

GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE EL MINADOR DE LA HOJA DEL TOMATE (*Tuta absoluta*)

Yannery Gomez Bonilla, Ph. D. / Dra. Cristina Vargas Chacon.





632.9

C837g Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Guía práctica para el manejo integrado de El minador de la hoja del tomate (*Tuta absoluta*) / Yannery Gómez Bonilla y Cristina Vargas Chacón. – San José, C.R. : INTA, 2018.

40 páginas

ISBN 978-9968-586-33-7

1. *Lycopersicon esculentum* 2. *Tuta absoluta*.

3. LUCHA INTEGRADA. I. Gómez Bonilla, Yannery. II. Vargas Chacón, Cristina. III. Título.

Autores:

Yannery Gómez Bonilla, Ph. D.

Dra. Cristina Vargas Chacón.

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
INTA. Costa Rica.

Editado por:

Kattia Lines Gutiérrez, INTA.

Comité Editorial (INTA):

Laura Ramírez Cartín.

Kattia Lines Gutiérrez.

Nevio Bonilla Morales.

Carlos Cordero Jiménez.

Juan Mora Montero.

Roberto Camacho Montero.

Francisco Arguedas Acuña.

Revisor técnico:

Alfredo Bolaños Herrera, Ph. D. INTA.

Diseño y diagramación: Marianela Arroyo Z

San José, Costa Rica, 2018.

Presentación

La presente guía tiene como objetivo brindar a los técnicos, productores, academia y sociedad en general una herramienta práctica para el reconocimiento y manejo de la plaga *Tuta absoluta* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*).

Es una guía ilustrada a color, de fácil uso y manejo que permite identificar al minador de la hoja y perforador del fruto de tomate, así como visualizar el daño que ocasiona y la diferencia con respecto a los efectos causados por otros insectos con los que puede confundirse.

Se presentan opciones de manejo biológico, con productos inocuos a la salud humana y el ambiente y otros tipos de combate. Finalmente se dan las bases para la producción artesanal de controladores biológicos de esta plaga. Las imágenes han sido amplificadas, para que se aprecien mejor los detalles que se explican y la redacción se presenta en un lenguaje sencillo y práctico ideal para su comprensión.

Tabla de Contenidos

| | |
|---|-----------|
| Presentación | 4 |
| 2. Introducción | 4 |
| 3. Perforador del Fruto del Tomate | 5 |
| 3.1. Distribución de la plaga en el país | 6 |
| 3.2. Ciclo de Vida | 7 |
| 3.3. Adulto | 8 |
| 3.3.1. Identificación de adultos de <i>T. absoluta</i> | 8 |
| 3.4. Huevo | 9 |
| 3.5. Larvas | 10 |
| 3.6. Pupa o crisálida | 12 |
| 3.7. Dinámica poblacional de <i>T. absoluta</i> | 13 |
| 4. Otros insectos minadores del tomate | 15 |
| 4.1. Minador de la hoja del tomate (<i>Keiferia</i> sp) | 15 |
| 4.2. <i>Liriomyza huidobrensis</i> (mosca minadora) | 16 |
| 5. Control de la plaga dentro de un plan de Manejo Integrado | 17 |
| 5.1. Control biológico | 17 |
| 5.1.1. Granulovirus | 18 |
| 5.1.2. Hongos entomopatógenos | 19 |
| 5.1.3. Bacterias entomopatógenas | 20 |
| 5.2. Control etológico | 21 |
| 5.3. Control químico | 22 |
| 5.4. Control cultural | 23 |
| 6. Producción artesanal de controladores biológicos | 24 |
| 6.1. Granulovirus | 24 |
| 6.2. Hongos entomopatógenos | 25 |
| 6.2.1. Calidad del hongo benéfico que se va a producir | 27 |
| 6.2.2. Producción de la matriz con el hongo | 28 |
| 6.2.3. Producción masiva en bolsas | 29 |
| 6.2.4. Secado del hongo | 30 |
| 6.2.5. Preparación para uso del hongo | 30 |
| 6.2.6. Aplicación del hongo | 31 |
| 6.3. Bacterias entomopatógenas | 31 |
| 6.3.1. Calidad de la bacteria benéfica que se va a producir. | 32 |
| 6.3.2. Producción masiva de la bacteria | 33 |
| 6.3.3. Aplicación de la bacteria | 34 |
| 7. Literatura citada | 35 |

2. Introducción

Desde el año 2012, los productores indicaron que la producción de tomate estaba siendo afectada por una palomilla que minaba las hojas y perforaba los frutos. En mayo del año 2014, Costa Rica reporta oficialmente la presencia de la plaga minadora (*Tuta absoluta*). Esta es una plaga conocida mundialmente por afectar solanáceas entre ellas el tomate (*Solanum lycopersicum L.*), donde se han reportado pérdidas de 80% de la producción (IPPC 2015; Ramos y Juárez 2011). Hoy día este insecto se encuentra distribuido a lo largo de todas las zonas productoras de tomate del país (Vargas-Chacón y Gómez-Bonilla 2016). El INTA empezó a realizar múltiples estudios sobre *T. absoluta*, con el fin de conocer su comportamiento en el cultivo en nuestro país, y así contribuir a buscar soluciones al problema ocasionado por la polilla y paralelamente capacitando a los agricultores sobre su presencia, ya que esta plaga fue por mucho tiempo confundida con otros minadores.

En el cultivo de tomate, el insecto (palomilla) causa daños en el follaje donde se observan minas en las hojas, además puede ingresar y perforar el fruto por lo que éste debe ser descartado, causando así pérdidas cuantiosas al productor.

Es importante recordar al agricultor, que el huésped preferido de *T. absoluta*, es el tomate, pero también afecta otros cultivos como la papa, berenjena, tabaco, frijol, pepino, tabaco, uchuva y otras solanáceas silvestres (Pereyra y Sánchez 2006; EPPPO, 2009, Tropea-Garzia 2009; Desneux et al. 2010, Ramos 2011, Alarcón et al. 2011).

A la fecha, la práctica más común para el manejo de la plaga ha sido el uso de insecticidas químicos (Contreras 2014). Sin embargo, el excesivo uso de estos productos ha ocasionado que la plaga se vuelva resistente (Scioscia 2014); por lo que se propone incorporar y usar controladores biológicos que poseen una actividad plaguicida como alternativa en el manejo integrado de la plaga.

3. Perforador del Fruto del Tomate

El área de siembra de tomate en Costa Rica es de aproximadamente 1 100 hectáreas con una producción anual de 57 238 toneladas métricas (SEPSA 2018).

En el 2014 se reportó oficialmente la presencia de la plaga *T. absoluta* en Costa Rica. Se trata de una palomilla semejante y difícil de distinguir a simple vista, de la palomilla *Keiferia sp.*, la cual se encuentra en el país desde hace décadas. A diferencia de *Keiferia sp.* la palomilla *T. absoluta* es mucho más agresiva y ocasiona más daño y pérdidas en la producción.

La larva es la que ocasiona el problema, ya que daña el follaje con lo cual la planta pierde el tejido y esto hace que se reduzca la energía disponible para el engrosamiento de los frutos. Al salir la larva del huevo, esta busca introducirse en el interior de la hoja (mesófilo) para alimentarse y puede observarse como se va formando la mina conforme se va movilizandando la larva por dentro de la hoja. Conforme la larva sigue alimentándose, la mina se ensancha y se observa la pérdida del tejido interno de la hoja, misma que contrasta con el color verde de la hoja. En casos de daño generalizado, la plantación se observa como si se hubiera quemado (Figura 1).

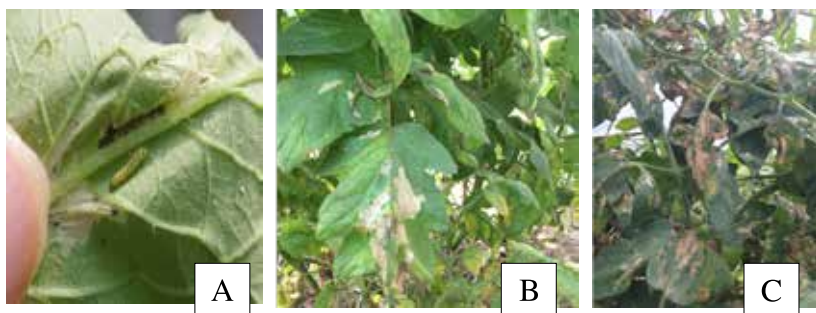


Figura 1.

Daño ocasionado por larvas de *T. absoluta* en el follaje de plantas de tomate. A. Minas formadas por las larvas. B. Al crecer la larva y alimentarse del mesófilo, las minas se ensanchan. C. Daño severo ocasionado por la plaga (el follaje se observa como si se hubiera quemado por el sol). San José, Costa Rica, 2016.

La larva también puede alimentarse del fruto, observándose perforaciones por el sitio donde penetró. La larva prefiere ingresar al fruto cerca del área del peciolo, donde dejan rastro de un material café-negruzco, que corresponde a los restos fecales de la larva, al momento de ingresar (Figura 2). Internamente, la larva mina el fruto, situación que ocasiona que el productor tenga que desecharlo, con las consecuentes pérdidas económicas.

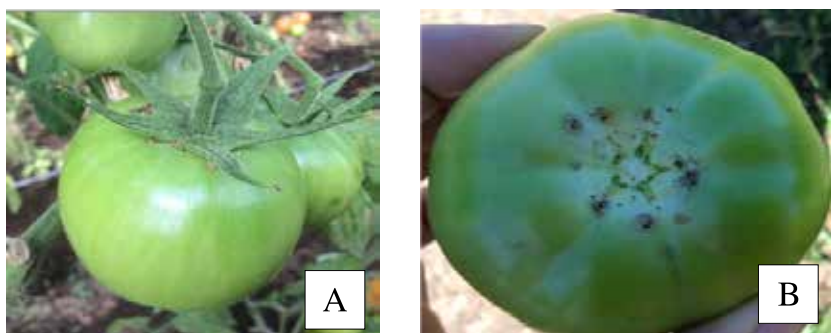


Figura 2.

Daño causado por la larva de *T. absoluta* afectando los frutos de tomate. A. Cerca del peciolo se observan las heces de la larva al ingresar. B. Perforaciones realizadas por larvas de la polilla. San José, Costa Rica. INTA 2017.

3.1. Distribución de la plaga en el país

El minador de la hoja del tomate (*T. absoluta*) está presente en todas las regiones del país, pero en distinta cantidad. En muestreos realizados en el año 2014-2015 se determinó que la zona de Cerro Verde, Guanacaste fue la región con menor población, mientras que en la localidad de Grecia fue en la que se encontró la mayor cantidad de adultos de esta plaga. El muestreo realizado a lo largo del país (Figura 3), encontró que esta plaga se encuentra en todos los sistemas de cultivo de tomate.



Figura 3.

Porcentaje de polillas de *T. absoluta* en relación con todas las palomillas capturadas en los diferentes sistemas de producción de tomate del país. San José, Costa Rica. INTA 2017.

3.2 Ciclo de Vida

El ciclo de vida de *Tuta absoluta* comprende el adulto, el huevo, cuatro estadios larvales y la pupa o crisálida. En condiciones de laboratorio el ciclo dura 26 días a una temperatura promedio de 26 °C y una humedad relativa entre el 55 y 60 % (Figura 4).

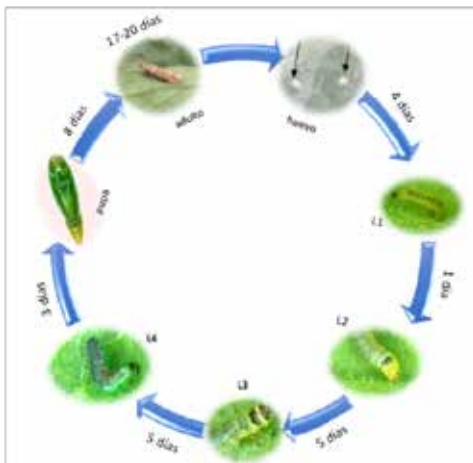


Figura 4.

Ciclo de vida de *Tuta absoluta*, desarrollado en el laboratorio, temperatura promedio de 27°C (el tamaño de los ejemplares ha sido modificado para una mejor observación). Laboratorio de Servicios de Fitoprotección Sabana Sur, San José, Costa Rica. INTA 2016.

3.3 Adulto

El adulto es una palomilla (microlepidóptero) con una coloración gris-café con manchas oscuras en las alas, con una longitud entre 5-7 mm por 1,5 mm de ancho en estado de reposo (Figura 5). Su cabeza relativamente pequeña sobresale un par de antenas. Todo el cuerpo del adulto está cubierto por escamas. Estas palomillas no se distinguen a simple vista de otras palomillas que se pueden encontrar en el cultivo de tomate. La única forma de diferenciarlas, es mediante la disección de la genitalia en los adultos y así determinar la especie

La hembra es fértil desde el primer día de emergencia de la pupa y en cuanto es fertilizada por el macho, puede colocar de forma aislada hasta 180-260 huevos al día. Conforme la hembra envejece produce menos huevos. La mayoría de huevos son puestos en los primeros 10 días de vida. En los estudios realizados por el INTA, los adultos sobrevivieron entre 17 y 20 días. Sin embargo, en la literatura se reporta que en zonas más frías puede vivir más días (Monserrat 2011).



Figura 5.

Adulto de *T. absoluta*. La imagen se agrandó para que se aprecien mejores detalles del insecto. INTA, 2016.

3.3.1. Identificación de adultos de *T. absoluta*

A simple vista, no es posible distinguir un adulto de *T. absoluta* de otras palomillas que se observan en el tomatal. Como se mencionó anteriormente, la mejor forma de saber si se trata de *T. absoluta* es mediante la disección y observación al microscopio de luz de la genitalia; para así identificar la especie.

En la preparación de la genitalia, se separa el abdomen del resto del cuerpo, el cual se coloca en una solución de hidróxido de potasio al 8% por 24 horas. Esta solución aclara los tejidos y facilita la tinción y observación de la genitalia.

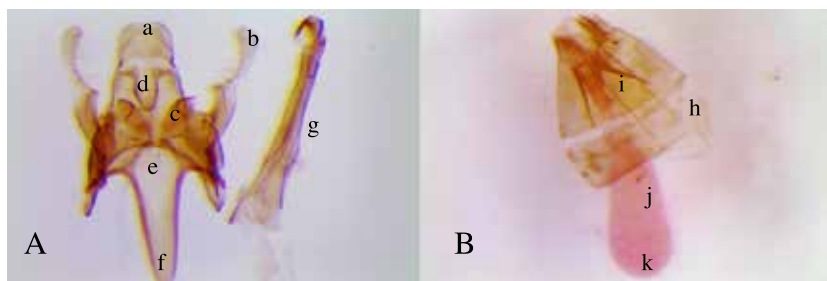


Figura 6.

A. Genitalia del macho y B. Genitalia de la hembra de *Tuta absoluta*. (a) Uncus, (b) Valvas, (c) Tegumen, (d) Gnatos, (e) Vinculum, (f) Sacus, (g) Aedeago, (h) Hipófisis anteriores, (i) Hipófisis posteriores, (j) Sigmun, (k) Bursa colupatriz. San José, Costa Rica. INTA, 2017.

3.4 Huevo

El huevo es alargado, con aproximadamente 0,5 mm de largo por 0,3 mm de ancho. En un inicio es transparente, pero luego se torna de un color crema amarillento y al final se ve café oscuro, en este momento ya tiene la larva formada en su interior. Por lo general, los huevos son colocados tanto arriba como en el envés de la hoja en forma aislada, sin formar grupos o masas visibles como si lo hacen otras especies de palomillas (Figura 7). En los estudios realizados por el INTA, con densidades de población muy elevadas, se observaron huevos en grupos de 2 o 3. En el campo los huevos se pueden observar también en ambos lados de las hojas y en los tallos. Se ha encontrado mayor cantidad de huevos en el envés de la hoja (parte inferior) donde están protegidos de la desecación por el sol. En condiciones de laboratorio, los huevos eclosionan luego de 4 días de haber sido colocados por la hembra.

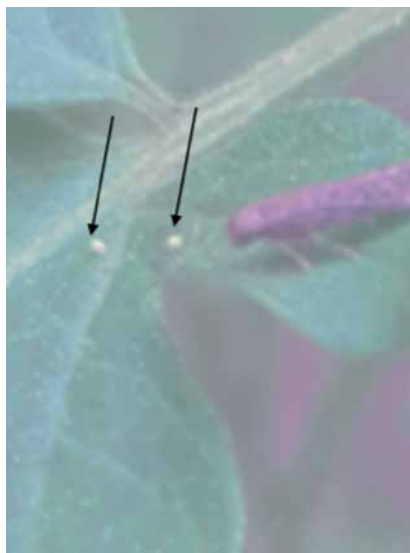


Figura 7.

Las flechas señalan los huevos característicos de *T. absoluta*.
INTA San José, Costa Rica. 2018.

3.5 Larvas

Las larvas emergen del huevo y buscan alimentarse del tejido interno de las hojas, por lo que se introducen en la hoja y al comer se van generando las minas, las cuales se caracterizan porque se van ensanchando conforme la larva se alimenta. También se pueden observar larvas fuera de las hojas y dentro del fruto de (dañándolo). Esto causa grandes pérdidas al agricultor.

Este insecto tiene cuatro estadios larvales o instares (L1, L2, L3 y L4) (Figura 8). La L1 es la más importante cuando se desea utilizar los biocontroladores, ya que es en esta etapa donde la larva está expuesta a ellos. Una vez que la larva entra a la hoja, es necesario aplicar insecticidas sintéticos específicos para el combate de esta familia de palomillas.

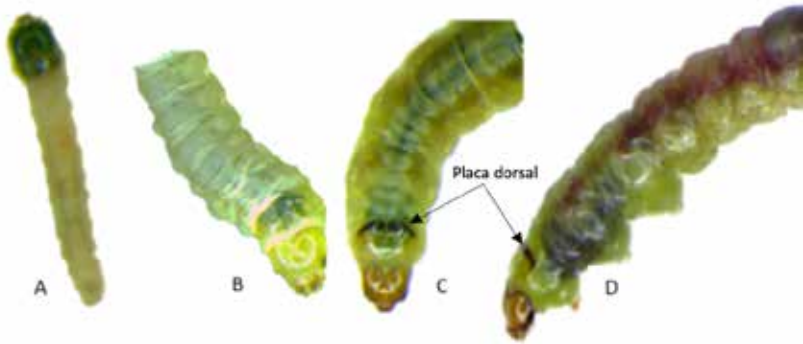


Figura 8.

Estadios larvales de *T. absoluta*. A. Primer instar (L1) con su cabeza más ancha que el cuerpo. B. Segundo instar (L2), note que la cabeza de la larva es que más angosta y el tono de su cuerpo es color verde claro. C. Tercer instar (L3) en la cual ya se observan las placas dorsales bien definidas y es de color verde más oscuro. D. Cuarto instar (L4) la cual se caracteriza por tener un color violeta. INTA, Sabana, San José, Costa Rica. 2016.

Una vez que la hembra adulta de *Tuta* coloca el huevo, la L1 eclosiona a próximamente a los cuatro días. Esta larva mide cerca de 0,9 mm de largo y se caracteriza porque tiene la cabeza muy ancha y un cuerpo delgado color crema translúcido y no posee una placa dorsal en el prototórax (cerca de la cabeza) (Figura 8A). Este estadio es muy sensible a la desecación, por lo que inmediatamente después de emerger del huevo, con sus mandíbulas rompe la hoja y se introduce a ella para iniciar su alimentación lo que da origen a las galerías o minas características de su presencia en la planta

La larva L2, mide aproximadamente 2,5 mm, tiene una cabeza más pequeña en relación con el cuerpo, se torna de un color verdoso. (Figura 8B).

La larva L3, mide aproximadamente 4,5 mm, es de color verde intenso y se distingue porque ya es evidente la placa dorsal en el prototórax (Figura 8C).

La larva L4, puede llegar a medir de 7 a 10 mm de largo, se caracteriza porque la región dorsal adquiere una tonalidad morada oscura, también la placa dorsal esta ya bien desarrollada (Figura 8D). Este estadio larval es común observarlo en el suelo, fuera de las hojas, colgando de ellas o

enrollándose en ellas, ya que se encuentra lista para la metamorfosis a pupa conocida esta etapa también como crisálida.

3.6 Pupa o crisálida.

Las pupas de *T. absoluta* pueden tener una longitud entre 5 a 9 mm, se pueden localizar a un lado de la nervadura central, por lo general en el envés de la hoja, dentro de porciones enrolladas en las puntas o lados de las hojas y en el suelo. Cuando el tomate es cultivado en macetas, las encontramos en los bordes internos. Durante este periodo el insecto se está transformando en adulto, en un inicio la pupa es de color verde brillante y al final se torna de un color marrón oscuro (Figura 9).

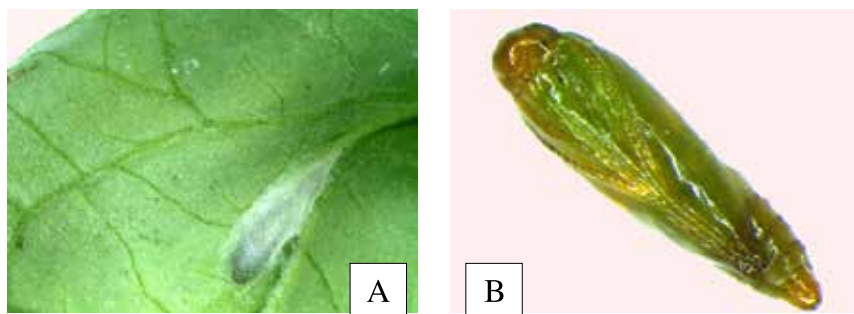


Figura 9.

Pupa de *T. absoluta*. A. Pupa cubierta por la tela en el envés de la hoja. B. Pupa aumentada de tamaño y fuera de la tela para su mejor observación. San José, Costa Rica. INTA, 2017.

En las pupas se puede observar el dimorfismo sexual, lo que significa que, en ese periodo del ciclo del insecto, ya es posible diferencia entre individuos hembra y macho. La diferencia entre ambos sexos radica en ubicación de la abertura genital en el último segmento del abdomen. Las hembras tienen la abertura genital muy cerca del segmento anterior y los machos la tienen más abajo (Figura 10)

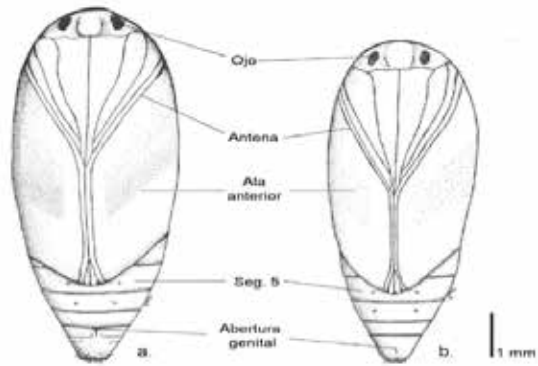


Figura 10.

Diferencias en la pupa de hembras (izquierda) y machos (derecha) del orden Lepidoptera. Familia Gelechiidae. San José, Costa Rica. Dibujo fuente: Rincón y López-Ávila, 2004. Fotografías fuente: Fotos INTA, 2018.

3.7 Dinámica poblacional de *T. absoluta*

En el estudio de la dinámica poblacional de *T. absoluta*, en los Ángeles de Grecia, se observaron variaciones importantes en las poblaciones de este insecto a lo largo de los 5 meses que duró la investigación. La cantidad de individuos capturados varió entre 200 y 800 de *T. absoluta* y en el caso de *Keiferia sp.*, su captura fue muy baja entre 2 y 18 individuos (Figura 11). Se da variación en el tiempo con respecto a las lluvias y la temperatura, a más lluvia, menor captura de *T. absoluta*, conforme disminuyen las lluvias y se acerca el verano, las poblaciones del insecto aumentan, el cultivo se ve más dañado en su follaje y en los frutos (Figura 12). La correlación de Pearson mostró que la mayor correlación se da con la humedad relativa en un 88% y con la velocidad del viento en un 78%, un factor que favorece la movilidad de la plaga.

Un método utilizado para relacionar la temperatura con la dinámica poblacional de las plagas, es el concepto Grados día ($^{\circ}\text{C}/\text{día}$). Los Grados día representan la acumulación de unidades de calor por encima del umbral mínimo de desarrollo durante un período de un día, que en el caso de *T. absoluta* es de 8.1°C (Navarro, et al., 2012).

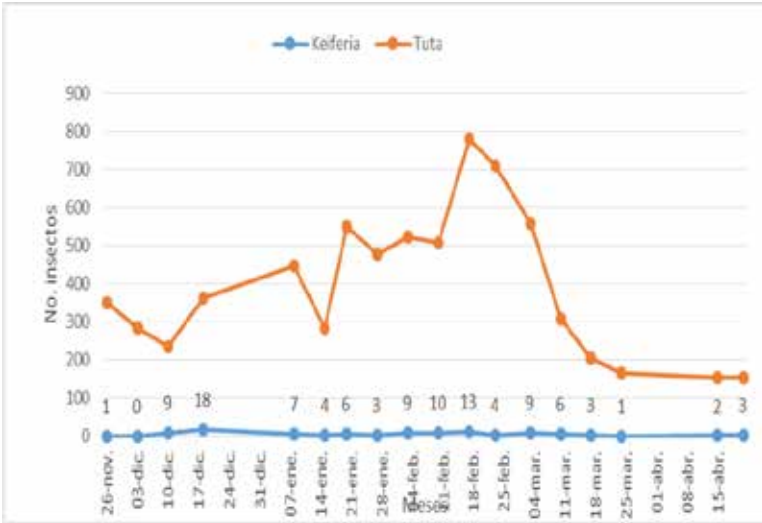


Figura 11:

Fluctuación poblacional de *T. absoluta* en el ciclo del cultivo de tomate. Los Ángeles de Grecia. Costa Rica. 2014-2015.

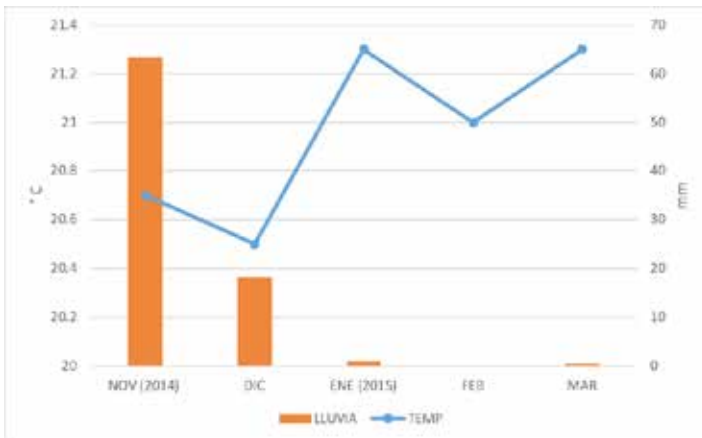


Figura 12:

Datos meteorológicos suministrados por ICAFE. Los Ángeles de Grecia Costa Rica. 2014-2015.

Los períodos de máxima incidencia se dan en los meses de verano. Las capturas de adultos comienzan a incrementarse de forma significativa en enero, esto posiblemente está relacionado no solo con el incremento de las temperaturas, sino también con la disponibilidad de material vegetal para el desarrollo de la plaga. De todos los factores ambientales, la temperatura es el factor que ejerce mayor efecto sobre la dinámica poblacional de los insectos.

La disponibilidad de material vegetal es otro factor que influye en el desarrollo y dispersión de las poblaciones de *T. absoluta*. En campo, suele ser una práctica habitual sacar los restos de cosecha y dejarlos dispersos. De manera que la destrucción del residuo vegetal adquiere gran importancia para minimizar la dispersión de la plaga (Navarro et al. 2012).

4. Otros insectos minadores del tomate.

En las plantaciones de tomate pueden encontrarse otros insectos que pueden ser confundidos con *T. absoluta* ya sea porque en su estadio adulto son muy similares o bien porque ocasionan un daño similar.

4.1 Minador de la hoja del tomate (*Keiferia* sp)

Esta es otra clase de palomilla, la cual a simple vista es igual en tamaño, forma del cuerpo y manchas en las alas (Figura 13), por lo que no se diferencia fácilmente de *T. absoluta*.

En Costa Rica unas tres décadas atrás, se reportó la presencia de *Keiferia lycopersicella* (Ramírez et al. 1989). Sin embargo, entre los años 2016-2017, en un muestreo realizado a lo largo del país y en las principales zonas sembradas con tomate, no se encontró *K. lycopersicella*, pero si otras dos especies diferentes de *Keiferia* sp. que no han sido descritas (Vargas-Chacón y Gómez-Bonilla 2017).



Figura 13.

Se muestra la dificultad para distinguir a simple vista entre géneros de palomillas. Costa Rica. 2016.

La única forma de diferenciar estas palomillas, es mediante la disección de la genitalia. Es importante indicar que el daño causado por las palomillas de *Keiferia sp.*, no es tan severo como el ocasionado por *T. absoluta*.

4.2 *Liriomyza huidobrensis* (mosca minadora)

La *Liriomyza huidobrensis* es una pequeña mosca de unos 2,5 mm de largo de color negro, con manchas amarillas en su cuerpo (Figura 14). Es conocida como la "mosca minadora" y es fácil de diferenciar de *T. absoluta*, sus larvas se alimentan del mesófilo de la planta y se mueven dentro de la hoja formando minas. Estas minas, a diferencia de las formadas por *T. absoluta*, son muy delgadas y no se ensanchan.

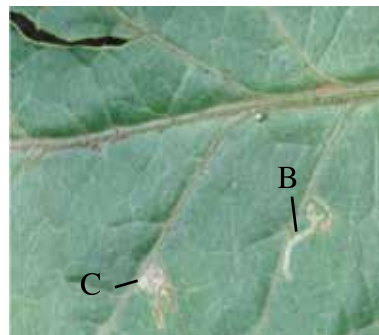


Figura 14.

Liriomyza huidobrensis. A. Adulto con su característica mancha clara en el dorso. B. Mina de la hoja causada por *L. huidobrensis*, esta es delgada y corta con respecto a la que forma *T. absoluta*. C. Mina de *T. absoluta* es más gruesa, inicio de estadio larval L1. San José, Costa Rica. 2017

5. Control de la plaga dentro de un plan de Manejo Integrado

La práctica más común para el manejo de plagas como *T. absoluta*, ha sido el uso de insecticidas químicos (Contreras et al. 2014). Se ha demostrado que el continuo uso de éstos genera resistencia ocasionando que la plaga se reproduzca rápidamente causando mucho daño (Riquelme et al. 2006). Por otra parte, el manejo de esta plaga se complica al tener una alta tasa de reproducción con estadíos protegidos por los tejidos de la planta y el suelo y además porque se han adaptado a diferentes temperaturas y humedades (Monserrat-Delgado 2011).

Lo anterior, invita a la reflexión, respecto a que debemos manejar esta plaga con una estrategia integrada que convine medidas culturales, químicas, biológicas y etológicas, incluyendo técnicas de confusión sexual. A continuación, se exponen elementos que pueden ser integrados dentro de un plan de manejo del cultivo para evitar los daños severos ocasionados por esta plaga. Resulta de gran importancia tomar conciencia acerca de los pros y contras de cada método. Se recomienda utilizar los métodos menos nocivos para un cuidado del ambiente y de la salud de todos.

5.1 Control biológico

Entre los elementos para el control biológico de Tuta, se han reconocido parasitoides, depredadores, bacterias, hongos, baculovirus, nematodos y protozoarios que actúan como parásitos, depredadores o patógenos (Torres et al. 2009).

Aun cuando existen otros elementos que contribuyen al control biológico de esta plaga, como ejemplo los insectos depredadores *Nesidiocoris tenuis* (el cual depreda huevos y larvas de *T. absoluta*) y el parasitoide *Trichogramma pretiosum* que parasita los huevos de la plaga (OIRSA 2015) en esta guía sólo trataremos el control biológico con granulovirus, hongos y bacterias, que son las estrategias en las que ha trabajado en INTA en los últimos años.

5.1.1 Granulovirus

Los granulovirus forman parte de la familia de los Baculovirus. Son un importante grupo de virus entomopatógenos, que sirven para el control de algunas familias de insectos plaga. Estos han sido ampliamente estudiados y se ha demostrado que no tienen ningún efecto negativo en los humanos (Benz 1986). Su estructura le permite sobrevivir en su hospedero y por largos años pueden estar activos en el suelo, las plantas, las grietas y otros refugios (Jaques, 1975).

Todos los virus que pertenecen a los Baculovirus tienen cuerpos de oclusión (OB por sus siglas en inglés) que son estructuras de resistencia, que les permite transmitirse horizontalmente de un hospedero a otro. La nueva clasificación de (Jehle et al., 2006; van Oers and Vlask, 2007) incluye cuatro géneros: *Alphabaculovirus sp.* que incluyen los nucleopolyhedrovirus (NPVs) los cuales tienen forma poliédrica y de tamaño de 1-5 micrones de diámetro y múltiples viriones. Los *Betabaculovirus sp.* que son los granulovirus (GVs) este género se caracteriza porque sus OBs son de forma de gránulos, con diámetro 240-450 nm y generalmente tienen un solo virión. Los *Gammabaculovirus* que contienen NPVs de especies de Hymenoptera y los *Deltabaculovirus* que incluyen los virus aislados de especies de Diptera (Jehle et al. 2006; van Oers and Vlask, 1994). Al género de los *Betabaculovirus* pertenecen a la cepa (PhopGVCR-03), utilizada para el combate de *T. absoluta*.

El ciclo de infección comienza cuando la larva ingesta los OB presentes en el tejido del que se alimenta. Una vez dentro del tracto digestivo de insecto, los OB se reproducen y dispersan en el cuerpo de la larva enfermándola. Para el control de la plaga, los OB se deben aplicar sobre la superficie de las hojas para que, al iniciar la perforación de la hoja, la larva ingiere el virus antes de entrar al mesófilo de la hoja.

Sintomatología: Las larvas enfermas con el granulovirus, entre más virus coman mueren en el término de tres días, su crecimiento es lento, se van poniendo blancas (Figura 15) y tienden a salir de la mina.

APLICACIÓN:

La aplicación de cualquiera de los biocontroladores (granulovirus, hongos y bacterias entomopatógenas) se debe realizar por la tarde, después de las 4 pm (ya que los rayos ultravioletas los mata). Es preferible usar una bomba nebulizadora, porque la idea es realizar una dispersión homogénea y de microgotas en toda la superficie de las hojas o fruto del tomate. Es importante que las bombas atomizadoras que se utilizan en la aplicación de los controladores biológicos solo sean usadas para ellos ya que algunos plaguicidas los pueden matar. Los granulovirus deben mantenerse en congelación hasta el momento de la aplicación. Se recomienda aplicar 2000 larvas/ha, con una pega, sobre la superficie y envés de la hoja.

Se recomienda que la aplicación de cualquier plaguicida químico se realice al menos 24 horas después de la aplicación de cualquier biocontrolador.



Figura 15.

Cuando la larva está infectada deja de comer y crecer, son más pequeñas y las larvas se observan blancas, casi siempre fuera de la mina. San José, Costa Rica. 2017.



5.1.2 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos actúan por contacto y su efecto es mejor cuando infecta estadios larvales iniciales. Por lo que el momento propicio para que el hongo tenga efecto es cuando la larva L1 eclosiona del huevo y se prepara para ingresar a la hoja. Si la larva L1 y el hongo entran en contacto antes de que entre a la hoja puede infectarla y matarla., si la

larva logra penetrar la hoja sin tocar el hongo, la larva podrá sobrevivir y solamente si sale nuevamente para alimentarse de otra hoja o de otro sitio, podrá ser infectada.

Algunos hongos entomopatógenos son conocidos por presentar cierta especificidad sobre el insecto al que parasitan, por lo que hay que tener cuidado al adquirir una cepa de hongo entomopatógeno, ya que no todas las cepas podrían tener un efecto sobre *Tuta absoluta*. La cepa que se utilice debe haber sido previamente evaluada para garantizar que va a ser útil en el manejo de esta plaga. Hongos de otras especies por ejemplo *Lecanicillium lecanii* también podrían ser útiles en el combate de esta plaga. En el comercio se encuentran a la venta diferentes cepas de *Beauveria bassiana* para su uso. En estudios preliminares de laboratorio, se encontró una cepa del hongo *Beauveria bassiana* (INTA-H-26), ha tenido resultados promisorios en el manejo de los estadios iniciales de la larva (Figura 16).



Figura 16.

Control biológico con hongos. A. *Beauveria bassiana* INTA-H-26 y B. *Lecanicillium lecanii* INTA-H-61 afectando larvas. INTA, San José, Costa Rica. 2016.

5.1.3 Bacterias entomopatógenas

Las bacterias entomopatógenas al ser ingeridas, actúan desde el sistema digestivo, destruyendo el epitelio del intestino de la larva con las toxinas que produce, por lo cual, la larva deja de alimentarse y muere. El momento propicio para que las larvas se infecten es cuando están por ingresar a la hoja que es cuando con sus mandíbulas cortan la hoja y si la hoja tiene la bacteria podría entonces enfermar y matar la larva.

Al igual que con los virus y hongos, una vez la larva entra a la hoja la infección será muy difícil.

Entre las bacterias más conocidas utilizadas para el control biológico de este tipo de insectos se encuentran las bacterias del género *Bacillus sp.* y entre ellas la más estudiada es *Bacillus thuringiensis (Bt)* la cual es una bacteria que se usa para controlar lepidópteros, dípteros y coleópteros (Urbaneja et al. 2012) y al igual que los hongos, tienen cierta especificidad por los insectos a los que atacan, en este caso se ha recomendado que se utilice *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* para insectos microlepidópteros como lo es *Tuta absoluta* (Giustolin et al. 2001).

En estudios preliminares de laboratorio, se encontró una bacteria endémica del género *Bacillus sp.* (B-6) que atacó larvas de *T. absoluta* siendo esta bacteria promisoría para ser incorporada en un plan manejo integrado de la plaga (Figura 17)



Figura 17.

A. Larva con color y textura normal. B. Larva con manchas afectada por la bacteria. C. Larva con consistencia suave por efecto de bacterias *Bacillus sp.* (B-6). INTA, San José, Costa Rica. 2016.

5.2 Control etológico

Este tipo de control se puede utilizar como alternativa complementaria tanto para monitorear como medida de combate. En este caso específico se refiere a la utilización de la feromona sexual femenina, que atrae al macho y es específico para *T. absoluta* generando confusión sexual.

Hay que tomar en consideración que la trampa sirve solo para atraer machos, pero ayuda a monitorear las poblaciones de *T. absoluta*, ya que se ha demostrado que las poblaciones de los insectos se presentan en un 50% hembras y un 50% machos, de ahí que es necesario utilizar un insecticida para combatir el resto de la población.

En el caso de los dispositivos, éstos se colocan en la trampa, la trampa puede ser un cartón con goma, para que el insecto quede pegado o un galón que contenga agua y jabón en el fondo, para que el insecto cuando se pose en la superficie se caiga dentro del agua y muera (Figura 18).

Estos dispositivos tienen una duración de 4 a 6 meses dependiendo de la temperatura y la radiación solar, el periodo de actividad de estos emisores disminuye drásticamente con temperaturas elevadas. Se recomienda colocarlas al borde de las hileras, cada 20-30 m, ya que tienen un rango máximo de atracción de 10 m aproximadamente. Esta es una muy buena estrategia de control de la plaga que se debe tomar en cuenta. Las experiencias de otros investigadores indican que es conveniente colocar las trampas cerca del suelo, ya que permite atrapar a los machos que van saliendo del suelo, ya que, como se mencionó, este insecto pupa en el suelo.



Figura 18.

Combate utilizando feromonas específicas para *Tuta absoluta*. INTA, San José, Costa Rica. 2017.

5.3 Control químico

El control químico de esta plaga es difícil: Como se mencionó anteriormente, la larva vive dentro de las hojas, frutos y tallos por lo que es difícil que tengan contacto con los productos químicos; además

se dispone de pocos productos fitosanitarios registrados que tengan una buena acción contra ellos.

Las investigaciones realizadas en otros países apuntan que es mejor usar otro tipo de control alternativo al químico. El uso de agroquímicos requiere alternar aplicaciones con diferentes moléculas, teniendo el número máximo de usos autorizados para cada producto, con el fin de evitar la generación de resistencia en la población de la plaga.

Hay pocos ingredientes activos autorizados para el control de las polillas en tomate en Costa Rica, capaces de ejercer un control efectivo sobre *T. absoluta* y cuyas aplicaciones puedan ser compatibles con el control biológico. Entre los productos preventivos (contra larvas que van emergiendo de las puestas, antes de que se desarrollen en el interior de los tejidos vegetales), destaca las Azadiractinas (que son reguladores de crecimiento).

Algunos insecticidas recomendados para el combate contra larvas ya desarrolladas en el interior de las hojas, están las moléculas de los spinocyn e indoxacarb, puede ofrecer una buena eficacia en condiciones óptimas de uso, dadas por el fabricante.

Cabe mencionar que cuando la presión de la plaga es importante, ningún tratamiento insecticida, ni secuencia de aplicaciones, parecen ser capaces de mantener un control satisfactorio de la *T. absoluta* a lo largo del tiempo. Por ello, los tratamientos fitosanitarios hay que integrarlos dentro de una estrategia integral para la prevención y manejo de la plaga, la recomendación es incluir al menos de cada dos aplicaciones de químicos una o dos con biocontroladores.

5.4 Control cultural

Una vez que concluye la cosecha del tomate, es necesario eliminar las plantas, puesto que como no se les aplica ningún producto para el control de la plaga, se convierten en un lugar ideal para la reproducción de la misma y su supervivencia hasta que tengan una nueva plantación para alimentarse, aumentando así la presión sobre la nueva área de cultivo.

Las plantaciones que van finalizando su ciclo, los restos de cultivos o, incluso, algunas parcelas mal manejadas, pueden constituir importantes focos de multiplicación o reservorios de la plaga, que van a incrementar la presión sobre el resto de plantaciones de la zona, complicando su control. Por lo anterior, se recomienda eliminar los rastrojos luego de la cosecha, para eliminar larvas y pupas que puedan sobrevivir entre la hojarasca. Además, se pueden colocar pantallas amarillas con pegamento, para atrapar a los adultos que vuelan por el sitio y realizar la rotación de los cultivos con otro que no sean solanáceas para así poder romper el ciclo de la plaga.

6. Producción artesanal de controladores biológicos

6.1 Granulovirus

Para la producción de granulovirus, el Laboratorio de Servicios de Fitoprotección del INTA, puede proporcionar larvas enfermas con granulovirus, para que los agricultores interesados puedan multiplicarlo para sus propias aplicaciones.

Procedimiento

Primeramente, se coloca una larva de *T. absoluta* infectada en un tubo de 2 ml para su posterior macerado con 500 µl de Tris, mediante movimientos circulares se tritura la larva con un pistilo y luego se adicionan 500 µl de agua destilada y se realiza un último macerado. Si se quiere infectar a cuatro plantas de tomate de un tamaño de 20 – 30 cm, con una larva tiene suficiente porque en este caso lo que deseamos es la multiplicación del virus en la larva (o sea ella es nuestra fábrica de virus).

Se puede calibrar previamente con una bomba nebulizadora y cuantificar el agua necesaria para esas cuatro plantas. Una vez obtenido ese volumen, se agrega la larva recién macerada, se hace la mezcla y se aplica el líquido a las cuatro plantas.

En una jaula cerrada, se introducen las cuatro plantas inoculadas y 30 pupas o 30 adultos (20 hembras y 10 machos), es preferible introducir pupas, ya que nos garantizamos que las hembras que nacen puedan llegar a poner a 250 huevos en las hojas de esas plantas (Figura 19). Se dejan en la jaula por unas 2-3 semanas y se revisan para ver el avance y las minas que se tienen. En la tercera semana, se colectan las larvas blancas que se encuentren y las minas o fuera de ella y se guardan en el congelador (-20°C) en pequeños tubos en grupos de 500 larvas esto hasta el día que se van a utilizar para las aplicaciones en campo o invernadero. Dentro de la jaula también debe colocarse un plato o frasco que tenga algodón empapado con agua con azúcar al 30%, esto para la alimentación de los adultos.

Para las aplicaciones en el campo, se descongelan las larvas (2000 larvas blancas/ha) se maceran bien con un dispersante como por ejemplo Polisorbato 20 y se agrega la cantidad de agua que se necesite para el área a tratar. Preferiblemente aplicar después de las 4 pm, con una bomba de aspersión de motor con nebulizador que solo se use para los biocontroladores.



Figura 19:

Montaje del sistema de jaulas subsiguiente a la inoculación con granulovirus sobre la superficie de los folíolos de la planta de tomate. INTA, San José, Costa Rica. 2018.

6.2 Hongos entomopatógenos

Materiales requeridos:

- Olla de presión industrial grande a la cual debe mandarle a hacer una rejilla de metal con patas de modo que levante la rejilla una cuarta parte del volumen total de la olla y así puede poner agua en el fondo, pero sin que llegue a tocar esa rejilla.

- Botellas vacías y limpias de 1 litro, que tenga los lados planos, como las que venden con algunos licores.
- Medida de volumen y medida de peso (puede utilizar un frasco plástico que marcará una vez, con las medidas de los pesos que acá se indican. Lo puede seguir utilizando siempre como equivalente de peso para el mismo material utilizado para las marcas).
- Mechero de alcohol el cual puede fabricarlo usted mismo utilizando un frasco de vidrio, haciéndole un pequeño agujero en la tapa y colocándole una tirita de mecha de tela (para que suba el alcohol por ella).
- Alcohol del 95°.
- Un cuchillo limpio de hoja delgada.
- Bolsas de polipiel de 10x16 cm que son resistentes a altas temperaturas.
- Bolsas de papel medianas con capacidad para contener 300 gramos de arroz y poder doblar la boca de la bolsa.
- Papel aluminio.
- Jeringas estériles de 10 ml.
- Mesa limpia. Trabaje siempre sobre una mesa limpia. Puede pasarle alcohol y algún producto desinfectante y dejarlo secar antes de trabajar en ella.
- La producción artesanal utiliza arroz como soporte (matriz) para que crezca el hongo. Puede usarse el arroz más barato que encuentre en el mercado o incluso arroz en granza. El arroz no solo le da un soporte al hongo para crecer, sino que también le aporta nutrientes para mantenerse vivo por un tiempo.
- Polisorbato 20. Puede solicitar ayuda al laboratorio del INTA de donde conseguir este reactivo.
- Cocina de gas o eléctrica.
- Agua.

La producción de los hongos está compuesta por las siguientes fases.

6.2.1 Calidad del hongo benéfico que se va a producir.

Esta es una de las fases más importantes ya que es necesario contar con un hongo activo y eficaz para la plaga que se requiere combatir. En muchas ocasiones, se considera que el control biológico, es poco efectivo y esto no siempre es cierto. A veces sucede que el hongo con el que se realizó la producción masiva no estaba activo, su concentración era muy baja o bien no funcionaba para la plaga que se quería combatir. Por lo que los hongos para producción masiva deben cumplir con los siguientes aspectos:

- « Deben tener la garantía de que el hongo está vivo.
- « La pureza y eficacia del hongo debe ser demostrada por el que lo produce.
- « Debe prepararse en la concentración que se conoce que es eficiente.

Para aquellos que deseen producir hongos para combatir la plaga, deben asegurarse que la materia prima con la que van a hacer la producción es buena, de ser así su producto también lo será. En el INTA se pueden adquirir estos hongos, los cuales se les entregan en una placa o plato Petri que contiene un medio de crecimiento con el hongo puro y revigorizado (esto significa que se ha activado para que sea eficaz) listo para utilizarse en la producción masiva. Es importante indicar que se va a preparar un organismo vivo por lo que la placa con el hongo debe ser utilizada lo más pronto posible y si debe transportarla a un lugar lejano es aconsejable que ésta permanezca en un recipiente fresco (no congelado) alejado de la luz del sol ya que la luz ultravioleta lo puede matar.

El hongo del que trata este manual es *Beauveria bassiana* el cual es de color blanco al inicio y luego se puede tornar de color crema y al tocarlo puede desprender estructuras como si fuera polvo (Figura 20).



Figura 20.

Hongo *Beauveria bassiana* creciendo en un plato Petri en medio artificial. INTA, San José, Costa Rica. 2017.

6.2.2 Producción de la matriz con el hongo

Para preparar una matriz, pese 250 g de arroz o granza y póngalo en la botella de 1 litro y agréguele 75 ml de agua. Agite bien para que todo el arroz se impregne con el agua. Trate de dejar todo el arroz de un solo lado a lo largo de la botella. Ponga a la botella un tapón de algodón que lo cubre con papel aluminio.

Ponga agua en la olla de presión que no llegue a la rejilla y coloque la botella dentro de la olla de presión. Cocine a presión por 15-20 minutos.

Deje enfriar y saque las botellas y espere que estén frías, no la use cuando esté caliente porque puede matar al hongo. Agite bien la botella y trate de despegar lo mejor posible los granos de arroz de la pared del hongo.

Una vez fría la botella con el arroz cocido, tome el cuchillo y páselo por la llama del mechero para desinfectarlo y así no contaminar la producción con microorganismos no deseados. Deje que el cuchillo se enfríe antes de utilizarlo.

Tome el plato Petri con el hongo y parta la mitad del medio de cultivo en pequeños trozos (note que el medio de cultivo es de textura gelatinosa), quítele el tapón de algodón a la botella y ponga los trozos de medio con el hongo, dentro de la botella con el arroz, vuelva a colocar

el tapón de algodón cubierto con el papel aluminio y agite fuertemente para intentar que las estructuras del hongo toquen todos los granos de arroz. Nuevamente intente poner la mayor cantidad de arroz de un solo lado plano sobre el cual descansará la botella.

Esta matriz debe permanecer a temperatura ambiente en un lugar fresco, que no le pegue la luz del sol, durante unas dos semanas. Usted podrá ir observando cómo crece el hongo sobre los granos de arroz y luego de dos semanas si la vuelca se observará las estructuras polvosas del hongo y estará listo para la siguiente fase.

El resto del medio con el hongo lo puede utilizar para preparar una segunda matriz o guardarlo en la refrigeradora para usarlo posteriormente, solamente recuerde que está trabajando con un organismo vivo y si no lo usa pronto se morirá.

6.2.3 Producción masiva en bolsas.

Hierva 1 litro de agua y deje enfriar.

En cada una de las 25 bolsas de plástico polipel, coloque 300 gramos de arroz y 60 ml de agua y agítelas muy bien para que todos los granos queden impregnados con agua. Deje reposar durante una hora. Haga un rollo no muy apretado con cada bolsa y colóquelos dentro de la olla de presión y cocine por 15-20 minutos. Saque las bolsas y deje que se enfríen completamente. Recuerde que la alta temperatura puede matar al hongo. Una vez frías desenróllelas y trate de mover el arroz para soltarlo (Figura 21).



Figura 21.

Bolsas de polipel con el arroz cocido listo para ser inoculado con el hongo. INTA. San José, Costa Rica. 2018.

Quítele el tapón a la matriz preparada como se indicó en el apartado 6.2.3., agregue cinco gotas de Polisorbato 20 y poco a poco adicione 500 ml de agua. Agite cada vez que agrega el agua, para ir soltando las estructuras del hongo del arroz y pasarlas al agua.

Agregue a cada bolsa de plástico con arroz, unos 10 ml del agua de la matriz (acá van las estructuras del hongo). Deje aire dentro de la bolsa, haga un pequeño doble en la boca de la bolsa, ponga tres grapas y extienda las bolsas en un estante limpio el cual debe estar en un sitio fresco, alejado del sol. No mueva las bolsas y espere de una a dos semanas, o hasta que ver el polvo, significa que el hongo ya está listo para usar (uso en fresco, húmedo) o bien para secar (para almacenarlo en refrigeración por 15 días antes de usar) (Figura 22).



Figura 22.

Bolsas de arroz inoculadas con el hongo, listas para colocarse en un estante para que crezca el hongo. INTA, San José, Costa Rica. 2018.

6.2.4. Secado del hongo

Una vez listo el hongo hay que usarlo en fresco o bien secarlo.

Para realizar el secado pase el contenido de cada bolsa plástica de polipiel a una bolsa de papel, doble la boca y deje a temperatura ambiente en el mismo sitio de crecimiento por una semana más, luego de esta semana se debe meter en una bolsa de plástico cerrarla bien y guardarla en refrigeración (15 días antes de usar).

6.2.5. Preparación para uso del hongo.

Las bolsas en fresco o en seco se preparan de la misma forma. Para una bomba de 18 litros utilice una bolsa y media con el hongo crecido (450 g) aunque esta dosis puede variar dependiendo de la calidad de su producción, si esta no fue buena debe colocar mayor cantidad de producto. Coloque en un balde plástico la cantidad de arroz con el hongo, agregue agua limpia, revuelva con la mano para soltar el hongo y pase por un colador o malla de tela para no dejar partículas de arroz grande que obstruyan la boquilla de la bomba. Coloque el líquido colado en la bomba y lleve al volumen requerido adicionando agua. Puede agregar aceite a la preparación, en una proporción de 2 a 5 ml por litro de agua, el cual va a proteger un poco, las estructuras del hongo de la luz del sol.

6.2.6. Aplicación del hongo.

Al estar trabajando con un microorganismo vivo que de paso es sensible a la luz del sol, es importante aplicar este producto preferiblemente por la tardeo muy temprano por la mañana (4:00 -5:00 a.m.). No aplique este producto a medio día ya que perderá toda su inversión. Tampoco aplique el hongo con fungicidas que no son compatibles ya que los pueden matar.

Es importante recordar que la aplicación correcta de estos productos tiene relación con el aprovechamiento y eficacia del producto, por lo que debe asegurarse que no se pierda producto al quedarse en calles o sitios lejos de las hojas y tallo de la planta. La aplicación debe ser dirigida a ambas caras de la hoja y tallos de la planta para lograr un mayor efecto.

6.3 Bacterias entomopatógenas

Materiales

- Sistema de agitación o inoculación de aire.
- Frascos para el crecimiento de la bacteria o contenedores grandes con sistema de agitación o introducción de aire con compresor.
- Plato Petri con la bacteria viable (Figura 23).

- **Nutrientes:** Para lograr el crecimiento del tipo de bacteria que se menciona en este documento, se requiere preparar un caldo con nutrientes que pueden ser de varios orígenes uno es comprando en el mercado "caldo nutritivo" es un producto comercial muy puro, por lo tanto, es más caro que otros sistemas. Este contiene peptona que es una fuente de aminoácidos y extracto de carne que es una fuente de carbohidratos y nitrógeno necesarios para el crecimiento de estas bacterias. Otra forma de nutrientes más económica es el uso de melaza,

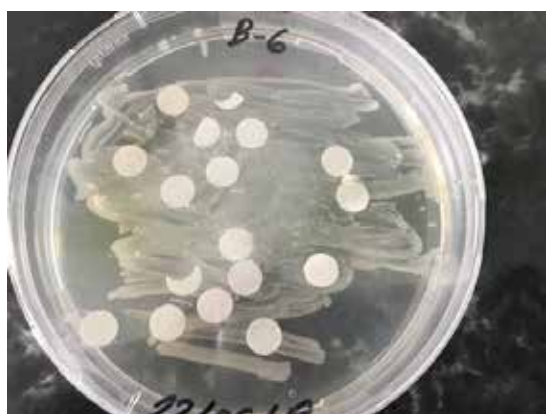


Figura 23.

Plato rayado con bacteria creciendo en un plato Petri en medio artificial. INTA, San José, Costa Rica. 2017.

6.3.1 Calidad de la bacteria benéfica que se va a producir.

« Esta es una de las fases más importantes ya que es necesario contar con una buena bacteria desde el inicio, que esté activa y sea eficaz para la plaga que se quiere combatir. Al igual que para los hongos, en el caso de las bacterias debe considerarse los mismos requerimientos: deben tener garantía de que la bacteria está viva.

« La pureza y eficacia de la bacteria debe ser demostrada por el que lo produce.

« Debe prepararse en la concentración que se conoce que es eficiente.

Para aquellos que deseen producir bacterias para combatir la plaga, deben asegurarse que la materia prima con la que van a hacer la producción sea de buena calidad, de ser así, su producto también lo será. En el

INTA se puede adquirir las bacterias, las cuales se les entrega en una placa o plato Petri que contiene un medio de crecimiento con la bacteria lista para utilizarse en la producción masiva. Es importante indicar, que se va a preparar un organismo vivo, por lo que la placa con la bacteria debe ser utilizada lo más pronto posible y si debe transportarla a un lugar lejano es aconsejable que ésta permanezca en un recipiente fresco (no congelado).

La producción masiva de bacterias del género *Bacillus spp.*, se realiza en medio líquido en un sistema aerobio (que suministra o facilita la entrada de oxígeno), por lo que se requiere que se esté agitando el caldo donde se encuentra la bacteria o introduciendo aire en el contenedor donde se están reproduciendo.

6.3.2 Producción masiva de la bacteria

Para la producción solo requiere colocar el nutriente líquido en el sistema aerobio, agregar la bacteria y poner a agitar o bien introducir el aire en el recipiente. En cuanto el medio líquido este turbio ya está listo para ser utilizado. El crecimiento de bacterias es mucho más rápido que el de los hongos, así que entre dos y cuatro días la bacteria estará lista para ser aplicada.



Figura 24.

Bacteria en medio nutritivo y colocándose para agitar para que multiplique. INTA, San José, Costa Rica. 2018.

Es importante que asegure la calidad de la bacteria producida, por lo que de vez en cuando puede llevar una muestra de su producto a un laboratorio especializado que determine la calidad de su producto. Los laboratorios del INTA ofrecen este servicio.

6.3.3. Aplicación de la bacteria

La aplicación de este producto preferiblemente se debe realizar por la tarde o muy temprano por la mañana (4:00-5:00 a.m.). No aplique este producto a medio día ya que, aunque la bacteria tiene algunas estructuras de resistencia, muchas de ellas pueden morir por las radiaciones ultravioleta del sol. No aplique la bacteria con otros productos que la puedan matar.

Y al igual que con los hongos entomopatógenos, recordar que la aplicación correcta de estos productos tiene relación con el aprovechamiento y la eficacia del producto, por lo que la aplicación debe ser dirigida a ambas caras de la hoja y tallos de la planta para lograr un mayor efecto.

7. Literatura citada

Alarcón, R; Bravo, A; Carranza, M; Durán, J; Garrido, E; González, P; Martínez, M; Nieto, R. 2011. Polilla del tomate: Tuta absoluta. Hoja divulgadora de hortícola Ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca. España. 7p.

Contreras, J; Mendoza, J; Martínez-Aguirre, M; García-Vidal, L; Izquierdo, J; Bielza, P. 2014. Efficacy of enthomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* against *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 107(1):121-124.

Desneux, N; Wajnberg, E; Wyckhuys, KAG; Burgio, G; Arpaia, S; Narváez-Vasquez, CA; González-Cabrera, J; Ruescas, DC; 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 prospect for biological control. *Journal of Pest Science* 83(3):197–215.

EPPO. 2009. *Tuta absoluta* found on *Phaseolus vulgaris* in Sicilia (IT). EPPO Reporting Service 8, 3.

IPPC. International Plant Protection Convention. 2015. Pest reports from Costa Rica. (en línea). Consultado 22 Jun. 2018. Disponible en <https://www.ippc.int/en/countries/all/pestreport/>

Jehle, JA; Blissard, GW; Bonning, BC; Cory, JS; Herniou, EA; Rohrmann, GF; Theilman DA; Thien, SM; Vlak, JM. 2006. On the classification and nomenclature of baculoviruses: A proposal for revision. *Archives of virology* 151:1257-1266.

Navarro, D; Lara, L; Aguilar, R; Tapia, G; Téllez, M. 2012. Control Integrado de *Tuta absoluta* en cultivo de tomate de invernadero. Almería. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. p. 1-20

Monserrat-Delgado, A. 2011. La polilla del tomate “Tuta absoluta” en la región de Murcia: bases para su control. (en línea). Consultado 16 may. 2018. Disponible en <https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=8378&IDTIPO=246&RASTRO>

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2015. Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate Tuta absoluta (Lepidóptera: Gelechiidae) en la región de OIRSA (en línea). Consultado 14 mar. 2018. Disponible en <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Tuta%20Absoluta%20version%201.2.pdf>

Pereyra, PC; Sánchez, NE. 2006. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology 35:71–676.

Ramírez, A; Carballo, M; Sauders, J. 1989. Niveles de daño económico de *Keiferia lycopersicella* en tomate (en línea). Manejo Integrado de Plagas. 14:17-19. Consultado 14 mar. 2018. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2195E/A2195E.PDF>

Ramos, C. 2011. La polilla del tomate Tuta absoluta (Meyrick), una plaga muy agresiva (en línea) OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 11p. Consultado 21 de may. 2014. Disponible en <http://www.oirsa.org/portal/documents/tuta/La-Polilla-del-tomate-una-plaga-muy-agresiva.pdf>

Ramos, C; Juárez, M. 2011. Protocolo de identificación de la polilla del tomate (Tuta absoluta Meyrick) Lepidóptera: Gelechiidae. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 9p.

Riquelme, M; Botto, E; Lafalce, C. 2006. Evaluación de algunos insecticidas para el control de la “polilla del tomate”, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) y su efecto residual sobre el parasitoida *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Sociedad Entomológica Argentina 65(3-4):57-65.

Scioscia, N. 2014. Caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* con potencial biopesticida. Pasantía de grado en Licenciatura en Ciencias biológicas Orientación Microbiología. Montevideo. Uruguay. Universidad ORT. 58 p.

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). 2018. Boletín Estadístico Agropecuario: Serie cronológica 2014-2017. Edición 28. (en línea). Consultado 21 may. 2018. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA28.pdf>

Torres, J; Argente, J; Díaz, MA; Yuste, A. 2009. Aplicación de *Beauveria bassiana* en la lucha biológica contra *Tuta absoluta*. Agrícola Vergel 326:129-132.

Tropea-Garzia, G. 2009. *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), a host plant of *Tuta absoluta* in Italy. IOBC/WPRS Bulletin. 49:231–232.

Urbaneja, A; Gonzáles-Cabrera, J; Arnób, A; Gabarrab, R. 2012. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the mediterranean basin. Pest Management Science 68:1215-1222.

Van Oers, MM; Flipsen, JT; Reusken, CB; Vlak, JM. 1994. Specificity of baculovirus p 10 functions. Virology 200(2):513-523.

Vargas-Chacón, C; Gómez-Bonilla, Y. 2016. Identificación de *Tuta absoluta* y *Keiferia* sp., en plantaciones de tomate en Costa Rica. In Programa Corporativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA) (61, 2016, San José, Costa Rica). San José, Costa Rica.



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en
Tecnología Agropecuaria

Teléfonos: (506): 2231-3991

Correos electrónicos: ygomez@inta.go.cr

cvargas@inta.go.cr

www.inta.go.cr

www.platicar.go.cr