







**ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL
DE SANIDAD AGROPECUARIA**

México•Guatemala•Belice•El Salvador•Honduras•Nicaragua•
Costa Rica• Panamá•República Dominicana

Manual de procedimientos para
la vigilancia, prevención y control
de la polilla del tomate *Tuta absoluta*
(Lepidóptera: *Gelechiidae*)
en la región del OIRSA

ISBN en trámite

Reservados todos los derechos. Se permite la reproducción total o parcial citando la fuente.

Producción editorial



Corporativo Editorial Tauro

Corporativo Editorial Tauro S.A. de C.V.

Félix Cuevas 308, Col. del Valle

C.P. 03100, México, D.F.

www.editorialtauro.com

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVO GENERAL	3
2. CARACTERÍSTICAS DE LA POLILLA DEL TOMATE <i>Tuta absoluta</i>	5
2.1. Posición taxonómica	5
2.2. Nombres comunes	5
2.3. Hospedantes	5
2.4. Descripción morfológica y biología	6
2.4.1. Huevo	6
2.4.2. Larva	7
2.4.2.1. Instares larvales	8
2.4.3. Pupa	9
2.4.4. Adulto	11
2.5. Ciclo biológico	11
2.5.1. Requerimiento de temperatura	12
2.6. Daños ocasionados por la polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	13
2.6.1. Daño en hojas	13
2.6.2. Daño en tallos	15
2.6.3. Daño en frutos	15
3. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	17
3.1. Análisis fitosanitario	17
3.2. Equipo y materiales para llevar a cabo las actividades de prevención y/o control	17
3.3. Descripción de la trampa delta, trampa de agua y feromona específica de <i>T. absoluta</i>	17
4. ACTIVIDADES DE VIGILANCIA	21
4.1. Establecimiento de rutas de trampeo	21
4.1.1. Densidad de trampeo	22
4.1.2. Revisión de trampas	22
4.1.3. Mantenimiento y conservación de la trampa	23
4.1.4. Recolección de especímenes sospechosos de la polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>).	23
4.2. Exploración del cultivo	24
4.2.1. Exploración de cultivo en campo abierto y cultivo protegido	24
4.3. Rutas de vigilancia	25
4.4. Diagnóstico	26

5. MEDIDAS FITOSANITARIAS DE EMERGENCIA ANTE UNA DETECCIÓN DE LA POLILLA DEL TOMATE PARA PREVENIR EL ESTABLECIMIENTO Y/O LA DISPERSIÓN DE LA PLAGA	27
5.1. Contención	27
5.2. Área cuarentenada	28
5.3. Vigilancia	29
5.4. Comunicación al sector productivo	30
6. ESTRATEGIAS DE CONTROL EN ÁREAS CON PRESENCIA DE LA POLILLA DEL TOMATE	31
6.1. Control legal	31
6.2. Actividades a desarrollar en áreas de cultivo de tomate, papa, berenjena y otras solanáceas susceptibles a <i>T. absoluta</i>	32
6.2.1. Producción de plántula para trasplante	32
6.2.2. Monitoreo de la plaga	32
6.2.2.1 Monitoreo directo en cultivos en campo abierto y cultivo protegido	33
6.2.2.2 Monitoreo mediante trampas con feromona específica	33
6.2.2.3 Aislamiento del cultivo para prevenir el ingreso de <i>T. absoluta</i> .	34
6.2.3. Aislamiento del cultivo para prevenir el ingreso de <i>T. absoluta</i>	34
6.3. Control biológico	34
6.3.1. <i>Nesidiocoris tenuis</i>	35
6.3.2. <i>Trichograma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	37
6.3.3. <i>Bacillus thuringiensis</i>	38
6.4. Control cultural	38
6.5. Trampas para capturas masivas	39
6.6. Trampeo masivo con semio-químicos	41
6.7. Confusión sexual	42
6.8. Control químico	43
6.8,1 Tecnología de aspersión	55

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate *Tuta absoluta*
(Lepidóptera: Gelechiidae) en la región del OIRSA

Autores técnicos:

Dr. Jan van der Blom, Dpto. Técnicas de Producción, COEXPHAL, España

Ing. César Ramos Méndez, Oficial agrosanitario, OIRSA México

Directorio

M.Sc. Efraín Medina Guerra

Director Ejecutivo

Dr. Octavio Javier Carranza de Mendoza

Director Técnico

Dr. Carlos Urías Morales

Director Regional de Sanidad Vegetal

OIRSA

Calle Ramón Bellosó, final pasaje Isolda

Colonia Escalón, San Salvador, El Salvador

PBX (503) 2209-9200

Email: comunicaciones@oirsa.org

San Salvador, El Salvador, 2015



INTRODUCCIÓN

La polilla del tomate, minador de la hoja, palomilla del tomate, son nombres comunes de la plaga *Tuta absoluta*, insecto Lepidóptero de la familia *Gelechiidae*. Fue descrito originalmente como *Phthorimaea absoluta* por el entomólogo inglés E. Meyrick en 1917, de un ejemplar colectado en la localidad de Huan-cayo, Perú (López, 2003).

Tuta absoluta es una especie multivoltina (varias generaciones al año) que se alimenta de hojas, frutos y tallos, en los que cava galerías o minas causando daños severos (Pereyra, 2002). Produce pérdidas en los cultivos por dos razones: (1) por reducción de los rendimientos por la destrucción de las hojas y flores y (2) por daños en los frutos que disminuyen su valor comercial (Gray et al., 1999).

El cultivo del tomate es un rubro importante para las economías de los países miembros de OIRSA, según datos de la FAO, en 2013, la superficie cultivada para Centroamérica, México y República Dominicana es de 110,245 hectáreas para una producción aproximada de 4,132,325 toneladas de frutos, lo que representa una importante fuente de ingresos en el comercio local y de exportaciones de los países.

Los riesgos asociados a la presencia de *T. absoluta* en la región ponen en peligro la producción, y se hace necesario tomar las medidas pertinentes que permitan mitigar el riesgo de ingreso a los países. En este sentido, este manual pretende dar la pauta para establecer acciones que mitiguen el peligro mediante la implementación de: 1) acciones de prevención, 2) acciones de contención y 3) acciones de control que serán aplicadas de acuerdo a la condición fitosanitaria de cada uno de los países.



1. OBJETIVO GENERAL.

Establecer los lineamientos técnico–operativos para ejecutar un sistema de vigilancia de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) para detectar de manera oportuna su presencia en zonas productoras de alto riesgo y el control de la plaga en los países donde está presente.

2.1 Objetivos particulares.

- Describir la morfología de la plaga para un mejor conocimiento del comportamiento de la misma.
- Definir los criterios para el establecimiento del trapeo y la exploración para la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
- Detectar oportunamente la presencia de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en nuevas áreas.
- Delimitar las áreas de infestación en caso de que se detecte la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
- Establecer las acciones de control donde está presente la plaga, utilizando estrategias de control integradas.



2. CARACTERÍSTICAS DE LA POLILLA DEL TOMATE (*Tuta absoluta*).

2.1 Posición taxonómica.

Reino: Animalia

División: Exopterygota

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Superfamilia: Gelechioidea

Familia: *Gelechiidae*

Género: *Tuta*

Especie: *Tuta absoluta* (Meyrick 1917)

2.2 Nombres comunes.

Idioma	Nombre
Español	Polilla del tomate, Palomilla del tomate, Minador del tomate, Gusano cogollero del tomate, Polilla perforadora, Minador de hojas y tallos de la patata.
Inglés	Tomato Leafminer, South American tomato moth, tomato borer.
Italiano	Tignola del pomodoro.
Francés	Mineuse de la tomate.
Portugués	Traça-do-tomateiro.
Sueco	tomatmal.

2.3 Hospedantes.

Hospedante principal: *Lycopersicon esculentum*, tomate.

Hospedantes secundarios: *Solanum tuberosum* L. (papa) *Solanum lyratum* Thunb., *Solanum muricatum* Ait. (pepino dulce), *Nicotiana glauca* L. (tabaco ornamental), *Solanum melongena* L. (berenjena), *Nicotia-*

na tabacum L. (tabaco) (Desneux et al., 2010). Otros hospedantes menores incluyen *Solanum habrochaites* Knapp y Spooner (*Lycopersicon hirsutum* Dunal) y *Capsicum annuum* L. (pimiento).

Hospedantes silvestres: *Solanum bonariense* L. (granadillo), *Solanum nigrum* L. (hierba negra), *Solanum elaeagnifolium* Cav. (trompillo), *Solanum sisymbriifolium* Lam. (espina colorada), *Datura stramonium* L. (*D. ferox* Nees von Esenbeck) (toloache común), *Lycium* L. sp., y *Lycopersicum puberulum* (Desneux et al., 2010). Otros hospedantes silvestres pueden incluir: *Solanum chenopodioides* Lam.(= *S. gracilis* Herter) (hierba mora), *Solanum pseudocapsicum* L. (manzanita de amor), *Solanum viride* Spreng (*S. puberulum* Nutt. ex Seem), *Solanum aculeatissimum* Jacq. (revienta caballo), *Solanum americanum* Mill. (hierba mora) y *Lycium chilense*(coralillo) (NAPPO, 2013).

Tuta absoluta tiene como hospedante secundaria a la papa, donde ubica sus huevos y sus larvas, preferentemente hacia la parte posterior y media de la planta, lo que resulta normal, ya que estas zonas están representadas por hojas jóvenes que les aseguran un mayor ambiente de protección y de alimentación. En este punto deben de tenerse en cuenta que las hojas basales son maduras, cercanas al marchitamiento y usualmente en contacto con el suelo (Notz 1992, citado por López, 2003).

2.4 Descripción morfológica y biología.

La polilla del tomate (*T. absoluta*) es una especie multivoltina (varias generaciones al año) que se alimenta de hojas, frutos y tallos, en los que cava galerías o minas causando daños severos (Pereyra, 2002).

El adulto es un microlepidóptero. Su ciclo biológico presenta cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. La coloración general es gris claro, con algunas manchas grises oscuras en la mitad posterior del ala y en el resto del cuerpo, la cabeza es relativamente pequeña, cubierta de escamas amplias y planas de color gris claro (Zubizarreta, 2009).

Los adultos son de hábitos nocturnos y durante el día se esconden entre las hojas. La cópula inicia inmediatamente después de la emergencia del adulto. La fecundidad es alta con un promedio de 50 huevos, pero puede alcanzar 250 huevos por hembra y una viabilidad cercana al 100%. La gran mayoría de los huevos son puestos durante los primeros 10 días de inicio del periodo de oviposición. La longevidad promedio de los machos es de 27 días y la de las hembras de 24 días (JA, 2010; Larraín, 2011).

2.4.1 Huevo.

El tamaño de los huevos es de aproximadamente 0.35 mm de largo por 0.22 mm de ancho y de forma ovalada (Larraín, 2011). Los huevos inicialmente de color crema amarillento (fig. 1); luego, conforme se aproximan a la eclosión, se tornan amarillos y, cerca de ella adquieren una coloración oscura. Los huevos eclosionan 5 a 10 días después de la oviposición, son puestos en forma individual y pocas veces pueden

encontrarse agrupados en un máximo de 5, principalmente en el envés de las hojas jóvenes o medianamente maduras (fig. 2) (Notz, 1992b), una pequeña proporción lo hace directamente en tallos nuevos y en el cáliz de frutos jóvenes. Trabajos realizados en España indican que los frutos próximos a su maduración o a los que se les ha quitado el cáliz, no son receptivos a la oviposición, sin embargo, en condiciones donde hay muchos adultos de *Tuta absoluta* y no hay plantas disponibles, como en los almacenes donde se guarda el tomate recolectado, sí se realiza la puesta en frutos sin *pecíolo* (Montserrat, 2009).



Figura 1. Huevos de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
Fotografía: Sara Cáceres.



Figura 2. Huevos *Tuta absoluta* en el envés de la hoja de tomate. Fotografía: Antonio Monserrat.

2.4.2 Larva.

Las larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), presentan una cabeza oscura con una mancha lateral que se extiende desde los ocelos hasta el margen posterior, carece de placa dorsal en el protórax, en su lugar tiene una banda oscura oblicua que no cubre la línea media dorsal, presenta setas anteriores al espiráculo protorácico separadas en un grupo de dos, mientras que la tercera está aislada junto al margen anterior del espiráculo y carece también de placa basal.

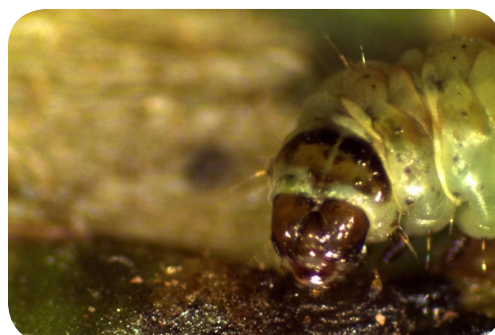


Figura 3. Parte frontal de larva de *Tuta absoluta*.
Fotografía: Patricia Larraín.



Figura 4. Primer instar larvario
Fotografía: INIA la Platina, Chile.



Figura 5. Segundo instar larvario.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 6. Tercer instar larvario.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 7. Cuarto instar larvario, justo antes de pupar.
Fotografía: Francisco Salvador Sola.

2.4.2.1 Instares larvales.

Primer instar (fig. 4). Tiene una forma cilíndrica levemente aplastada dorsalmente, la cabeza es prognata y también aplastada en forma visible. La larva es de color amarillo claro al iniciarse el periodo, adquiere un tono verde claro a medida que se alimenta y desarrolla; vuelve a su tonalidad amarillo claro cuando está cerca de la muda, debido a que deja de comer y vacía sus intestinos (López, 2003). El tamaño del primer instar es de 0.9 mm (Notz, 1992b).

Segundo instar (fig. 5). Se mantiene la misma forma que en el primer periodo, el color es gris blanquecino en un comienzo; pasa a verde claro a medida que vuelve a alimentarse. Hacia el final del periodo adquiere de nuevo una tonalidad amarillo claro (López, 2003). El segundo instar mide aproximadamente 2.8 mm (Mollá *et al.*, 2011).

Tercer instar (fig. 6). Tiene forma similar a la del periodo anterior, su color es gris blanquecino en un comienzo; pasa al verde claro a medida que la larva se desarrolla, intensificándose gradualmente. Adquiere tonalidad

blanquecina hacia el final del periodo (López, 2003). El tamaño del tercer instar es de 4.7 mm (Mollá et al., 2011).

Cuarto instar (fig. 7). Su forma es fundamentalmente igual al de los periodos anteriores, el color verde-claro en tonalidad ligeramente rosada en la región dorsal, al terminar el periodo de larva activa. Cabeza color café; sutura epicraneal bien marcada. Escudo protorácico visible, con una línea semicircular oscura en la parte posterior (López, 2003). El cuarto instar alcanza a medir 7.5 mm (Notz, 1992b).



Figura 8. Larva recién emegida del huevo, penetrando en el tejido de la hoja. Fotografía: Tomás Cabello.

Cuando la larva emerge, penetra inmediatamente (fig. 8) en la hoja donde se alimenta del mesófilo, se desarrolla en un periodo de 13 a 23 días (Cáceres, 2007). Llega a medir de 8 a 10 mm en su máximo desarrollo. Se puede dispersar con gran rapidez a otras plantas mediante hilos de seda de los cuales se deja colgar y llevar por el viento (JA, 2010). Una vez completados los estadios larvales, la mayor parte de las larvas se dejan caer al suelo para pupar, mientras algunas lo hacen directamente sobre las hojas o en la inserción de hojas con el tallo, especialmente en el envés de las hojas y en el cáliz del fruto.

2.4.3 Pupa.



Figura 9. Pupas en envoltura de seda el cáliz del fruto. fotografía: Jar van der Blom.



Figura 10. Pupas de *T. absoluta* en el suelo, con granos de arena adheridos a la seda del capullo. Fotografía: Francisco Salvador Sola.



Figura 11. Pasa de un tono verdoso a marrón oscuro cuando está próxima a la emergencia del adulto. Fotografía: Patricia Larraín.

En el periodo de pre-pupa ésta se acorta, engrosa un poco y adquiere una tonalidad rosada distintiva en la superficie dorsal (Larraín, 2011). La pre-pupa es el periodo en que la larva deja de alimentarse y se prepara para dirigirse al suelo donde se introduce superficialmente. La pupa también puede formarse en la parte aérea de la planta. Un lugar común es el envés de la hoja cerca de la nervadura central, o en el cáliz de los frutos (fig. 9). En todos casos, la pupa se desarrolla dentro de un capullo de seda, con partículas de arena incorporadas cuando se sitúa en el suelo (fig. 10). Dentro del capullo, inicialmente es de color verde (fig. 11), tornándose de marrón oscuro próximo a la emergencia del adulto (Cáceres, 2007). La pupa alcanza un tamaño de 5 mm de longitud y 1 mm de ancho. La pupa hembra es de mayor tamaño que la del macho, midiendo 4.67 y 4.27 mm de largo y 1.37 y 1.23 mm de ancho, respectivamente (JA, 2010). El estado de pupa dura de 7 a 21 días, dependiendo de la temperatura.

Un método para cuantificar el tamaño de la población de *T. absoluta* es por la captura de los adultos que emergen de las pupas en el suelo, utilizando trampas en forma de embudo (fig. 12).



Figura 12. Trampa para medir la cantidad de pupas que eclosionan en el suelo (Van der Blom et al., 2011a). Fotografía: Jan van der Blom.

2.4.4 Adulto.



Figura 13. Adulto de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
Fotografía: Roxana Almonacid. EEA INTA Bella Vista.

Los adultos (fig. 13) para ambos sexos, presentan las alas anteriores con matices que varían de oscuro a gris, las alas posteriores color negruzco brillante con las ciliass oscuras, la cabeza, tórax y palpos de color gris cenizo con tintes oscuros. La longitud de las alas anteriores de 4.5 – 4.7 mm (Notz, 1992b).

Los adultos son de actividad nocturna, en el día permanecen escondidos en el follaje de la planta, generalmente en el envés de las hojas (Quiroz, 1975). Mediante capturas en trampas, se observa que las hembras muestran mayor actividad en las primeras horas después del atardecer y las últimas horas antes del amanecer (Jan van der Blom et al., 2011a), mientras que los machos vuelan notablemente más en la madrugada, incluso después del amanecer (Miranda-Ibarra, 1999; van der Blom et al., 2011a).

2.5 Ciclo biológico.

Estudios realizados en invernadero señalan que la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) se desarrolla perfectamente entre los 12 °C y los 30 °C, adaptando la duración de su ciclo a las condiciones ambientales, de tal manera que a 12°C tarda casi cuatro meses en completar su ciclo y a 30 °C lo hace en tan solo 20 días. Es una plaga con capacidad de adaptación a un amplio rango de temperaturas y que en condiciones ambientales adecuadas es capaz de completar su ciclo en menos de un mes (cuadro 1). La vida de los adultos puede prolongarse entre 23 días a 15 °C y 9 días a 30 °C (Monserrat, 2009). Biurrun (2008) señala que en el norte de España la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) puede llegar a tener más de diez generaciones al año.

Cuadro 1. Duración promedio del ciclo biológico de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) a 14 °C, 20 °C y 27 °C.

ESTADO DE DESARROLLO	DURACIÓN/DÍAS				
	14 °C ¹	15 °C ²	20 °C ¹	27 °C ¹	30 °C ²
Huevo	14.1	10	7.8	5.13	4
Larva	38.1	36	19.8	12.2	11
Pupa	24.2	20	12.1	6.5	5
Total de Huevo - Adulto	76.4	66	39.7	23.8	20

Fuentes: ¹ Barrientos, et al., 1998, citados por Estay, 2000; ² Monserrat, 2009.

La presencia de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) ha sido determinada en plantaciones ubicadas entre los 1000 y 1500 m. s. n. m., en las cordilleras de América del Sur (Chile, Argentina, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela) (Probst y Col., 1994, citado por López, 2003).

2.5.1 Requerimiento de temperatura.

La polilla del tomate (*Tuta absoluta*) tiene en los estados de huevo, larva y pupa, distintas temperaturas base inferior, o sea aquella bajo la cual no hay desarrollo del insecto (cuadro 2) (Barrientos et al., 1998). Para pasar de un estado a otro, requiere una combinación de tiempo y temperatura determinada, expresado a través de un valor conocido como *Acumulación Térmica* (cuadro 3) y se mide en grados/día. Esta constante térmica se acumula sobre la temperatura base de cada estado de desarrollo.

Cuadro 2. Temperatura base estimada para cada uno de los estados de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*)

Estado de desarrollo	Temperatura base (°C)
Huevo a larva	7.0
Larva a pupa	7.6
Pupa a adulto	9.1

Fuente: Barrientos et al., 1998

Cuadro 3. Constante térmica para cada uno de los estados de desarrollo de *Tuta absoluta*

Estado de desarrollo	Constante térmica °D
Huevo	103.2
Larva	239.2
Pupa	118.2

Fuente: Barrientos et al., 1998.

2.6. Daños ocasionados por la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).

2.6.1. Daño en hojas.

Cuando la larva de *T. absoluta* emerge del huevo, camina sobre la superficie de la hoja donde ubica un punto de penetración, rompe la epidermis y avanza hacia el interior. Dentro de la hoja, consume el mesófilo formando galerías transparentes (fig. 14, 15, 16 y 17) entre las epidermis superior e inferior, que le sirven de protección (Quiroz, 1975). Conforme evoluciona la larva, las galerías que va formando son cada vez más amplias, en forma de una mancha irregular. Una característica importante es que las larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) depositan sus heces en un solo punto de la galería a diferencia de la *Liriomyza spp.* que las deja dispersas en toda la galería (fig. 18) y *Keiferia lycopersicella* que dobla la hoja (fig.19).

El daño que ocasiona la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en la hoja ocasiona que disminuya la superficie foliar útil, como resultado de esta acción la planta altera el proceso de desarrollo presentando envejecimiento prematuro.



Figura 14. Las minas en las hojas son irregulares, al principio estrecho y posteriormente se ensanchan quedando una zona membranosa y translúcida más o menos amplia en la que solo permanece la epidermis (observadas a contraluz se vislumbran claramente la larva y sus deyecciones), (López, 2013).
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 15. Galerías de *Tuta absoluta* también pueden ser largas y estrechas, pero en todo momento se observan las manchas negras, acumulaciones de las heces en ciertos puntos de la galería.
Fotografía: Antonio Monserrat.



Figura 16. Galerías largas de *Tuta absoluta*, reconocibles por las manchas negras. Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 17. En el caso de graves infestaciones de *T. absoluta*, las hojas pueden sufrir una necrosis grave y destruir por completo la hoja. Fotografía: Antonio Monserrat.



Figura 18. *Liriomyza* spp. Al comienzo la galería es muy delgada y se va haciendo más ancha a medida que crece la larva, se observan zonas negruzcas a lo largo de toda la galería que es el excremento de la larva.
Fotografía: César Ramos.



Figura 19. Daño ocasionado por *Keiferia lycopersicella*, las minas son de forma irregular y dejan translúcida las dos epidermis, las larvas doblan las hojas para formar su refugio.
Fotografía: César Ramos.

2.6.2. Daño en tallos.

El daño en tallos y brotes es menor que el daño ocasionado en las hojas, manifestándose en el caso de infestaciones severas (fig. 20 y 21). Este tipo de perforaciones se produce en la inserción de las hojas o pedúnculos de los tomates. La larva prefiere los brotes de la parte apical de la planta (ITGA, 2011).



Figura 20. Larva de *T. absoluta* en un tallo tierno.
Fotografía: Antonio Monserrat.



Figura 21. Daño ocasionado por *T. absoluta*.
Fotografía: Antonio Monserrat.

2.6.3. Daño en frutos.

Los tomates pueden ser dañados por la polilla del tomate desde el momento en que el fruto esté recién cuajado. La entrada de la larva al fruto puede ser en cualquier punto. Sin embargo, tiene preferencia por la zona protegida del cáliz, o por partes de los frutos que están cubiertos por hojas u otros frutos. Las galerías en el fruto son la fuente de entrada de patógenos, como hongos y bacterias (Biurrun, 2008).

Cuando las poblaciones de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en las plantaciones son bajas, solo suelen apreciarse galerías en hojas. Si las densidades poblacionales son altas, se observan daños tanto de las hojas como en los frutos jóvenes y tallos, casi de forma simultánea, escapándose los frutos más próximos a la maduración. Con el tiempo, éstos también se ven afectados por larvas de tercer y cuarto estadio que abandonan las galerías de las hojas y caen sobre los mismos (Monserrat, 2009).

En los frutos en los que se realiza la oviposición, en verde y sobre el cáliz, la larva se encuentra habitualmente por debajo del mismo (fig. 22 y 23), aunque posteriormente puede desplazarse a otras zonas, siendo inicialmente difícil de percibir. Por el contrario, las larvas desarrolladas, que llegan desde otras partes de la planta, pueden penetrar por toda la superficie y en cualquier estado de madurez de los frutos (fig. 24).



Figura 22. El aserrín indica que una larva de *T. absoluta* ha perforado el fruto por debajo del cáliz.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 23. Daño por *T. absoluta* por debajo del cáliz.
Fotografía: Antonio Monserrat.



Figura 24. Perforación del fruto por larva de *T. absoluta*, ya afectado por pudrición.
Fotografía: Jan van der Blom.

3. PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.

Es importante planificar todas las labores que se llevarán a cabo en la aplicación del presente documento para el trapeo y exploración de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) para garantizar que se ejecutará un programa eficiente de detección oportuna o en su caso prevenir la dispersión de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) de lugares donde ya ha sido detectada.

3.1 Análisis fitosanitario.

Es necesario realizar un análisis fitosanitario previo al establecimiento de las actividades enmarcadas en este documento en las diferentes zonas agroecológicas para conocer los diversos sistemas de producción, su problemática fitosanitaria y las condiciones ambientales locales, con la finalidad de determinar las áreas de mayor riesgo a la introducción y/o dispersión de la plaga, lo que facilitará establecer la red de trapeo en áreas estratégicas y representativas, de tal manera que en caso de detección de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) se puedan realizar acciones de confinamiento en el área y con ello la aplicación de medidas fitosanitarias.

3.2 Equipo y materiales para llevar a cabo las actividades de prevención y/o control.

- a) Fichas de campo.
- b) Manual de prevención y control.
- c) Información de áreas de producción y productores.
- d) Formatos de actividades de campo.
- e) Vehículo.
- f) Material de trapeo (trampas y difusores de feromona sexual).
- g) Hielera.
- h) Geles refrigerantes.
- i) Material para trampas de agua.
- j) Lupa de mano 10X o superior.
- k) GPS para georeferenciar las trampas.
- l) Material para colectas de especímenes (frascos de vidrio de 50 ml, alcohol al 70% de concentración, pinza entomológica, etiquetas de identificación, navaja o tijeras).

3.3 Descripción de la trampa delta, trampa de agua y feromona específica de *T. absoluta*.

La trampa se compone de tres partes:

- Trampa delta.
- Feromona sexual.
- Base engomada.

Trampa delta

La trampa delta sirve para monitorear las principales especies de la plaga (lepidóptera). Se utiliza con un fondo engomado de un solo uso y con la correspondiente feromona. La trampa está hecha de plástico de polipropileno preparado para resistir las inclemencias climáticas. Existen en el mercado trampas elaboradas de diversos materiales (fig. 25).



Figura 25. Trampas delta utilizada para la captura de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*). Fotografía: Jan van de Blom.

Feromona sexual para la polilla del tomate (*Tuta absoluta*)

El componente mayor de la feromona de *Tuta absoluta* es (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11-tetradecatrien-1-yl acetato o (3E, 8Z, 11Z-14:Ac); posee un componente menor reconocido como (3E,8Z)-3,8-tetradecadi en-1-yl acetato o (3E,8Z-14:Ac). Estos compuestos son colocados en un emisor (difusor) de PVC en una concentración de 0.5 mg o 0.8 mg, lo que equivale a una concentración de liberación, millones de veces mayor que la que producen las hembras durante el *llamado* (fig. 26). Por estos motivos, el dispositivo de liberación resulta más efectivo que aquél que emiten las hembras (Gaitán et al., 2008).

De acuerdo a la concentración del dispositivo y de las condiciones ambientales será la duración de la efectividad de la feromona. A una concentración de 0.5 mg y cuando se utiliza para monitoreo puede durar hasta 6 semanas, pero si es utilizada para capturas masivas la duración solo es de cuatro semanas. Cuando la concentración es de 0.8 mg la duración para monitoreo puede ser de 8 semanas y si es para capturas masivas solo dura 6 semanas. Para ambos casos es importante seguir las indicaciones establecidas por el fabricante.



Figura 26. Difusores de feromona sexual de *Tuta absoluta*. Fotografía: Pherobank.

Base engomada

La base engomada es un cartón con goma de poliisobuteno (*stickem*), la cual es insípida e incolora que sirve para adherir a las polillas atraídas por la feromona. La base tiene un cuadrículado para facilitar el conteo de los ejemplares capturados por cm^2 . La base tiene una vida útil de dos meses. Sin embargo, la duración puede variar de acuerdo a las condiciones donde esté instalada, en este tiempo deberá permanecer sin agentes contaminantes como polvo, paja, telarañas, etcétera.

Trampas de agua

La trampa de agua puede ser elaborada con cubetas, garrafones o bidones de plástico, son usadas para la captura masiva (fig. 27, 28 y 29). Sin embargo, las trampas de agua tienen la ventaja de que pueden ser usadas en lugares donde se considera que la trampa Delta será quitada o destruida por personal ajeno al programa u otros factores.

La trampa de agua está compuesta de tres partes:

- a) El cuerpo de la cubeta, garrafón o bidón.
- b) Solución de jabón, detergente o aceite que rompe la tensión superficial del agua y ahoga al insecto.
- c) Feromona sexual.

Aunque la feromona de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) es específica, la trampa de agua atrae a palomillas de otras especies, mismas que caen en forma circunstancial o que son atraídas por el agua del recipiente.



Figura 27. Trampa de agua tipo garrafón o bidón. Fotografía: Dr. Antonio Montserrat.



Figura 28. Trampa de agua comercial. Fotografía: Dr. Antonio Monserrat.



Figura 29. Trampa de agua tipo cubeta. Fotografía: Dr. Antonio Montserrat.

4. ACTIVIDADES DE VIGILANCIA.

Para realizar las actividades de vigilancia de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), se realizarán acciones que garanticen que se podrá realizar una detección oportuna de la plaga para ejecutar las estrategias de control adecuadas y evitar la dispersión de la plaga hacia otras áreas de producción del país o de la región.

Para seleccionar los sitios donde se establecerán las actividades de trapeo y exploración se deben tomar en cuenta las distribuciones de hospedantes comerciales y silvestres.

Para realizar una planificación eficaz de la red de trapeo, se requiere definir la disponibilidad de recursos económicos (gastos de las actividades), así como disponer de la información de áreas de producción de tomate y productores, hospedantes alternos y áreas de alto riesgo (vías de comunicación, almacenes, empacadores, mercados, entre otros) para definir el área de trabajo por cada región. Esto permitirá determinar las áreas a cubrir y la condición de las mismas, cantidad de trampas a utilizar, así como la existencia de hospedantes y la fenología de éstos. Las actividades a realizar son las siguientes:

- Rutas de trapeo.
- Exploración de cultivos.
- Rutas de vigilancia.
- Diagnóstico.

4.1 Establecimiento de rutas de trapeo.

Se establecerán rutas de trapeo en las principales zonas productivas de solanáceas, de tal forma que cubran la mayor parte de las zonas de producción y áreas de alto riesgo, en especial las de tomate, cada ruta de trapeo deberá tener 20 puntos de trapeo como mínimo, donde se instalarán dos trampas por punto, se establecerán tantas rutas de trapeo como sean necesarias.

Consideraciones para la Instalación y uso de trampas en cultivo protegido y campo abierto.

- Es recomendable utilizarla desde el almácigo (Estay, 2000).
- Se coloca en el sentido de la hilera para que las plantas no bloqueen el paso del viento que es fundamental para la difusión de la feromona (Estay, 2000).
- En invernadero se debe instalar una trampa para monitoreo.
- Se debe colocar a una altura inicial de 0.4 metros y posteriormente se elevan a 1.2 metros desde el nivel del suelo, orientando las trampas de acuerdo a los vientos predominantes. (Estay, 2000).
- Se deben colocar la trampa en el alambre o los postes del entutorado, o en lugares donde

el desarrollo de las actividades culturales no la dañen.

- Cada una de las trampas deberá contar con sus datos de ubicación (GPS), así como los datos de quién revisa y el periodo de cambio de feromona y base engomada.

4.1.1 Densidad de trampeo.

La densidad de trampeo ideal es de 2 trampas por hectárea, la selección de las hectáreas será de manera aleatoria o conforme a áreas de alto riesgo.

Consideraciones para el trampeo en áreas de alto riesgo:

1. En **almacenes** e instalaciones de recepción de mercancías potencialmente hospedantes de la plaga, se establecerá una trampa. En el caso de almacenes, las trampas se colocarán en su interior, en las zonas donde se recepcionen o descarguen tomates. Estas trampas serán revisadas, al menos, una vez a la semana (Monserrat, 2011, comunicación personal).
2. En **carreteras** de paso de mercancías susceptibles a la plaga, zonas próximas a almacenes o centros de recepción de hortalizas (mercados centrales, puertos, aeropuertos, etcétera). Tras un estudio previo de los puntos críticos por donde podría penetrar la plaga en una zona, se montará una red de trampeo en plantaciones de solanáceas, si las hubiera, o zonas de vegetación natural, en las proximidades de esos puntos críticos. Igualmente, estas estaciones se revisarán con una periodicidad mínima semanal (Moserrat, 2011, comunicación personal).
 - a) Los **semilleros** comerciales, que produzcan planta que pueda desplazarse a otras zonas de producción, dispondrán de estaciones de trampeo de *Tuta absoluta* en todos los casos (Monserrat, 2011, comunicación personal).

Se debe instalar la trampa en lugares que puedan ser vigilados por personas que vivan cerca, o el mismo productor para evitar la destrucción, deterioro o pérdida.

4.1.2 Revisión de trampas.

Las trampas deberán ser revisadas por el personal oficial asignado a esta actividad una vez por semana (cada 7 días). En caso de que no sea posible realizar la revisión semanal, ésta podrá ser quincenal, siempre y cuando no se hayan tenido detecciones de la plaga. Se deben considerar que las condiciones ambientales deterioran los ejemplares capturados. Las revisiones deberán ser aprovechadas para hacer la limpieza y mantenimiento de la trampa, reemplazar el difusor, la base engomada, etcétera.

En la revisión se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Se debe verificar que la trampa corresponda al registro de ubicación definida según red de trapeo.
- b) Antes de tocar la trampa se debe inspeccionar detenidamente para ver si hay capturas.
- c) Las trampas instaladas por ningún motivo deberán ser reubicadas del lugar donde fueron colocadas (excepto si se termina el ciclo de producción).
- d) En caso de captura de trampa de agua se deberá colocar con ayuda de las pinzas entomológicas o del pincel el ejemplar dentro de un frasco con alcohol al 70% y con sus respectivos datos de colecta.
- e) Se debe registrar en el formato de campo el número de ejemplares sospechosos e información adicional que se considere importante.
- f) Asimismo, en la etiqueta de la trampa y el formato de campo se registrará la fecha de cambio del difusor de feromona. El cambio de cartón engomado no será necesario anotarlo.

4.1.3. Mantenimiento y conservación de la trampa.

Es indispensable seguir procedimientos de mantenimiento y conservación para mantener la efectividad de las trampas dentro de la red de trapeo, como parte del control de calidad:

- a) Las feromonas se deben almacenar en lugares frescos y secos, por lo que se deberá planificar el número de dispositivos que se llevarán a campo para evitar cambios bruscos de temperatura y humedad durante su traslado.
- b) Colocar los difusores de feromona en las trampas con ayuda de pinzas entomológicas o guantes (puede ser usada una bolsa plástica como guante), teniendo la precaución de no tocar el dispositivo con la mano al abrir el sobre que contiene el difusor.
- c) Por ningún motivo se debe fraccionar, perforar, cortar, ensuciar o lavar el dispositivo de la feromona.
- d) Las trampas deterioradas deberán ser cambiadas para evitar que disminuyan su efectividad de captura.
- e) Las trampas deben estar identificadas con un código alfanumérico desarrollado por cada uno de los países.

4.1.4 Recolección de especímenes sospechosos de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).

En caso de detectarse ejemplares sospechosos en la trampa delta, la laminilla engomada deberá ser retirada de la trampa, enrollada en forma de pergamino o bien si solo existieran 1 o 2 capturas se recortarán los cuadros donde se pegó el ejemplar, colocándolo en cajas o recipientes donde no se dañe, para su envío al laboratorio de diagnóstico, junto con los datos de identificación.

La etiqueta de colecta deberá ser de papel blanco, escrita únicamente a lápiz con los siguientes datos:

- ✓ Lugar de colecta.
- ✓ Hospedantes.
- ✓ Ubicación georeferenciada.
- ✓ Fecha de colecta.
- ✓ Colector.

4.2 Exploración del cultivo.

Esta actividad está enfocada a la búsqueda de larvas o daños ocasionados por la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), las exploraciones se deben enfocar en áreas de alto riesgo a su ingreso, donde se considerará la distribución de hospedantes alternos además del tomate.

La exploración se realizará mediante la técnica de *guarda griega* y se llevará a cabo cada 15 días en cultivos comerciales y deberá hacerse en áreas diferentes, la observación será visual y dirigida a los síntomas que presenta la plaga en la planta.



Figura 30. Recorrido en *guarda griega*.

4.2.1 Exploración de cultivo en campo abierto y cultivo protegido.

Para la selección de unidades de muestreo, las observaciones a realizar en campo deberán ser representativas, no hay evaluaciones de cómo recorrer un campo, sin embargo, existen varios criterios para realizarla de manera adecuada. En la exploración se debe garantizar que haya una cobertura homogénea de toda la superficie de cultivo, con énfasis en los bordes y centro para detectar la posible presencia de larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).

Procedimiento:

- Se debe hacer un recorrido abarcando las orillas del cultivo y algunas hileras hacia el centro de la plantación, en búsqueda de daños o signos (galerías con larva y oviposturas) en la planta.
- La inspección se basará en la búsqueda de minas o galerías con larvas en su interior, no se consideran aquellas minas o galerías que no tengan presencia de larvas.
- Se revisarán folíolos y frutos recién cuajados en los que se observará especialmente la zona de contacto entre el fruto y la zona de inserción del *pecíolo* o también llamado cáliz.

Es importante considerar lo siguiente para la exploración:

- a) Al iniciar el recorrido se deben muestrear directamente hojas y frutos pequeños, 2 plantas por punto de muestreo al azar, para tener aproximadamente 25 puntos de muestreo por hectárea.
- b) El número de puntos a inspeccionar dependerá de la situación de cada parcela y de la plaga, si no se detectan galerías en las parcelas recorridas que presenten más riesgo, se deberán seleccionar otras zonas. Si el daño es generalizado, con la exploración de un lote será suficiente. En ese lote se deberán ejecutar todas las acciones de control establecidas en este documento.
- c) En la revisión de minas o galerías tener en cuenta que *Liriomyza spp* y *Keiferia lycopersicella* ocasionan daños similares a los de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
- d) Se debe poner mayor énfasis en plantaciones abandonadas o con escaso manejo fitosanitario.
- e) Los frutos de tomate con presencia de orificios, minas o galerías se cortarán cuidadosamente en trozos para buscar larvas con las características descritas para la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).
- f) Es importante señalar que al recolectar partes vegetales de las plantas, las herramientas utilizadas como tijeras, navajas u otros utensilios deberán ser desinfectadas con una solución al 1% de hipoclorito de sodio para evitar diseminar enfermedades.

4.3 Rutas de vigilancia.

Las rutas de vigilancia se establecen en áreas fuera de las áreas de producción de solanáceas pero que

presentan zonas de riego por la presencia de hospedantes silvestres o plantas cultivadas en traspatio. Las rutas de vigilancia se establecen con un mínimo de 20 puntos por cada ruta, los puntos se establecerán en áreas donde existan hospedantes silvestres, en casas, huertos o jardines donde se incluye a especies cultivadas de tomate. Se establecerán tantas rutas como sean necesarias.

En los puntos de la ruta de vigilancia no se instalan trampas, solo se hace la observación visual para buscar daños asociados a *T. absoluta*.

4.4 Diagnóstico.

Una herramienta muy importante de las acciones de vigilancia regional contra la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), es el diagnóstico en laboratorio. Es importante señalar que, si bien en el presente documento se incluyen características morfológicas en diferentes estados de desarrollo de la plaga, la identificación solamente se puede realizar a partir de la extracción de la genitalia de los adultos en laboratorio.

En el caso de encontrar un espécimen sospechoso en campo, se enviarán muestras al laboratorio de diagnóstico que las Direcciones de Sanidad Vegetal de los Ministerios tengan establecidos en cada país. Se seguirá el procedimiento establecido en el numeral 4.1.1. Recolección de especímenes sospechosos de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).

5. MEDIDAS FITOSANITARIAS DE EMERGENCIA ANTE UNA DETECCIÓN DE LA POLILLA DEL TOMATE PARA PREVENIR EL ESTABLECIMIENTO Y/O LA DISPERSIÓN DE LA PLAGA.

Los agricultores, comerciantes, técnicos y profesionales que ejerzan actividades relacionadas con la vigilancia de la plaga deberán poner en conocimiento del Ministerio de Agricultura cualquier aparición de síntomas relacionadas a la plaga.

Si como resultado de las acciones de vigilancia se detecta la presencia de *T. absoluta*, el Ministerio de Agricultura emitirá un acuerdo o resolución donde se establezcan las medidas permanentes y/o provisionales, plazos y forma de cumplimiento para el control de la plaga y a través del personal oficial notificará al afectado, le informará sobre las medidas a adoptar para evitar la dispersión de la plaga y realizará las supervisiones necesarias para verificar su cumplimiento.

Las medidas fitosanitarias de emergencia ante la detección de un brote de la polilla del tomate se basarán en un programa de acciones que contempla cuatro actividades básicas y que deberán derivarse de un acuerdo o resolución que emita el Ministerio o Secretaría de Agricultura:

5.1 Contención.

Se procederá a establecer un área definida con superficie de 1000 metros alrededor de cada brote y se ejecutarán las siguientes acciones:

- Instalación de trampas delta con feromona específica con una densidad de 10 trampas/hectárea en los primeros 300 metros del brote, para control directo de la plaga, como complemento a otras estrategias.
- Aplicación de plaguicidas autorizados por el Ministerio de Agricultura para el control de *T. absoluta* y mediante un programa definido (se deberá autorizar el ingrediente activo autorizado para el cultivo y que en otros países se utilice para la plaga).
- Capturas masivas con trampas de agua cebadas con feromonas, se colocarán un promedio de 15 a 20 trampas de agua por hectárea y se realizarán actividades de trampeo masivo complementarias (ver 6.5. Trampas para capturas masivas).
- Actividades de control cultural (ver 6.4. Control cultural).
- Al finalizar el cultivo se procederá a la eliminación de los restos de la plantación y se de-

berá dejar por lo menos 6 semanas libre el terreno antes de establecer el siguiente cultivo de tomate, papa o berenjena.

- El Ministerio de Agricultura podrá destruir los cultivos abandonados o los restos de cultivo si el propietario de los mismos no procede a su eliminación, corriendo a cargo del productor los gastos que se generen en la destrucción.

5.2 Área cuarentenada.

Se establece un área reglamentada de 10 kilómetros de radio a partir del lugar de la detección del brote, todos los cultivos comerciales de tomate que se encuentren dentro de este radio estarán sometidos a todas las acciones de cuarentena establecidas en el área, para lograr el control y evitar la dispersión de la plaga.

Se entregará a los agricultores la estrategia sobre las medidas a adoptar.

En viveros:

- Monitoreo con trampas específicas.
- Aplicación de insecticidas durante el período de desarrollo de la planta, condicionado al monitoreo de trampas.
- Inspección de lotes por el personal oficial del Ministerio de agricultura.

En campo (incluye sistemas protegidos):

- Exploración visual de cultivos. Se realizará en el cultivo de tomate como hospedante principal cuando se tenga una detección, pudiéndose ampliar a cultivos de papa y berenjena según el nivel de riesgo, se realizará mediante la metodología expuesta en el numeral (4.2. Exploración de cultivo) y la actividad la llevará a cabo el personal oficial del Ministerio de Agricultura.
- Prohibición de la comercialización de los frutos en ramo y con pedúnculo.
- Destrucción total de órganos de las plantas afectados por el productor o la autoridad competente.
- Mantener el terreno de cultivo limpio de vegetación y realizar una adecuada preparación del terreno antes de sembrar para eliminar las pupas que estén en el suelo.

- Tratamientos obligatorios de control biológico, incluyendo los tratamientos con insecticidas microbiológicos.
- Todos los productores ubicados en el área reglamentada por *T. absoluta* que requieran iniciar el proceso de cosecha de tomate para mercado interno (consumo fresco o procesamiento), deberán dar aviso a la oficina de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura con al menos 5 días hábiles de antelación al inicio de cosecha.
- El personal oficial del Ministerio realizará un diagnóstico de la condición fitosanitaria del tomate a cosechar mediante una exploración visual de liberación.
- Al finalizar la cosecha se procederá a la eliminación completa de todos los restos del cultivo.
- Inspección permanente de los técnicos del Ministerio de Agricultura para verificar la aplicación de las estrategias.
- La maquinaria agrícola que se emplee, deberá someterse a tratamientos de limpieza una vez utilizada, lo cual será de responsabilidad de los productores. Esta medida deberá ser realizada en el mismo predio donde se efectuaron los trabajos.
- Los envases y contenedores que se empleen, deberán someterse a tratamientos de limpieza una vez utilizados, lo cual será de responsabilidad de productores. Esta medida deberá ser realizada en el mismo predio donde se efectuaron los trabajos.
- Establecer periodos libres de hospedantes.

En transporte:

- Durante el transporte de frutos de la zona de producción al destino final, mercado, empaque, bodega, entre otros, se deberá garantizar que no exista riesgo de dispersión de la plaga por lo que el transporte deberá contar con algún sistema de protección de mallas anti polillas o plásticos.
- Desinfección de equipos y medios de transporte mediante la aplicación de insecticidas que garanticen la eliminación del riesgo.

5.3 Vigilancia.

Rutas de trampeo

Tras un estudio previo de los puntos críticos por donde podría penetrar la plaga en una zona, Se establecerán las rutas para cubrir el área donde:

- Se cultive tomate como hospedante principal o zonas de vegetación naturales, en las proximidades de esos puntos críticos.
- En vías de paso de mercancías susceptibles a la plaga.
- Zonas próximas a almacenes o centros de recepción de tomate (mercados centrales, puertos, aeropuertos, etcétera).

En cultivo de tomate se instalarán dos trampas con feromona por hectárea y serán colocadas estratégicamente de tal forma que se cubran las zonas más susceptibles de la parcela, pudiéndose ampliar a cultivos de papa y berenjena según el nivel de riesgo, se deberá contar con un croquis de cada superficie de producción en el que se ubicarán las trampas con feromonas instaladas, se registrarán las fechas de sustitución de los dispositivos de feromona; las capturas semanales. Las trampas se revisarán cada semana.

Puntos de revisión

Se realizarán controles carreteros en lugares específicos establecidos por el Ministerio de Agricultura. Serán puntos de revisión fijos donde se revisarán los embarques de tomate como hospedante principal, tomando las muestras necesarias para asegurar que el producto esté libre de la plaga y revisando y extendiendo documentación para su movilización.

Revisión de áreas de alto riesgo

Se revisarán empacadoras, almacenes, mercados consideradas como áreas de alto riesgo, para asegurar que el tomate proviene de productores autorizados por el Ministerio para movilizar el producto; que cumplan con un adecuado manejo de los desechos.

5.4 Comunicación al sector productivo.

Está orientada a informar y capacitar a los productores, comercializadores y al público en general con la finalidad de lograr un control eficaz de la plaga para evitar su dispersión, utilizando herramientas divulgativas como folletos, fichas, páginas web del Ministerio, asociaciones, capacitaciones, avisos en la radio, pinta de bardas y otras que sean de utilidad.

6. ESTRATEGIAS DE CONTROL EN ÁREAS CON PRESENCIA DE LA POLILLA DEL TOMATE.

En las zonas donde la *Tuta absoluta* está establecida, se elige la mejor combinación de medidas para mitigar el daño por la plaga: el *Control Integrado*. Esto consiste en la aplicación de una serie de técnicas complementarias, con el objetivo de garantizar una cosecha de máxima calidad y rentabilidad, con el uso mínimo de productos fitosanitarios químicos.

La dificultad en lograr un control químico eficaz reside en las características biológicas de la especie tales como superposición de generaciones y hábitos de alimentación de la larva que dificultan su contacto con los plaguicidas (Vermeulen y Parra, 1983, citados por Caffarini et al, 1999).

La *T. absoluta* es difícil de controlar exclusivamente con productos fitosanitarios químicos, especialmente por la rapidez de su reproducción y por la forma de vida de las larvas, que dificultan el contacto con los plaguicidas. Además, la mayoría de productos fitosanitarios químicos perjudican notablemente a la fauna auxiliar que, también cuando no se introducen enemigos naturales procedentes de crías comerciales, contribuyen de forma importante en el control de la *T. absoluta*. Por ello, tratamientos con un moderado efecto contra la *T. absoluta* pueden agravar la plaga por eliminar este mecanismo de control natural.

Por la enorme diversidad en condiciones de cultivo del tomate a lo largo de Centro América, no existe un único planteamiento de control que tenga validez general. Las posibilidades están determinadas por factores como el clima y el tipo de explotación, a campo abierto o en invernadero, pero también por la disponibilidad local de ciertos productos.

Cada país en la región cuenta con un amplio abanico de posibilidades y dispone de mucha información al respecto. En este documento, se resumirán las opciones que ofrecen los diferentes métodos de control, incluyendo la prevención, el uso de diferentes tipos de trampas y el papel que pueden tener el control biológico y químico.

El presente documento se enfoca en los métodos de control que permiten un mejor manejo de la plaga en los países de la región donde está presente.

6.1 Control legal.

Una de las primeras medidas para reducir la infestación de *T. absoluta* en los cultivos es limitar el suministro de alimento al insecto, esto se puede lograr mediante la programación de fechas de siembra de cultivos hospedantes de la plaga, y las medidas deberán ser normadas por el Ministerio de Agricultura del país para evitar la dispersión de la plaga a otras zonas de producción.

6.2 Actividades a desarrollar en áreas de cultivo de tomate, papa, berenjena y otras solanáceas susceptibles a *T. absoluta*.

Es necesario implementar medidas que permitan minimizar el daño que ocasiona la *T. absoluta*, asimismo minimizar el riesgo de dispersión de la plaga a otras áreas de producción local y regional. Para lograrlo es necesario implementar las siguientes acciones:

6.2.1 Producción de plántula para trasplante.

Las acciones a desarrollar para la producción de plántula sana se basan en un manejo adecuado para evitar que sean una fuente de dispersión de la plaga en las áreas de producción, esto aplica a todos los productores y a las empresas especializadas, y se procederá atendiendo lo siguiente:

- a) Las áreas de producción de plántula para trasplante deberán estar delimitadas por una estructura cerrada para evitar la entrada o salida de *T. absoluta*, deberán tener un aislamiento adecuado, es imprescindible que todas las aperturas estén cubiertas de malla anti-insectos con una densidad de hilos de, al menos, 9x6 hilos /cm².
- b) Instalar trampas con feromona específica de manera permanente en el área de almácigos para monitorear la plaga.
- c) En caso de presentarse capturas en almácigo se procederá a realizar una aplicación de producto insecticida autorizado, se llevará una bitácora de los tratamientos de insecticidas aplicados.
- d) Se dará aviso a los técnicos del Ministerio de Agricultura para que determinen el nivel de riesgo y realicen las actividades pertinentes.
- e) Cuando se tengan capturas y el daño en planta esté ampliamente distribuido, será necesario realizar la destrucción de la plántula.
- f) Se debe cuidar que en el traslado de la plántula al campo no sufra infestación por la plaga.

6.2.2 Monitoreo de la plaga.

El monitoreo de *T. absoluta* es fundamental para estimar la población de la plaga a partir de una muestra representativa a través del tiempo, detectar la presencia o llegada de poblaciones de plagas al cultivo de tomate u otro hospedante, obtener información sobre la distribución de la plaga y otros aspectos biológicos, conocer la efectividad de las prácticas de manejo.

Así como el trampeo, el monitoreo se deben enfocar en áreas de alto riesgo a su ingreso, donde se considerará la distribución de hospedantes alternos además del tomate. Es recomendable realizar un monitoreo previo y posterior a cualquier tratamiento biológico o químico que permita conocer la eficacia del mismo.

6.2.2.1 Monitoreo directo en cultivos en campo abierto y cultivo protegido.

En el monitoreo se debe garantizar que haya una cobertura homogénea de toda la superficie de cultivo, con énfasis en los bordes y centro para detectar los daños ocasionados por *T. absoluta*. La observación se enfocará en las hojas jóvenes y en la zona del pedúnculo de los frutos (ver 4.2.1.).

Las medidas de control deben iniciar cuando se encuentre un huevo o una mina con larva en una hoja, en una muestra de 50 hojas (Medeiros et al., 2005).

6.2.2.2 Monitoreo mediante trampas con feromona específica.

En zonas con presencia de la plaga, un seguimiento sistemático de las capturas en trampas sirve para detectar la llegada de los primeros adultos al cultivo y estar atento antes de que la plaga se manifieste con importantes niveles de daño. Al detectar que la plaga aumenta su presencia, se pueden iniciar otras acciones, como la colocación de trampas para trampeo masivo, la colocación de difusores para confusión sexual, la búsqueda y eliminación de folíolos con galerías de *T. absoluta*, etcétera.

Instalación y uso de trampas en invernadero (Estay, 2010):

- Es recomendable utilizarla desde el almacigo.
- Se debe instalar para monitoreo, una trampa por 2,500 m², en la segunda o tercera hilera desde el borde en el centro de la hilera.
- Se coloca en el sentido de la hilera, para que las plantas no bloqueen el paso del viento que es fundamental para la difusión de la feromona.
- Se debe revisar la trampa en invernadero diariamente.
- Con el fin de reducir poblaciones de machos, lo que permite reducir la ovispostura, se debe instalar una trampa con feromona cada cuatro hileras de 50 metros lineales a nivel del suelo, usando una trampa de agua con un humectante que reduzca la tensión superficial.

Instalación y uso de trampas en el campo (Estay, 2000):

- Las trampas deben ser instaladas desde el trasplante del tomate en el campo y es reco-

mendable utilizarlas también en los almácigos para comprobar la sanidad del material que se envía al campo que debe ser libre de huevecillos de *T. absoluta*.

- Se debe colocar a una altura inicial de 0.4 metros y posteriormente se elevan a 1.2 metros desde el nivel del suelo, orientando las trampas de acuerdo a los vientos predominantes.
- La distancia mínima del intervalo entre trampas debe ser de 30 metros.
- El número de trampas a instalar en un predio depende de la superficie de tomate cultivado.
- Las trampas deben ser revisadas como mínimo una vez a la semana determinando el número de machos caídos por trampa/día para establecer fluctuaciones poblacionales de *T. absoluta*.

6.2.2.3 Aislamiento del cultivo para prevenir el ingreso de *T. absoluta*.

La producción en invernadero ofrece buenas posibilidades de realizar medidas preventivas contra la plaga. Para conseguir un aislamiento adecuado, es imprescindible que todas las aperturas estén cubiertas de malla anti-insectos. Aunque para *T. absoluta* una malla con una densidad de hilos de 9x6 hilos /cm² es suficiente, es recomendable utilizar mallas más densas para también excluir otras plagas, como mosca blanca. Por ello, se recomienda la colocación de mallas de 10x20 hilos /cm², conocido en EE.UU. como 50 *mesh*, en zonas con presencia de Bemisiatabaci. En la periferia y en la entrada ha de instalar una doble puerta.

6.3 Control biológico.

En la naturaleza, *T. absoluta* cuenta con una innumerable cantidad de enemigos naturales, afectando a cada uno de sus estados. Las polillas adultas caen presas ante arañas y otros cazadores de insectos; los huevos y las larvas están acusados por una enorme cantidad de artrópodos que se mueven por el cultivo de tomate. Las pupas, de manera mayoritaria, se desarrollan en el suelo, donde son atacadas por escarabajos, ciempiés, etcétera, pero también por pequeños vertebrados como lagartijas, ratoncillos o pequeñas aves insectívoras. No obstante, las investigaciones referentes al control biológico se han centrado sobre todo en los artrópodos parásitos y depredadores que se encuentran en la parte aérea del cultivo.

La mayor parte de la producción de solanáceas en la región está determinada por pequeños productores y es importante considerar las limitaciones económicas que hacen difícil la aplicación de poblaciones de enemigos naturales criados artificialmente, sin embargo, debido a las altas poblaciones de fauna auxiliar de diferentes especies que se encuentran en cultivos de solanáceas a campo abierto y que incluyen especies que atacan a *T. absoluta*, la estrategia deberá ser el respeto y la potenciación de las poblaciones establecidas en campo de forma natural. Tratamientos indiscriminados con productos químicos pueden

perjudicar seriamente la actuación de la fauna auxiliar.

6.3.1 *Nesidiocoris tenuis*.

En la región el Mirido que comúnmente se encuentra en cultivos de solanáceas es *Nesidiocoris tenuis* (fig.31 y 32), depreda los huevos de la polilla del tomate y también larvas pequeñas.

Para la liberación de *N. tenuis* en el semillero, se introduce una cantidad de 0,25-0,5 individuos por planta sobre las bandejas, distribuida una semana antes de realizar el trasplante. Enseguida después de la introducción de *N. tenuis*, se aplica un alimento, que consiste en huevos de lepidópteros (*Sitotroga cerealella*) esterilizados, rociado sobre las plántulas, a una dosis de 10 gramos/1,000 plántulas. Mediante esta introducción pre-trasplante, se consigue que las plantas lleguen al invernadero con los huevos *N. tenuis* ya instaurados, por lo cual se desarrolla una población de estos depredadores que en pocas semanas son capaces de controlar a las plagas. Las casas comerciales de fauna auxiliar recomiendan dosis de introducción de entre 5,000 y 20,000 individuos por hectárea de cultivo¹. Es aconsejable realizar las introducciones en varias sueltas, con intervalos de una semana entre una suelta y la siguiente (consulten a sus proveedores).



Figura 31. *Nesidiocoris tenuis*, ninfa típica de un mírido en tomate.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 32. *Nesidiocoris tenuis*, adulto
Fotografía: César Ramos.



Figura 33. Primer síntoma de daño en tallo tierno provocado por *Nesidiocoris tenuis*. Se observa un anillo *acorchado* provocado por los chinches. Los tallos se pueden partir fácilmente en estos sitios.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 34. Daño en racimos de tomate provocado por *Nesidiocoris tenuis*. Por picaduras en los pedúnculos, la planta aborta flores antes del cuaje.
Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 35. Daño en tomate provocado por picaduras de miridos. Fotografía: César Ramos Méndez.

6.3.2 *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Los parasitoides de huevos de la familia *Trichogrammatidae* son los enemigos naturales más empleados a nivel mundial en programas de control biológico contra lepidópteros, a través de liberaciones inoculativas e inundativas (Smith, 1996 citado por López, 2013). Se trata de insectos muy pequeños: los adultos miden menos de medio milímetro. *T. pretiosum* es parasitoide de varias especies de plagas de lepidópteros en los cultivos agrícolas, entre las cuales está *Tuta absoluta*. Es una de las especies de *Trichogramma* más comunes en las Américas. Después del parasitismo por *Trichogramma*, los huevos de *T. absoluta* se vuelven negros en unos días (fig.37).

En insectarios, se reproduce *T. pretiosum* sobre huevos de polillas de harina, pegados sobre cartón (Cano Vásquez, 2001). La distribución de estos parasitoides en los cultivos se realiza por colgar entre 100 y 400 cartoncillos con unos miles de huevos parasitados por hectárea de cultivo (Medeiros et al., 2005), donde eclosionan en pocos días. La dosis de introducción depende de la presión de la plaga.

La aplicación debe iniciarse cuando el monitoreo indique la presencia de los primeros adultos / huevos de la polilla del tomate, que por lo general ocurre alrededor de los 40 a 50 días después del trasplante de tomate. Mientras que la presión de *T. absoluta* se mantenga, se repetirán las introducciones de *T. pretiosum* con intervalos de 1-2 semanas. Puesto que no se trata de insectos con grandes capacidades voladoras, es importante repartir los cartoncillos homogéneamente en el cultivo.

En la práctica, la aplicación de *T. pretiosum* puede reducir la población de *T. absoluta*, pero no lo elimina (Haji et al., 1995). Observaron un porcentaje máximo de control del 49% de los huevos. Por ello, combinarán el control con *Trichogramma* con otras medidas de control. Por ejemplo, con la aplicación de un bio-insecticida a base de *Bacillus thuringiensis*.

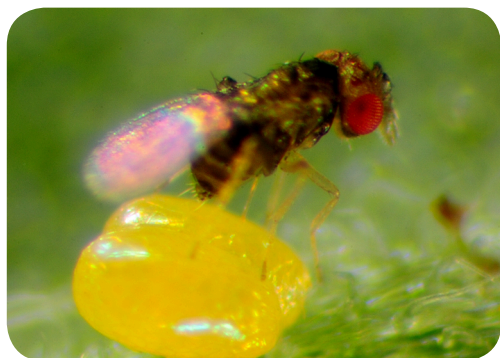


Figura 36. *Trichogramma acheaea*, parasitando huevos de *T. absoluta*. Fotografía: Tomás Cabello.



Figura 37. Huevo de *T. absoluta*, parasitado por *Trichogramma*. Fotografía: Tomás Cabello.

6.3.3 *Bacillus thuringiensis*.

Bacillus thuringiensis es el insecticida biológico más aplicado en el mundo y se utiliza para controlar diversos insectos que afectan la agricultura dirigido al control de larvas de insectos lepidópteros (Sauka et al, 2008).

Los productos biopesticidas están disponibles en diferentes formulaciones, es importante verificar que los productos estén autorizados en los países donde se pretenden usar.

6.4 *Control cultural*.

El *control cultural* consiste en prácticas preventivas que ayudan a minimizar el daño ocasionado por la plaga, y que debe utilizarse en conjunto con otras prácticas de control.

En el *control cultural* las actividades más importantes a realizar son:

Previo al trasplante:

- En la medida de lo posible rotar los cultivos de solanáceas con otras especies vegetales para romper el ciclo de la plaga.
- Utilización de plántulas libres de la plaga.
- Evitar al máximo, la proximidad entre las plantaciones viejas y nuevas. El cultivo más viejo es un reservorio de la plaga que puede colonizar las plantas jóvenes.
- Mediante una práctica adecuada eliminar las malezas hospederas para evitar la infestación del cultivo.

Durante el cultivo:

- En el caso de infestaciones leves, semanalmente se eliminan los folíolos con galerías de la palomilla de tomate. Para ello, todas las personas que trabajan en el cultivo deben de reconocer dichas galerías y saber distinguirlas de galerías producidas por otras plagas.
- Mediante una práctica adecuada eliminar las malezas hospederas para evitar la infestación del cultivo.

Al terminar el cultivo:

- Arrancar las plantas frescas, enseguida después de la última cosecha.

- Los restos vegetales deben ser destruidos inmediatamente o deben ser adecuadamente aislados. Esto puede ser enterrarlos o mantenerlos en contenedores cerrados o cubrirlos herméticamente con plástico durante por lo menos tres semanas. En ningún caso, se debería dejar los restos vegetales abandonados en vertederos.
- Mover el suelo inmediatamente después de la última cosecha. Por ello, se evita la evolución de larvas y pupas que se desarrollan en el suelo.
- Desinfección sistemática de contenedores y medios de transporte, para reducir condiciones de difusión de la peste entre regiones.
- En el caso de sistemas de cultivo protegido debido a que la gran mayoría de las pupas se encuentran en el suelo, se debe tapar el suelo con un plástico durante al menos 15 días (fig. 38 y 39). En un cultivo gravemente afectado, puede haber hasta 200 pupas por metro cuadrado de suelo (van der Blom et al., 2011a).



Figura 38. Plástico en el suelo después de terminar el cultivo, para la *solarización*. Colocar el plástico enseguida después de terminar la cosecha, se evita la dispersión de las polillas que eclosionan de las pupas. Fotografía: Jan van der Blom.

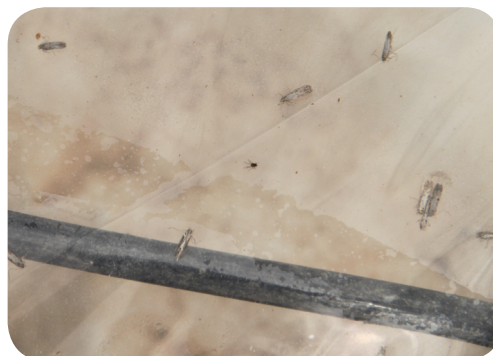


Figura 39. Polillas muertas después de eclosionar debajo del plástico. Fotografía: Jan van der Blom.

6.5 Trampas para capturas masivas.

Existe una gran cantidad de diferentes trampas disponibles contra *Tuta absoluta*. Básicamente, las trampas se basan en tres tipos de atracción de las polillas:

- Atracción por color, trampas cromáticas.
- Atracción por puntos de luz durante la noche.

- Atracción por feromonas sexuales.

En muchos casos, se combinan diferentes formas de atracción en la misma trampa.

Trampas cromáticas

Las trampas cromáticas atraen a los insectos por el color de su superficie, donde se quedan atrapados por un pegamento o en una bandeja con agua o aceite.



Figura 40. Trampa pegajosa negra. Está demostrado que las trampas cromáticas capturan más insectos en cuanto están colocadas en posición horizontal que colgadas en posición vertical. Fotografía: Antonio Robledo.

Para control mediante capturas masivas utilizar trampas de color negro (fig.40) que capturan cuatro veces más en comparación con trampas amarillas y cuarenta veces más en comparación con trampas celestes.

Como segunda opción utilizar trampas de color rojo que demuestran una mayor eficacia que las trampas de color amarillas, verdes o celestes (Taha et al., 2012).

Trampas que atraen las polillas por el color de su superficie, tanto las adhesivas como las trampas de agua, tienen la mejor eficacia en cuanto los cultivos todavía no tienen una masa foliar muy desarrollada. Por ello, se recomienda su uso sobre todo al inicio de los ciclos de cultivo, en una densidad de unas 100 trampas de 30 x 40 cm. por hectárea. Se colocan unos 30 cm. encima del cultivo y es recomendable subirlas en cuanto el cultivo crece.

Trampas de luz

Trampas de luz atrapan a todos los insectos voladores con actividad de noche. Por tanto, su empleo puede ser menos indicado para cultivos al aire libre, por llenarse de insectos de todo tipo. Existen muchos

tipos de trampas de luz (fig. 41), de diferentes tamaños y formas de atrapar y matar a los insectos. Las trampas con una rejilla de electrocución (fig. 42) pueden ser muy eficaces, pero en el caso de altas infestaciones, frecuentemente necesitan ser limpiadas.



Figura 41. Trampa de luz para el exterior, con una barra TL encima de una bandeja con agua jabonosa. Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 42. Trampa de luz con rejilla de electrocución. Se observa la alta cantidad de polillas en la rejilla, igual que en la bandeja de recolección. Es necesario limpiar la trampa frecuentemente. Fotografía: Jan van der Blom.

En las épocas del año con altas densidades de la plaga, se capturan notablemente más hembras que machos, aproximadamente en una relación de 70%-30% (van der Blom et al., 2011a). En la época de invierno, con muy bajas poblaciones de *T. absoluta*, esta relación cambia y se capturan menos hembras que machos: 40%-60%. Por la concentración de la actividad de las polillas en *horas punta* de la noche (van der Blom et al., 2011a), se puede optimizar el uso de las trampas de luz por conectarlas, mediante un temporizador, durante las primeras 3 horas después del atardecer y las últimas 3 horas antes del amanecer.

6.6 Trampeo masivo con semio-químicos

Utilizar difusores de feromonas, colocados junto con una gran superficie adhesiva, o por encima de una bandeja con un líquido donde quedan atrapadas y se ahogan las polillas (fig. 43 y 44). Usar un color atractivo a la plaga (ver trampas cromáticas), con el fin de complementar la atracción sexual de los machos con una atracción visual de tanto hembras como machos. Como líquido en las bandejas, usar agua con aceite o agua con jabón. La densidad de trampas para trampeo masivo será de 20-40 trampas por hectárea dentro de invernaderos (o de 40-50 trampas por hectárea al aire libre. (Bolckmans, 2009).



Figura 43. Trampa de feromonas para trapeo masivo, con bandeja de agua jabonosa. Fotografía: Antonio Monserrat.



Figura 44. Trampa de agua para trapeo masivo, que combina la atracción por luz y por feromonas. Fotografía: Jan van der Blom.



Figura 45. Difusor de feromonas en forma de alambre, para confusión sexual. Fotografía: Jan van der Blom.

6.7 Confusión sexual.

Mediante la saturación de la atmósfera con feromonas sintéticas, se imposibilita la localización de las hembras por los machos y, por tanto, la fecundación de las mismas. La confusión sexual puede tener un efecto controlador en cuanto no haya grandes cantidades de hembras que invadan el cultivo desde fuera, con la fecundación ya realizada. Esto puede ser el caso en invernaderos con buenos cerramientos o, también al aire libre, en grandes superficies de cultivos ininterrumpidos adecuadamente equipados con difusores de feromonas. Recientemente, ha habido buenas experiencias con esta técnica en Europa, en todos los casos en poblaciones aisladas (Vacas et al., 2011; Monserrat, 2013² y Coco et al., 2013). En estos casos, se aplicaban difusores de 60 mg de feromonas, con una densidad de 800 a 1,000 difusores por hectárea. Se puede utilizar este sistema en invernaderos con un excelente cerramiento y si el gasto económico se justifica.

6.8 Control químico.

El control químico es una herramienta del manejo integrado de plagas pero que se debe dejar como última opción.

Una de las claves para un uso adecuado de los productos fitosanitarios, es establecer los momentos y condiciones en los que se hace necesaria su aplicación. Para ello, la utilización de trampas indicadoras de riesgo, cuyos valores de captura están bien adaptados a nuestras condiciones de cultivo, y las prospecciones directas sobre daños activos, con larvas vivas, constituyen elementos de gran interés en la toma de decisiones (Monserrat, 2010). En general, se debe evitar realizar tratamientos químicos en cuanto no haya una población de *T. absoluta* que está creciendo de forma alarmante.

Existe una gran cantidad de productos fitosanitarios químicos disponibles con eficacia contra lepidópteros, incluyendo *T. absoluta*. En muchos casos, las poblaciones de *T. absoluta* ya se controlan en buena parte por las aplicaciones dirigidas a otras plagas, como la mosca blanca, araña roja u otras plagas de lepidópteros. En este apartado, se resumen los productos químicos disponibles contra *T. absoluta* en países de América Latina como Brasil y Chile y que se pueden usar como referencia en los países de la región con la presencia de la plaga, teniendo el cuidado de verificar que estén debidamente autorizados por los Ministerios de Agricultura.

Para el presente documento se recomienda una estrategia de manejo de resistencias adaptada a la propuesta de IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) y de los fabricantes de los ingredientes activos a emplear, que se deben utilizar en función de su modo de acción, se incluye además como referencia dos cuadros 5 y 6 de los ingredientes activos que son utilizados en Brasil y Chile donde la plaga está presente

²http://www.feromonasmurcia.es/presentacion/02_presentacion_Antonio_Monserrat.pdf

y donde el uso se está rigiendo por parámetros más restrictivos como su perfil toxicológico, efecto sobre la fauna auxiliar, riesgos para el aplicador, residuos, entre otros.

La mayoría de los productos fitosanitarios autorizados contra *Tuta absoluta* van a tener una buena eficacia sobre las larvas neonatas (que están eclosionando en el momento del tratamiento) hasta L-1, L-2 o L-3, según el producto de que se trate. Sobre estados larvarios más avanzados, crisálidas y adultos, difícilmente van a tener efecto (Monserrat, 2010).

Cuadro 4. Modos de acción disponibles para control de *Tuta absoluta*.

En 2015 IRAC enlista 29 grupos de modo de acción (incluyendo 52 subgrupos): 11 de éstos pueden ser utilizados para el control de la polilla del tomate.			
Grupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa	Materias activas
1	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	Organofosforados	Clorpirifos
			Metamidofos
3	Moduladores del canal de sodio	Piretroides	Alfa cipermetrin
			Betaciflutrin
			Beta cipermetrin
			Bifentrin
			Ciflutrin
			Cipermetrin
			Deltametrin
			Esfenvalerato
			Etofenprox
			Fenpropatrin
			Gamma-cihalotri
			Lambda cihalotrin
			Tau fluvalinato
			Zeta cipermetrin
5	Agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina	Spinosines	Spinosad
			Spinetoram
6	Activadores del canal de sodio	Abamectinas, Milbemicinas	Abamectina
			Emamectina
			Benzoato

11	Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos y toxinas derivadas		Bacilus thuringiensis subsp. Aizawai
			Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki
15	Inhibidores de la síntesis de quitina, tipo 0	Benzoilureas	Flufenoxuron
			Teflubenzuron
18	Agonistas de receptor de ecdisona	Diacylhydrazinas	Cromafenozida
			Metoxifenozida
			Tebufenozida
22A	Bloqueadores de los canales de sodio dependientes de voltaje	Oxadiazina	Indoxacarb
22B	Bloqueadores de los canales de sodio dependientes de voltaje	Semi-carbazona	Metaflumizona
28	Moduladores del receptor de rianodina	Diamidas	Clorantraniliprol
			Flubendiamida
UN	Compuestos de modo de acción desconocido o incierto	Tetranortriterpenoide	Azadiractin
NOTA. La lista anterior incluye todos los grupos de insecticidas que tienen al menos un registro para el control de <i>Tuta absoluta</i> . No todos los productos mencionados están registrados o están disponibles en todos los países. Además, los niveles de eficacia pueden variar según la región y deben ser evaluados a nivel local, antes de su inclusión en los programas de gestión local. Siga siempre las instrucciones de uso en la etiqueta del producto.			

Fuente: IRAC, 2011.

Características de grupos de clasificación del MdA.

Acción sobre el sistema nervioso o muscular.

Grupo 1. Inhibidores de la acetilcolinesterasa.

Inhiben la acetilcolinesterasa, causando hiperexcitación. La acetilcolinesterasa es la enzima que finaliza la acción de excitación neurotransmisora de la acetilcolina en la sinapsis nerviosa.

Grupo 3. Moduladores del canal de sodio.

Mantienen abiertos los canales de sodio, causando hiperexcitación y, en algunos casos, bloqueo nervioso. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones nerviosos.

Grupo 5. Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina.

Activan alostéricamente los receptores, provocando la hiperexcitación del sistema nervioso. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

Grupo 6. Activadores del canal de cloro.

Activan alostéricamente el glutamato en canales de cloro, causando parálisis. El glutamato es un importante neurotransmisor inhibitor en insectos.

Fuente: IRAC, 2011, 2015

Acción sobre el sistema digestivo.**Grupo 11. Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos.**

Toxinas de proteínas que se unen a receptores en la membrana del intestino medio e inducen la formación de poros, provocando desequilibrio iónico y septicemia.

Acción sobre el crecimiento y desarrollo.**Grupo 15. Inhibidores de la biosíntesis de quitina tipo 0.**

MdA no completamente definido que causa inhibición de la biosíntesis de quitina.

Grupo 18. Agonistas del receptor de ecdisoma.

Imitan la hormona de la muda, la ecdisona, induciendo una muda precoz.

Acción sobre el sistema nervioso o muscular.**Grupo 22A y 22B. Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje.**

Bloquean los canales de sodio, causando el colapso del sistema nervioso y parálisis. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones del nervio.

Grupo 28. Moduladores del receptor de la rianodina.

Activan los receptores musculares de la rianodina, lo que provoca contracción y parálisis. Los receptores de la rianodina intervienen en la liberación de calcio en el citoplasma desde las reservas intracelulares.

Modo de acción no conocido o incierto.

Varios insecticidas que afectan a funciones o puntos de acción de un modo menos conocido, o actúan inespecíficamente sobre varios puntos.

Como **referencia** se presentan los cuadros básicos de recomendación de insecticidas para el control químico *T. absoluta* en el cultivo de tomate en Brasil y Chile, cuadros 5 y 6, respectivamente. **Es importante señalar que cada uno de los países deberá hacer uso de las materias activas autorizadas por las autoridades competentes.** Estos cuadros tienen como propósito informar y actualizar a los asesores técnicos y a los productores sobre las posibilidades del combate químico de *T. absoluta* en tomate. La información que se produce constantemente respecto al control químico es dinámica, en cuanto al registro y/o restricción de algunos productos, al problema de resistencia, a la disponibilidad de algunos productos en el mercado, etcétera. Es necesario analizar de manera anual la información al respecto, con la finalidad de corregir cualquier desviación, y sobre todo aportar aquella información novedosa que sirva para la toma de las decisiones en esta táctica de manejo.

El cuadro básico está conformado por nueve columnas con la siguiente información:

- 1. **Ingrediente activo.** Compuesto químico que ejerce la acción plaguicida.
- 2. **Insecticida.** Parte de esta información se tomó de los registros de plaguicidas y nutrientes vegetales de los Ministerios de Agricultura de Brasil y Chile 2014.
- 3. **Grupo MoA.** Los insecticidas tienen estructuras químicas que les permiten ser clasificados sobre la base de la similitud de la química del ingrediente activo. Por lo tanto, todos los miembros de una clase de insecticidas tienen características similares. La estructura química de un insecticida generalmente define su sitio y modo de acción. El sitio de acción se define como la ubicación física dentro de un organismo, donde el insecticida actúa. Modo de acción, se define como la acción de un insecticida en su sitio de acción. En otras palabras, el modo de acción de un insecticida es la manera en la que se provoca la interrupción fisiológica en su sitio de acción. Por lo tanto, la clase de insecticida, sitio de acción y modo de acción son conceptos altamente relacionados entre sí.
- 4. **Formulación.** En esta columna se indica la presentación física del producto comercial y la

concentración en porcentaje del ingrediente activo indicado en la garantía de composición de etiqueta: CE= Concentrado emulsionable; PS= Polvo soluble; WDG= Gránulos dispersables en agua; CD= Concentrado dispersable; SC= Suspensión concentrada; ES= Emulsión en suspensión; LS= Líquido soluble; WG= Gránulos dispersables. Además la concentración en porcentaje del ingrediente activo indicado en la garantía de composición de etiqueta.

5. **Dosis/ha.** En esta columna se indican las dosis recomendadas para cada insecticida. Cuando la dosis recomendada de un producto no es efectiva, no lo mezcle con otro para incrementar su toxicidad, ni aumente su dosis; si la ineffectividad es consistente es preferible evitar su uso.
6. **CT (Categoría toxicológica).** La categoría toxicológica de los productos fitosanitarios ha sido determinada sobre la base de la DL_{50} aguda oral o dermal, según sea el producto formulado comercializado en forma sólida o líquida; y es un indicativo de la peligrosidad del producto con el que se trabaja. La DL_{50} (Dosis Letal 50%) significa *la cantidad de una sustancia que es necesario ingerir de una sola vez para producir la muerte del 50% de los animales de una población*. Esta dosis se expresa generalmente en mg/kg de peso vivo del animal ensayado y se mide tanto en la ingesta, como la toxicidad dermal o por inhalación.

Los productos se clasifican en cinco categorías de peligro de acuerdo a su toxicidad aguda: oral, dermal e inhalatoria. Ahora se usan sólo dos palabras de advertencia, PELIGRO para las categorías 1,2 y 3 y PRECAUCIÓN para las categorías 4 y 5. Se asigna un color para cada categoría: 1 (rojo), 2 (rojo), 3 (amarillo), 4 (azul) y 5 (verde). Se utilizan 12 frases diferentes de peligro y se usan dos símbolos: la calavera para las categorías 1,2 y 3 y el signo de admiración para la categoría 4. La categoría 5 no tiene símbolo.

Es esencial que las personas que manejen plaguicidas, comprendan claramente las concordancias de las categorías toxicológicas con esta nueva clasificación, pero sobre todo que conozcan los riesgos asociados con los productos plaguicidas de mayor peligrosidad y aprendan a manejarlos y utilizarlos con las debidas precauciones.

7. **ISD (intervalo de seguridad en días).** Es el tiempo en días que debe dejarse transcurrir desde la última aplicación del insecticida a la cosecha, para asegurarse de que los residuos no rebasen el límite máximo permitido.
8. **Clase.** Grupo al que pertenece un plaguicida de acuerdo a la plaga que atacan.
9. **Observaciones.** En esta columna se anotan algunas sugerencias generales e información sobre dónde y cuándo aplicar.

Cuadro 5. Productos químicos disponibles contra *T. absoluta* en Brasil, autorizado por el Ministerio de Agricultura.

Brasil

Ingrediente activo	Insecticida	Grupo MOA	Formu-lación %	Dosis	CT	ISD	Clase	Observaciones	
abamectina	Abamectin DVA 18 EC	6	EC	1.8	100 ml/100 L agua	I	3	Acarici-da-insectici-da-Nemat-icida	Aplicar el principio de la infestación. La cobertura total de la planta es esencial para un buen control. Repita la aplicación dentro de una semana. Hasta 2 aplicaciones por cultivo.
abamectina	Abamectin Nortox	6	EC	1.8	80 – 100 ml/	III	3	Acarici-da-Insecti-cida	Aplicar 1000 a 1200 L / ha en el comienzo de la infestación. No aplique más de dos veces.
Bacillus thuringiensis (biológico)	Able	11	SC	7.2	100 ml/ 100 L agua	III	S R	Insecticida biológico	Utilizar 1000 L de mezcla por hectárea.
Abamectina	Acaramik	6	EC	1.8	100 ml/ 100 L agua	I	3	Acarici-da-Insecti-cida	Iniciar aplicaciones a principios de la infestación repitiendo cada 7 a 10 días si es necesario.
Bacillus thuringiensis (biológico)	Agree	11	WP	50	0.3 Kg/100 L agua	III	SR	Insecticida biológico	La aplicación debe realizarse antes que la plaga pueda afectar hojas y frutos.
Beta-Ci-permetrina (piretroide)	Akito	3	EC	10	40 ml/ 100 L agua	I	3	Insecticida	La fumigación debe hacerse desde la aparición de la plaga, con un máximo de seis (6) aplicaciones, que se repite a intervalos semanales.
Triflumurom (benzoil-ureas)	Alsystin SC	15	SC	48	30 ml/100 L agua	IV	10	Insecticida	Debe aplicarse al inicio de la infestación, cuando las larvas son pequeñas (antes del tercer estadio), porque su acción es relativamente lenta.

Clorantraniliprole (antranilamida) + lambda-cialotrina (piretroide)	Ampligo	3	SC	10	20-30 ml/100 L agua	II	3	Insecticida	Pulverización foliar con un volumen de aplicación de 1000 L / ha.
Teflubenzuron (benzoiureas)	Antrimo	15	SC	15	25 ml/100 L agua	IV	4	Insecticida	Iniciar el tratamiento en la aparición de plaga, volver a aplicar un intervalo de una semana. Completar hasta 3 aplicaciones.
Cipermetrina (piretroide)	Arrivo 200 EC	3	EC	20	30 ml/ 100 L agua	III	10	Insecticida	El número de aplicaciones varía de acuerdo a la infestación de la plaga.
Clorfluazurom (benzoiureas)	Atabron 50 EC	15	EC	5	100 ml/ 100 l agua	I	3	Insecticida	Utilice 800-1000 litros de agua por hectárea.
Azadiractina (Tetranortriterpenoide)	Azamax	UN	EC	1.2	200-250 ml /100 L agua	III	24 hrs	Insecticida	Iniciar aplicaciones haciendo 3 a 4 aspersiones secuenciales espaciados 7 días, que se repite si es necesario después de la rotación con otros productos.
Abamectina	<u>Batent</u>	6	EC	1.8	100 ml/100 L agua	I	3	Acaricida-insecticida-Nematocida	Aplicar el principio de la infestación. Repita la aplicación dentro de una semana. Hasta 2 aplicaciones por cultivo.
Flubendiamida (Diamida de ácido ftálico)	Belt	28	SC	48	100-125 ml/ Ha	III	7	Insecticida	Comenzar a rociar cuando se observó la primera presencia de la polilla y los huevos. El producto se debe volver a aplicar cada siete días si es necesario.
Bifentrina (piretroide)	Brigade 25 EC	3	EC	2.5	30-40 ml/100 L agua	III	6	Insecticida	Aplicar el principio de la infestación utilizando volumen de pulverización de 600 - 1000 L / ha.
Beta-ciflutrina (piretroide)	Bulldock 125 SC	3	SC	12.5	10 ml/100 L agua	II	4	Insecticida	Inicie la aplicación poco después de la aparición de la plaga y repita si es necesario.
Cloridrato de cartape (bis(tiocarbamato))	Cartap BR 500		SP	50	250 g/100 L agua	I	14	Insecticida	El tratamiento debe iniciarse con los primeros indicios de la aparición de plagas, continuar con intervalos de 7 días.

Triflumurom (benzoil- ureas)	Certero	15	SC	48		II	10	Insecticida	Se debe utilizar en un promedio de 600-1000 litros de mezcla / ha.
Cromafe- nozida (dia- cilhidrazina)	Ciclone	18	SC	5	100 ml/ha	III	7	Insecticida	Aplicar cuando los primeros síntomas aparecen en las hojas y repetir la aplicación en intervalos de siete días.
Cipermetrina (piretroide)	Cipermetrin 250 EC CCAB	3	EC	25	40 ml/10 L agua	I	10	Insecticida	Asegúrese de pulverizar cuando se vea el 25% de las plantas con huevos o larvas, o 25% de hojas con la presencia de las orugas y el 5% de las frutas hasta 2 cm de diámetro, con la presencia de huevos.
Cipermetrina (piretroide)	Commanche 200 EC	3	EC	20	30 ml/100 L agua	III	1	Insecticida	El producto debe ser aplicado inmediatamente después del inicio de la infestación.
Clorant- raniliprole (antranil- amida)	Coragen	28	SC	18.4	15 ml/ L	I	1	Insecticida	
Cipermetrina (piretroide)	Cyptrin 250 CE	3	EC	25	20 ml/100 L agua	I	10	Insecticida	El mejor momento para controlar es a principios de la infestación, cuando las larvas pequeñas están en las hojas.
Fenpro- patrina (piretróide)	Danimen 300 EC	3	EC	30	150 ml/ha	I	3	Insecticida	
Diflubenzu- rom (ben- zoilureas)	Dimilin	15	WP	25	500 g/ha	IV	4	Insecticida	Comenzar tratamiento en oviposición; repetir a intervalos de 7 a 14 días.
Bacillus thuringiensis (biológico)	Dipel	11	SC	3.36	100-150 ml/100 L agua	IV	1	Insecticida	Aplicaciones preventivas a intervalos semanales; comenzar 20 días después del tratamiento en el trasplante, en dosis más baja; con la aparición de las flores, se debe utilizar la dosis más alta.
Diflubenzu- rom (ben- zoilureas)	Du Din	15	WP	25	50 g/100 l agua	I	4	Insecticida	Aplicar el tratamiento al inicio oviposición; repetir a intervalos de 7 a 14 días, lo que impide la re infestación.

Beta-ciflutrina (piretroide)	Ducat	3	EC	5	25 ml/100 L agua	II	4	Insecticida	Se recomienda iniciar la aplicación si encuentra la presencia de la polilla en el cultivo y antes que las larvas penetren en el tejido de la planta.
Clorant-raniliprole (antranil-amida) + tiametoxam (neonico-tinóide)	Durivo	28	SC	20	400 ml/ha	III		Insecticida	Aplicación en la bandeja de plántulas: se puede hacer el mismo día que se hace el trasplante hasta 1 día antes de la pulverización de 300 ml por área de 0,25 m ² .
Fentoato (organofos-forado)	Elsan	1	EC	50	1.5 L/ha	I	7	Insecticida	El periodo de fructificación, que va de la floración (40-45 días) hasta la cosecha temprana (90-100 días) es el más crítico para el control de la polilla.
Permetrina (piretroide)	Galgoper	3	EC	38.4	26 ml/100 L agua	I	3	Insecticida	El tratamiento debe ser preventivo, cada 20-25 días a partir del trasplante y puede hacer una aplicación de 20 a 30 días después de la siembra.
Clorfenapir (análogo de pirazol)	Pirate	3	SC	24	25-50 ml/100 L agua	III	7	Acarici-da-insecti-cida	Actúa sobre artrópodos por la ingestión y la acción de contacto.
Cipermetrina (piretroide) + profenofós (organofos-forado)	Polytrin	3	EC	40	125 ml/ 100 L agua	III	10	Acarici-da-insecti-cida	Aplicar cuando se tenga presencia de la polilla en el campo, y se presenten las primeras minas.
permetrina (piretroide)	Pounce	3	EC	38.4	16.25 ml/100 L agua	III	3	Insecticida	Aplicar al inicio de la infestación y volver a aplicar cada 7 días sistemáticamente. Utilice 800 litros de mezcla / ha.
Clorant-raniliprole (antranil-amida)	Premio		SC	18.4	200 ml/ ha	III	1	Insecticida	
Novalurom (benzoil-ureia)	Rimon supra	15	SC	10	20 ml/100 L agua	III	7	Insecticida	Iniciar cuando se detecta la presencia de adultos en el cultivo.

Indoxacarbe (oxadiazina)	Rumo WG	22A	WG	30	16 g/100 L agua	I	1	Insecticida	
Espinosad (espinosinas)	Tracer	5	SC	48	100-170 ml/ ha	III	1	Insecticida	Máximo de aplicaciones: seis.
Trichogramma pretiosum	Trichomip-P		Parasitoides	100	10 ⁴ adultos/ ha	ND	NA	Agente control biológico	Las liberaciones de Trichogramma pretiosum deben comenzar veinte a treinta días después de la siembra / trasplante y deben continuar hasta el final del ciclo de cultivo. La liberación de parasitoides debe realizarse en el tercio medio y superior de la planta.
Abamectina (Avermectina)	Vertimec 18 EC	6	EC	1.8	100 ml/ 100 L agua	III	3	Acaricida-insecticida-Nematocida	Añadir 250 ml de aceite mineral o vegetal. Mezclar Vertimec® 18 CE con el aceite antes de añadir las al tanque de aspersión.
Bacillus thuringiensis (biológico)	Xentari	11	WG	54	50-100 g/100 L agua	II	1	Insecticida biológico	Realizar aplicaciones preventivas, a intervalos semanales. - El tratamiento de inicio de 20 días después del trasplante.

Fuente: Ministerio de Agricultura de Brasil, 2015.

Cuadro 6. Productos químicos disponibles contra *T. absoluta* en Chile, autorizados por el Ministerio de Agricultura.

Ingrediente activo	Insecticida	Grupo MOA	Formulación %		Dosis	CT	ISD	Clase	Observaciones
Profenofós (organofosfatos)	Selecron 720 EC	1	EC	72		II	1		Contacto, ingestión y translaminar
Metomilo (carbamatos)	Lanate 90 PS	1	PS			I	2		Contacto e ingestión
Clorpirifós (organofosfatos)	Pyrinex 48% EC	1	EC	48		II	1		Contacto y estomacal
Bacillus thuringiensis (biológico)	Dipel WG	11	WG	6.4		IV	4 hrs.		Ingestión
Cipermetrina (piretroides)	Arrivo		EC	25		II	2		Contacto e ingestión
Permetrina (piretroide)	Pounce		EC	38.4		III	2		Contacto e ingestión
Clorpirifos (organofosfatos)	Clorpirifos 48% CE		EC	48		II	2		Contacto, ingestión e inhalación
Alfa-cipermetrina	Fastac 100 EC		EC	10		II	6 hrs.		Contacto e ingestión
Alfa-cipermetrina (piretroides)	Alfamax 10 EC		EC	10		II	1		Contacto
Monoclorhidrato de cartap (tiocarbamatos)	Cartap 50% WP		WP	50		II	2		Contacto e ingestión
Metomilo (carbamatos)	Metomil 90 % PS		PS	90		I	2		Contacto, ingestión y translaminar
Carbarilo (carbamatos)	Carbaryl 85 WP		WP	85		II	1		Contacto e ingestión
Metomilo (carbamatos)	Balazo 90 SP		SP	90		I	2		Contacto e ingestión
Metamidofós (organofosfatos)	MTD 600		EC	48		I	4		Contacto, ingestión, inhalación
abamectina (avermectina)	Fast 18 EC		EC	18		II	1		Contacto, ingestión y translaminar
Lufenurón (benzotilureas)	Sorba		EC	5.3		IV	6 hrs.		Ingestión
Clorfenapir (piretroles)	Sunfire 240 SC		SC	24		II	4 hrs.		Contacto e ingestión

Lambda-cihalotrina (piretroides)	Karate Zeon		SE	5		II	1		Contacto, ingestión, repelente y antialimentario
Novalurón (benzoilfenilureas)	Rimon 10 EC		EC	10		IV	2		Contacto e ingestión
Alfa-cipermetrina (piretroides)	Mageo OS		WG	15		III	3 hrs.		Contacto
Bifentrina (piretroides)	Talstar 10 EC		EC	10		II	4 hrs.		Contacto e ingestión
Gamma-cihalotrina (piretroides)	Bull CS		CS	5.9		IV	1		Contacto
Tiametoxam/Lambda-cihalotrina (Neonicotinoides/piretroides)	Engeo 247 ZC		ZC	14.1/10.6		II	1		Contacto, sistémico, ingestión, repelencia, antialimentaria
Benzoato de emamectina (avermectinas)	Proclaim 05 SG		SG	5		IV	1		Translaminar
Abamectina (avermectinas)	Abamite		EC	1.8		II	1		Ingestión, contacto y translaminar

Fuente: Ministerio de Agricultura de Chile, 2015.

6.81. Tecnología de aspersión.

Debido al comportamiento de *T. absoluta*, es necesario el diseño e implementación de estrategias regionales del manejo integrado de plagas. Dentro de las acciones inmediatas que se han visualizado al respecto, ha sido el uso racional de los plaguicidas, entre lo que destaca mejorar la tecnología de aplicación de los plaguicidas. Esto involucra el mejoramiento de los equipos de aspersión (incluyendo su calibración continua), el uso de boquillas adecuadas, la corrección del pH y dureza del agua de aspersión, y el horario más adecuado de aplicación, entre otras actividades. El agua que se utiliza para la aspersión de los insecticidas sólo sirve como un vehículo que facilita la deposición sobre las plantas de las cantidades necesarias del insecticida, con la finalidad de obtener el mayor porcentaje de mortalidad del insecto objetivo. Esta situación es válida si se supone que las concentraciones que se obtienen al diluir los insecticidas en los volúmenes de agua son mayores a las concentraciones que causan, al menos, el 90% de mortalidad de la población en cuestión.



BIBLIOGRAFÍA

ÁNGELES I., ALCÁZAR J., 1995. "Susceptibilidad de la polilla *Scrobipalpus absoluta* al virus de la granulosis de *Phthorimaea operculella* (PoVG)". *Rev. Perú. Entomol*, 35:65–70.

BAJONERO, J; CÓRDOBA, N.; CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D.; CURE, J.R., 2008. "Biología y ciclo reproductivo de *Apanteles gelechiivivoris* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)". *Agron. Colomb.*, 26 (3): 417–425.

BIURRUN, R., 2008. "Tuta absoluta. La polilla del tomate". Navarra Agraria. En línea: <http://www.itga.com/docs/publicaciones/plagas/tuta.pdf>.

BOLCKMANS K., 2009. "Integrated pest management of the exotic invasive pest *Tuta absoluta*. In: International Biocontrol Manufacturers Association and Research Institute of Organic Agriculture, eds". *Proceedings of the 4th Annual Biocontrol Industry Meeting Internationals*, Lucerne, Switzerland.

BRISCOE, A.D.; CHITTKA, L., 2001. "The evolution of color vision in insects". *Annu. Rev. Entomol*, 46:471–510.

BUENO V. H. P.; LENTEREN J. C. VAN; LINS JR. J. C.; CALIXTO A. M.; MONTES F. C.; SILVA D. B.; SANTIAGO L. D.; PÉREZ L. M., 2013. "New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs". *J.Appl. Entomol*, 137: 29–34.

CÁCERES, S., 2007. "Manejo de la polilla del tomate en Corrientes". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista. Hoja de divulgación No. 32. En línea: <http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/hortalizas/HD32-Polilla%20del%20tomate.pdf>.

CALVO F.J.; SORIANO, J.D.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J.E., 2013. "Host instar suitability and life-history parameters under different temperature regimes of *Necremnus artynes* on *Tuta absoluta*". *Biocontr. Sc. and Tecn.*, 23(7): 803–815.

CAPARROS MEGIDO R.; HAUBRUGE E. & VERHEGGEN F.J., 2012. "First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae)". *J. Pest Sci.*, 85(4), 409–412.

CAPARROS MEGIDO R.; HAUBRUGE E. & VERHEGGEN F.J., 2013. "Pheromone-based management stra-

tegies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)". A review, Base (Por internet), número 3, (17): 475-482³.

CAFFARINI P. M.; FOLCIA A. M.; PANZARDI S. R. Y PÉREZ A., 1999. "Incidencia de bajos niveles de daño foliar de tuta absoluta (Meyrick) en tomate". Bol. San. Veg plagas, 25: 75-78, 1999. En línea: <http://origin.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-25-01-075-078.pdf>.

COCCO, A.; DELIPERI, S.; DELRIO, G., 2013. "Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique". J. Appl.Entomol, 137: 16-18.

CONTRERAS, J.; MENDOZA, J.E.; MARTÍNEZ-AGUIRRE, M.R.; GARCÍA-VIDAL, L.; IZQUIERDO, J.; BIELZA, P., 2014. "Efficacy of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* Against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)". Journal of Economic Entomology, 107(1):121-124.

DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; WYCKHUY, S. K.; BURGIO, G.; ARPAIA, S.; NARVÁEZ-VASQUEZ, C.; GONZÁLEZ-CABRERA, J.; CATALÁN-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". J Pest Science, 83:197-215.

ESTAY, P., 2000. "Polilla del tomate *Tuta absoluta*". Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-La Platina). Santiago de Chile. En línea: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR25648.pdf>.

ESTAY, P., 2003. "Manejo Integrado de plagas del tomate en Chile; Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en tomate". Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-La Platina). En línea: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR27109.pdf>.

"FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS". Statistics Division. 2013. <http://faostat3.fao.org/home/E>.

FERRARA, F. A. A. et al., 2001. "Evaluation of the synthetic major component of the sex pheromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae)". J. Chem. Ecol., 27(5), 907-917.

GABARRA, R.; ARNÓ, J.; LARA, L.; VERDÚ, M.J.; RIBES, A.; BEITA, F.; URBANEJA, A.; TELLEZ, M.M.; MOLLÁ, O.; RIUDAVETS, J., 2014. "Native parasitoids associated with *Tuta absoluta* in the tomato production areas of the Spanish Mediterranean Coast". BioControl, 59: 45-54.

GAITÁN, J. O. Y DÍAZ, L., 2008. "Horticultura en el Valle de Chilecito: Monitoreo de Polilla del tomate".

³ <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=10229>

Agencia de Extensión Rural. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Chilecito, Argentina. En línea:

<http://www.inta.gov.ar/larioja/news/Art110408.htm>.

GEBIOLA, M.; BERNARDO, U.; RIBES, A.; GIBSON, G.A.P., 2015. "An integrative study of *Necremnus* Thomson (Hymenoptera: Eulophidae) associated with invasive pests in Europe and North America: taxonomic and ecological implications". *Zoological Journal of the Linnean Society*, 173: 352–423.

GONZÁLEZ-CABRERA, J.; MOLLÁ, O.; MONTÓN, H.; URBANEJA, A., 2011. "Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)". *Biocontrol*, 56 (1): 71–80.

GONÇALVES NETO A.C. et al., 2010. "Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altosteiros de acilaçúcares nas folhas". *Horticultura Brasileira*, 28: 203–208.

GRAY, L.; COLLAVINO, G.; GILARDON, E.; HERNANDEZ, C.; OLSEN, A.; SIMÓN, G., 1999. "Heredabilidad de la resistencia a la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) y su correlación genética con caracteres de calidad, en descendencias de cruas interespecíficas del género *Lycopersicon*". *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, v.14, n.3, p.445–451.

GRIEPINK F.C. et al., 1996. "Identification of the sex pheromone of *Scrobipalpula absoluta*; determination of double bond positions in triple unsaturated straight chain molecules by means of dimethyl disulphide derivatization". *Tetrahedron Lett.*, 37(3), 411–414.

ITGA., 2011. "Polilla del tomate. *Tuta absoluta*. Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA). Navarra, España. En línea:
<http://www.itga.com/estacion/index.asp?IdPlagaComun=18&IdPlagaCientifico=0&IdCultivo=0>.

HAASE, S.; SCIOCCO-CAP, A.; ROMANOWSKI, V., 2015. "Baculovirus Insecticides in Latin America: Historical Overview, Current Status and Future Perspectives". *Viruses*, 7(5): 2230–2267.

JA., 2010. "Polilla del Tomate (*Tuta absoluta*)". Junta de Andalucía (JA). Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera. Red de Alerta e Información Fitosanitaria. En línea:
<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/raif/Ayudas/Tomate/TutaAbsoluta.pdf>.

LARRAÍN, P., 2011. "Descripción, ciclo biológico, hospederos y aspectos etológicos de *Tuta absoluta*". Taller Regional para la vigilancia fitosanitaria de la palomilla del tomate (*Tuta absoluta*), del 24 al 26 de

agosto, Mazatlán, Sinaloa, México.

LEE, S. & BRAMBILA, J., 2012. "A New Species of the Genus *Sinoe* (Lepidoptera: Gelechiidae: Litini) from Florida". *Florida Entomologist*, 95 (4): 873-876.

LÓPEZ D. C., 2013. "Evaluación de *Trichogramma cacoeciae* como parasitoide de *Tuta absoluta*". Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Almería, Escuela Superior y Facultad de Ciencias Experimentales.

LÓPEZ P., 2003. "Manejo integrado de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) asociado al cultivo de tomate en Chile". Departamento de Agricultura del Desierto, Universidad Arturo Prat, Seminario, Ing. Ejec. Agrícola. Iquique, Chile, 77 p.

LÓPEZ, SN; CAGNOTTI, C. & ANDORNO, A., 2011. *Tupiocoris cucurbitaceus*: agente potencial de control de *Tuta absoluta*". Libro de Resúmenes del Taller: La polilla del tomate en la Argentina: Estado actual del conocimiento y prospectiva para un manejo integrado de plagas, 7 y 8 de noviembre de 2011, FCNyM, UNLP, p. 28.

LUNA, M. G.; SÁNCHEZ, N. E.; PEREYRA, P. C.; NIEVES, E.; SAVINO, V.; LUFT, E.; VIRLA, E.; SPERANZA S., 2012. "Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: evaluation of indigenous insects as natural enemies". *EPPO Bull*, 42:260-267.

MALUF, W. R.; BARBOSA, L. V.; SANTA-CECILIA, L.C., 1997. "2-tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South american tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp". *Euphytica*, 93:189-194.

MALUF, W. R. et al., 2010. "Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acyl-sugar tomato lines". *Crop Science*, 50: 439-450.

MCGREGOR, R. R.; GILLESPIE, D.R.; QUIRING, D. M. J., FOISY, M. R. J., 1999. "Potential Use of *Dicyphus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae) for Biological Control of Pests of Greenhouse Tomatoes". *Biol. Contr.*, 16(1): 104-111.

MEDEIROS, M. A.; VILLAS BOAS, G. L.; CARRIJO, A. O.; N.; MAKISHIMA Y VILELA, N. J., 2005. "Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. Embrapa hortaliças". Circular Técnica 36. En línea: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/31470/1/ct_36.pdf.

MICHEREFF FILHO M. et al., 2000a. "Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps". *J. Chem. Ecol.*, 26(4), 875-881.

MICHEREFF FILHO M. et al., 2000b. "Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae) using synthetic sex pheromone". J. Braz. Chem. Soc., 11(6), 621-628.

MINISTERIO DA AGRICULTURA DO BRASIL, 2015. <http://www.agricultura.gov.br/>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GOBIERNO DE CHILE, 2015. <http://www.minagri.gob.cl/>

MOLLÁ, O.; ALONSO, M.; BEITIA, F. J.; GONZÁLEZ, C. J.; Y URBANEJA, A., 2011. "Enemigos naturales de *Tuta absoluta* y su utilización en programas de control biológico". Vida Rural Núm. 326. En Dossier. En línea:

<http://www.agronline.es/hemeroteca-articulos-enemigos-naturales-tuta-absoluta-y-utilizacion-programas-control-biologico/1/1639.html>.

MONSERRAT DELGADO A., 2008. "La polilla del tomate *Tuta absoluta* en la región de Murcia: bases para su control". Consejería de Agricultura y Agua, Región de Murcia, España, 74 pp.

MIRANDA-IBARRA, E., 1999. "Fluctuación poblacional, ritmo diario de vuelo de machos y eficacia de bio-pesticidas en polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) en cultivo del tomate de otoño, bajo invernadero en la zona de Quillota". Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología.

NAPPO, 2013...

NOTZ, A., 1992a. "Distribución de los huevos y larvas de *Scrobipalpula absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.)". Rev. Fac. Agron. 18: 425- 432. En línea: <http://www.miza-ucv.org.ve/plagas-agricolas/fichas/ficha.php?hospedero=326&plaga=225>.

NOTZ, A., 1992b. "Minador pequeño de la hoja del tomate; Palomilla pequeña; Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) 1917". Plagas Agrícolas de Venezuela. Artrópodos y vertebrados. Sociedad Venezolana de Entomología. Fichas técnicas de organismos plaga. En línea: <http://www.miza-ucv.org.ve/plagas-agricolas/fichas/ficha.php?hospedero=326&plaga=225>.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; JHAM, G. N.; PICANÇO, M., 2009. "Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)". Scientia Horticulturae, 119(2):182-187.

OLIVEIRA, C.M. de et al., 2012. "Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta*. Imparted by allelochemicals and trichome density". Ciênc. agrotec. (online), 36(1): 45-52.

PEREIRA, G. V. N. et al., 2008. "Seleção para alto teor de acilglicérides em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychusevansi*) e à traça (*Tuta absoluta*)". *Ciência e Agrotecnologia*, 32: 996-1004.

PEREYRA, P. C., 2002. "Evidencia de competencia intraespecífica en estadios larvales tempranos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidóptera: Gelechiidae)". *Ecol. Austral* v.12 n.2 Córdoba jul./dic. 2002. En línea:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2002000200008&script=sci_arttext.

PICANÇO, M. C.; BACCI, L.; QUEIROZ, R. B.; SILVA, G. A.; MIRANDA, M. M. M.; LEITE, G. L. D.; SUINAGA, F. A., 2011. "Social Wasp Predators of *Tuta absoluta*". *Sociobiology* 58, (3): 621-633.

QUIROZ C.E., 1978. "Utilización de trampas con hembras vírgenes de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) en estudios de dinámica de población". *Agric. Tec. (Chile)*, 38: 94-97.

RODRÍGUEZ, M.; GERDING, M.; FRANCE, A., 2006. "Effectivity of entomopathogenic fungus strains on tomato moth *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidóptera: Gelechiidae) larvae". *Agric. Tec. Chile*, 66: 159-165.

SAMPSON, C.; JACOBSON, R. J., 1999. "*Macrolophus caliginosus* Wagner (Heteróptera: Miridae): a predator causing damage to UK tomatoes". *IOBC/WPRS Bull*, 22: 213-216.

SÁNCHEZ, J. A., LACASA, A., 2009. "Impact of the Zoophytophagous Plant Bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteróptera: Miridae) on Tomato Yield". *J. of Econ. Entomol*, 101(6):1864-1870.

SVATOŠ A. et al., 1996. "Sex pheromone of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidóptera: Gelechiidae)". *J. Chem. Ecol.*, 22(4), 787-800.

TAHA, A. M.; HOMAM, B. H.; AFSAH, A. F. E.; FATMA, M. EL-SHARKAWY, 2012. "Effect of trap color on captures of *Tuta absoluta* moths (Lepidóptera: Gelechiidae)". *International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE)*, 3: 43-48.

URBANEJA, A.; MONTÓN, H.; MOLLA, O., 2009. "Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*". *J. Appl. Entomol*, 133: 292-296.

USDA-APHIS, 2011. "New Pest Response Guidelines: Tomato Leafminer(*Tuta absoluta*)". USDA-APHIS-PPQ-EDP Emergency Management, Riverdale, Maryland, 176 pp.

VACAS, S.; ALFARO, C.; PRIMO, J. & NAVARRO-LLOPIS V., 2011. "Studies on the development of a mating disruption system to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae)". *Pest Manage. Sci.*, 67(11), 1473-1480.

VAN DER BLOM, J.; ROBLEDO, A.; TORRES, S., 2011a. "Control de *Tuta absoluta* mediante medidas culturales". 04 Documentos Técnicos Fundación CAJAMAR, Almería, España⁴.

VAN DER BLOM, J.; ROBLEDO, A.; TORRES, S., 2011b. "Control de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) por parasitoides (Hymenoptera, Eulophidae) autóctonos en cultivos de tomate en invernadero en Almería". Libro de abstracts VII Congreso Nacional de Entomología Aplicada y XIII Jornadas de la SEEA, España, p. 55 ⁵.

VAN DER BLOM, J.; ROBLEDO CAMACHO, A.; KARAKITSOS, K.; GIAKOUMAKI, V.M., 2015. "Importante contribución de parasitoides (Hymenoptera, Eulophidae) en el control de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) en cultivos de tomate en invernadero en Almería". Libro de abstracts IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada y XV Jornadas de la SEEA, España, p. 52.

ZAPPALÁ, L.; BERNARDO, U.; BIONDI, A.; COCCO, A.; DELIPERI, S.; DELRIO, G.; GIORGINI, M.; PEDATA, P.; RAPISARDA, C.; TROPEA GARZIA, G.; SISCARO, G., 2012. "Recruitment of native parasitoids by the exotic pest *Tuta absoluta* in Southern Italy". *Bull Insectol*, 65:51-61

ZUBIZARRETA, L., 2009. "*Tuta absoluta*. Control de la Polilla del Tomate". Servicio Técnico Agrícola de Syngenta en Argentina. Revista de horticultura. 214-Octubre 2009. En línea: http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh214/54_57.pdf.

⁴ <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/centros-experimentales-las-palmerillas/control-de-tuta-absoluta-mediante.pdf>

⁵ <http://www.ujaen.es/congreso/entomologia/Documentos/LibroResumenes.pdf>

