributions of insects. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0488-4>
- Nunez, E., Silva, L., & Avelino, F. (2023). Efficiency of capture of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) with mosquito killer light traps. *Agronomía Colombiana*, 41(1), 1–5. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n1.106193>
- OIRSA. (2015). *Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) en la región del OIRSA*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.
- Ruisánchez, Y. (2013). La palomilla del tomate ( *Tuta absoluta*): una plaga que se debe conocer en Cuba. *Fitosanidad*, 17(3), 171–181.
- Rwomushana, I., Tambo, J., Pratt, C., González, P., Beale, T., Lamontagne, J., Makale, F., & Day, R. (2019). *Tomato leafminer (Tuta absoluta) impacts and coping strategies for Africa* (p. 58). CABI.
- Vercher, R., & García, F. (2013). Ecología y manejo de *Tuta absoluta* en tomate. *Agricultura*, 442–446.
- Wang, X., Wu, J., Guo, J., Yang, N., Wan, F., Lü, Z., & Liu, W. (2024). Ecdysone receptor

strongly influences larval–pupal–adult transition and melanization in *Tuta absoluta*. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s43170-023-00199-7>

Yang, H., Zhang, C., Shen, Y., Gao, H., Zhang, G., Liu, W., Jiang, H., & Zhang, Y. (2024). Life Table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on five tomato cultivars in China. *Insects*, 15(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/insects15030208>