

EVALUACIÓN DE LA ROTACIÓN DE PLAGUICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS SOBRE *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

EFFECT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PESTICIDE ROTATION
ON *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) IN TOMATO
CROPS (*Solanum Lycopersicum* L.)

Carolina María Cardona Suarez¹

Francisco Cristóbal Yepes R.²

José Miguel Cotes Torres³

Fecha de recepción: 14 de marzo de 2010

Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

1 Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia. Calle 59A No 63 - 20. Medellín - Colombia.
2 Ingeniero Agrónomo M.Sc. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. Calle 59A No 63 - 20, Medellín - Colombia.
3 Ingeniero Agrónomo M.Sc. Ph.D Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. Calle 59A No 63 - 20, Medellín - Colombia.
Autor para correspondencia: jmcotes@unal.edu.co

RESUMEN

En el Suroeste Antioqueño se ha observado la presencia de *Prodidiplosis longifilia*, ocasionando daños en el cultivo de tomate. Por tal motivo se evaluó la eficacia de cuatro plaguicidas, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Baccillus Agrogen WP), Tiametoxan + Lambdacihalotrina (Engeo®), Imidacloprid OMA SC y Abamectina, en condiciones comerciales de producción bajo invernadero, en el municipio de Venecia (Antioquia). Las aplicaciones de los plaguicidas se efectuaron cuando las plantas presentaron entre 5- 10 % de brotes infestados por la plaga. Se utilizó un diseño de sobrecambio simple, para evaluar el efecto de los plaguicidas y sus rotaciones en la reducción de la infestación y su intensidad, se determinó el porcentaje de frutos rechazados y se correlacionó con el nivel de infestación de la plaga y su intensidad presentada entre una y seis semanas atrás. La aplicación de los plaguicidas contribuyó a que la infestación de *P. longifilia* fuera inferior al umbral económico de daño de 10% y no presentaron diferencia significativa, en cuanto a la reducción de la infestación y su intensidad. Sin embargo se encontró diferencia significativa en las rotaciones de los productos siendo las mejores Engeo – Imidacloprid; Imidacloprid – Abamectina y Abamectina – Bt, con valores de 62,92%, 59.67%, y 54.29% para reducir la infestación de la plaga, y 34,27%; 52,49%; 44,95% para reducir su intensidad respectivamente. La variable infestación, no presentó correlación con respecto al porcentaje de frutos rechazados y en la variable intensidad de infestación, hubo una correlación de 0,4172 ($P < 0.05$) con los rezagos en la sexta semana.

Palabras clave: Control Químico, Manejo Integrado, Control Biológico

ABSTRACT

In southwest Antioquia (Colombia) *Prodidiplosis longifilia* has been observed causing damage in tomato crops. For this reason, we evaluated the effect of four pesticides, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Baccillus Agrogen WP); Tiametoxan+Lambdacihalotrina (Engeo®), Imidacloprid OMA SC and Abamectina, in a commercial greenhouse crop located in Venecia (Antioquia). Pesticides were applied when bud infestation levels reached 5 to 10%. The effect of pesticide rotation in the reduction of infestation levels was determined with a crossover design. The percentage of rejected fruits was correlated with infestation levels and their intensity observed 1 to 6 weeks before. The application of pesticides reduced the infestation levels of *P. longifilia* below the economic damage threshold of 10%. Significant differences were found between different pesticide rotations being Engeo-Imidacloprid, Imidacloprid-Abamectina and Abamectina-bt the most effective treatments. Reduction in infestation levels of 62.92 %, 59.67% and 54.29% and infestation intensity of 34.27%, 52.49% and 44.95% were obtained, respectively. No correlation was found between infestation levels and rejected fruits. A correlation of 0.4172 ($P < 0.05$) existed between infestation intensity and the sixth week delay.

Key Words: Chemical control. integrated management, biological control.

INTRODUCCIÓN

En América del Sur, Colombia se ubica en la cuarta posición entre los países productores de tomate, con 9,99% del área cultivada y 5,7% de la producción. Para el año 2003 Colombia tenía

15.160 ha sembradas para una producción de 392.213 ton, de las cuales 896 ha se encontraban en el departamento de Antioquia con una producción de 30.599 ton. Entre 1995 y 2004, el área sembrada en Colombia creció 11,72%; mientras que la producción creció 32,42% (Sistema Internacional de Precios del Sector Agropecuario- SIPSA, 2006).

La producción de esta hortaliza, básica en la canasta familiar de los Colombianos, tiene altos riesgos debido a factores como: a) los altos costos de producción; b) la fluctuaciones de los precios de venta en el mercado y; c) la alta susceptibilidad de este cultivo a insectos y enfermedades.

Según reportes realizados por Mesa (2001) y Díaz y Jaramillo (2006), dentro de las principales plagas que afectan el cultivo del tomate en el país se pueden destacar *Agrotis ipsilon* (Trozador); *Tuta absoluta*, *Epitrix* sp y *Liriomyza* sp (Comedores de follaje); *Melanagromyza caucensi* (Minador de Tallo); *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporarorum*, *Frankliniella* sp y *Tetranychus urticae* (Chupadores de Follaje); *Heliothis virescens*, *Neoleucinodes elegantalis* y *Prodiplosis Longifila* (Barrenadores de frutos). Este último recibe diferentes denominaciones como: mosquita de los cítricos (Peña et al, 1989b), tostón o enroscador (Delgado et al, 1999) y negrita (Valarezo et al, 2003).

El ciclo de vida completo de *P. longifila* es de 17,5 días aproximadamente con un período de incubación de uno a dos días, su estado larval dura entre ocho y 12 días, posterior a este período las larvas caen al suelo donde el insecto empupa durante cuatro a cinco días y finalmente los adultos viven de uno a dos días (Peña y Mead, 1988).

Estos resultados son similares a lo encontrado por Valarezo et al (2003), quienes establecieron que el ciclo biológico del insecto se completó en 17,25 días; sin embargo estos autores al igual que Delgado y Mesa (1997), encontraron el fenómeno de viviparidad, por lo tanto la hembra de *P. longifila*, no coloca huevos, sino que coloca las larvas del primer instar sobre las hojas y los botones florales del tomate, distinto a lo registrado por Peña et al (1989a), en sus estudios en lima (*Citrus aurantifolia*) en Florida.

Gagné (1986) proporcionó una clave taxonómica para adultos de *P. longifila*, año en el que describió la especie por primera vez, en la cual señala que los machos presentan flagelómeros con circumfilia irregular, y algunas curvas especialmente largas en circumfilia 1 y 3 y la longitud del ala varía entre 1,5 mm y 1,7 mm, tanto en los machos como en las hembras. Estos datos difieren levemente a los registrados por Peña y Mead (1988) quienes encontraron algunas diferencias entre las longitudes del ala de machos y hembras; también indican que el adulto es una mosquita pequeña, negra-amarillenta, de aproximadamente 1,5 mm de longitud; los huevos son pequeños, claros, de aproximadamente 0,27 mm de longitud; la larva recién eclosionada es de color casi transparente, luego se torna blanco cremosa, en el último estado es de color amarillenta y puede llegar a medir hasta 1,9mm de longitud; la pupa recién formada es amarilla clara y antes de la emergencia del adulto se torna negra amarillenta.

Valarezo et al, (2003), encontraron otras diferencias, en la longitud de los adultos, los machos alcanzan a medir 0,96 mm y las hembras 1,03 mm, mientras que para los tres estados

larvales varían entre 0,51 mm (L1), 1,14 mm (L2) y 1,77 mm (L3), la prepupa mide 1,31 mm y la pupa alcanza un promedio de 0,90 mm.

Los adultos permanecen inactivos durante el día y ocultos bajo la hojarasca o sobre el sustrato. En el crepúsculo inician su actividad volando alrededor de los brotes tiernos. La hembra oviposita en los brotes colocando los huevos de manera uniforme entre los tricomas y siguiendo la dirección de estos. La larvas de primer instar se dirigen a la nervadura central, la larvas de segundo instar se congregan en los brotes tiernos envueltas en una sustancia pegajosa, las larvas de tercer instar emigra a los brotes nuevos con menor contenido de humedad, tornándose de un color amarillo anaranjado, ya no se alimentan y cuando completan su desarrollo saltan al suelo. Ya protegido el insecto teje un pequeño cocón y forma una pupa que a simple vista no es visible por la forma que posee (Valarezo et al, 2003; Castillo, 2006).

En el tomate, las hembras de la especie pueden colocar un promedio de 4,7 larvas con un máximo de 10 larvas por foliolo. El mayor número de larvas es puesto cuando la hembra está joven y va disminuyendo a medida que la hembra envejece (Delgado et al. 1999). De acuerdo con Peña et al. (1987), en las flores se pueden encontrar entre 24 y 26 larvas.

Las larvas ocasionan daños en la etapa vegetativa del cultivo ubicándose en los brotes, consumiendo y deformando sus tejidos, también atacan los botones florales alojándose en la base de los sépalos y provocando frutos pequeños y deformados (Valarezo et al, 2003). Altas infestaciones del insecto pueden ocasionar la caída de flores en exceso (Peña et al, 1987),

esta afirmación concuerda con lo enunciado por Delgado et al. (1999), quienes dicen que cuando las larvas se alimentan del ovario de la flor, provocan su muerte y caída. En estos casos en los que el daño es tan severo sobre los botones, los escasos frutos que se desarrollan son deformes, se presenta un raspado alrededor del pedúnculo que les produce mal aspecto y no son aceptados en el mercado.

El primer y segundo instar larval ocasionan el mayor daño, el cual se manifiesta como un raspado sobre el follaje (Delgado et al, 1999; Castillo, 2006) y al consumir el ovario de los botones florales estos se secan y caen, la hembra larviposita de preferencia sobre los primordios foliares (cogollos), donde las larvas se ubican en el haz de los foliolos, concretamente hacia la base de la nervadura central, pero si la infestación es alta estas se pueden encontrar por el envés y en el pecíolo de la hoja (Delgado et al, 1999).

En los foliolos afectados es posible encontrar de una a tres larvas, las cuales cuando raspan el tejido foliar alrededor de la nervadura central, la estructura se dobla y cuando el insecto cumple su ciclo vital, el tejido afectado adquiere apariencia de escaldadura y finalmente se necrosa. (Delgado y Mesa, 1997). En los casos que no son tan severos y las hojas no se caen y continúan su desarrollo, se observa una deformación en el punto de necrosamiento, de ahí su nombre de tostón o enroscador dado en algunas regiones del departamento del Valle (Delgado et al, 1999).

Delgado et al. (1999), encontraron que *P. longifila* ataca cogollos, hojas, botones florales y frutos, desde el estado de plántula y durante todo el ciclo fenológico del cultivo. De

acuerdo con estos mismos autores, en plantas de tomate en las cuales no utilizó ningún tipo de control, se apreció el incremento permanente de la población. Por otro lado, Valarezo *et al.* (2003) indicaron que cuando se controla *P. longifila* en todas las etapas fenológicas del cultivo de tomate, se alcanza una baja infestación de la plaga, un mejor rendimiento, expresado en un mayor número y peso de frutos sanos, y se obtiene una mayor tasa de retorno marginal al compararlo con cultivos donde no se lleva a cabo ningún tipo de control, lo cual indica que *P. longifila* es una plaga crítica durante todo el ciclo de vida del tomate.

De acuerdo con Gagné (1986), *P. longifila* fue reportada por primera vez en Florida (E.U) (EE.UU.) por Rainwater en 1934, como *Contarinia gossypii* (Felt), alimentándose de algodonos silvestres *Gossypium hirsutum* L. También se registró esta especie atacando algunos cultivos en Perú como tomate *Lycopersicon esculentum* L, papa *Solanum tuberosum* L, alfalfa *Medicago sativa* L, y frijol, *Phaseolus vulgaris* L, y en otras regiones de Suramérica y en el oriente de la India (Peña *et al.* 1989b). Posteriormente Peña *et al.* (1987) registraron la presencia de larvas de *P. longifila*, la mosquita de los cítricos en *Citrus aurantifolia* alimentándose sobre las flores y dañando las células epidermales de los ovarios, pistilos y estambres.

Valarezo *et al.* (2003), informaron que el ingreso a Ecuador de *P. longifila*, se produjo en 1986, y para el 2003 ya se encontraba distribuido en las plantaciones de tomate a campo abierto y bajo cubierta localizadas desde el nivel del mar hasta altitudes de 1800m en los valles interandinos, la mayor altitud alcanzada por esta plaga hasta ese momento en el Ecuador,

por lo que dichos autores confirmaron que *P. longifila* se constituía en el principal problema entomológico en el cultivo de tomate.

En Colombia, según Delgado *et al.* (1999), esta plaga se reporta desde 1994 en las diferentes zonas tomateras del Valle del Cauca como lo son los municipios de Palmira (Rozo), Yumbo y Candelaria. En el municipio de Venecia y Fredonia, ubicado en el suroeste antioqueño, *P. longifila* se viene observando desde el año 2006 y se ha convertido rápidamente en una plaga de importancia económica.

Valarezo *et al.* (2003) encontraron en Ecuador que el período de mayor ataque de la plaga, es en los meses secos del año y que en la época lluviosa no dispone de las mismas facilidades para su desarrollo, lo que se confirmó con los análisis de correlación lineal entre las variables climáticas y las poblaciones de la plaga los cuales indicaron que al incrementarse la humedad relativa y la precipitación, disminuye la infestación de *P. longifila* en tomate. En estos resultados, también se encontró que en el cultivo del tomate cuando no se lleva a cabo ningún tipo de control para esta plaga, *P. longifila* puede alcanzar infestaciones hasta del 69 %, en épocas secas. Estas observaciones coinciden con lo descrito por Castillo (2006) en Perú, donde *P. longifila* favorece su desarrollo en temperaturas de 26 a 28° C, en tanto que a temperaturas por debajo de 11 ° C, el insecto disminuye su ataque, debido a que baja su tasa metabólica, por lo cual las poblaciones de la plaga se vuelven incontrolables en verano.

De acuerdo con Díaz (2006), *P. longifila* afecta brotes, flores o frutos de por lo menos 22 hospederos, siendo una plaga de importancia

económica, especialmente en cultivos de papa, tomate, espárragos y pimiento. Valarezo et al. (2003), mencionan que *P. longifila* se encuentra en Ecuador en varios cultivos como: tomate, papa, soya, frijol, melón, pepino, algodón, pimiento e higuera; y en algunas malezas como popoja, pomatillo, bejuco, pensamiento, crucito, bejuco, pega pega, y ortiga mansa del Ecuador; sin embargo, en este país sólo en el tomate se considera plaga, debido a que hasta el 2003 *P. longifila* no representaba un pro-

blema de la plaga, 2. Eliminar dentro y fuera el cultivo las plantas hospedantes como *Physalis* sp (popoja), *Lycopersicon* spp. (tomatillo), *Ricinus communis* (higuera), *Desmodium* sp (pega pega), *Acalypha virginica* (hortiga mansa) y *Sida* spp. (escobas), ya que pueden convertirse en focos de infestación de la plaga, 3. Lograr que las plantas tengan un mayor vigor mediante el uso adecuado de prácticas agrícolas como fertilización, riego, tutorado, aporque y poda, y 4. Usar cubiertas plásticas sobre el suelo o espol-

En cuanto a depredadores, en las observaciones en cultivos de tomate en Ecuador realizadas por Valarezo, encontraron la presencia de *Chrysopa* sp. Otros autores como Ayquipa y Díaz, en el cultivo de espárragos en Perú como medida de control biológico promovieron la protección y conservación del complejo de especies depredadoras como *Chrysoperla asoralis* Bank, *Nabis capsiformis* Germar, *Methacantus tenellus* Stal larvas y adultos de coccinélidos.

blema en el desarrollo y producción de los demás cultivos, ya que por lo general las plantas se recuperan de los ataques iniciales y las flores no llegan a ser afectadas. En Colombia en el municipio de Palmira, Delgado et al. (1999), encontraron a *Fleuria aestuans* (falso ramio) como hospedante alternativo de *P. longifila*.

Valarezo et al. (2002) recomiendan para el manejo integrado de *P. longifila*: 1. Evitar siembras escalonadas de tomate en los mismos lotes, para impedir la continuidad y establecimiento

voreo de insecticidas alrededor de las plantas. Ayquipa et al. (2002) recomiendan como última alternativa de manejo, el espolvoreo de azufre dirigido al tercio inferior de las plantas en una dosis de 4 kg ha⁻¹, una vez por cultivo, para ayudar a reducir las poblaciones, ya que las larvas de *P. longifila* caen al suelo para empupar.

De acuerdo con Díaz (2006), como medidas de control mecánico y etológico de *P. longifila*, con el fin de lograr la captura de adultos de esta plaga, se recomienda utilizar trampas

pegantes paralelas al cultivo y trampas de luz con paneles pegantes (o Trampa T) de color amarillo, con la cual se puede lograr capturas de hasta un millón de adultos por noche, o la trampa T con panel pegante de color blanco que captura 10 a 15% más que el panel amarillo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el análisis poblacional determinó en todos los estudios y ensayos desde 1999 hasta 2003, que este tipo de trampa no captura más del 25% de la población total de adultos de *P. longifila* existente en los campos de cultivo.

es coincidente con el de Díaz (2006), quien utilizó trampas fijas de color negro con funda transparente pegante para el monitoreo de adultos de *P. longifila* en espárrago.

Peña *et al* (1989b) estudiaron el efecto de insecticidas y parasitoides en la mosquita de los cítricos *P. longifila* en el Sur de Florida (EE. UU.), y encontraron que el parasitismo sobre las larvas fluctuó desde 0 hasta 90% entre 1987 y 1989. El parasitoide *Synopeas* spp. (Hymenoptera: Platygasteridae) fue la única especie encontrada en los muestreos que se realizaron.

La investigación objeto de este trabajo se realizó para evaluar el efecto de cuatro plaguicidas y su rotaciones, sobre el control de las poblaciones larvales de *P. longifila*, como estrategia de control en un plan de manejo integrado; fue conducida en siembras comerciales para atender las necesidades de productividad y sostenibilidad del cultivo y enfatizando el uso de aquellos plaguicidas de menor impacto negativo para el agroecosistema.

Otra alternativa de manejo es el uso de trampas fijas sin paneles pegantes de colores para la captura de adultos de *P. longifila*. Valarezo *et al.* (2003) encontraron en trampas plásticas de colores que el número de individuos capturados fue muy bajo, por lo que su uso no puede considerarse como una medida efectiva para reducir poblaciones, pero si se recomendaría su utilización para monitorear el ingreso de la plaga a determinadas áreas de cultivo. Este criterio

Al igual que estos autores, Díaz (2006), señala que el adulto hembra de *Synopeas* sp es parasitoide de huevo-larva de *P. longifila*, alcanzando un 60-75% de parasitismo en siembras de espárrago, sin aplicaciones de insecticidas; sin embargo Castillo (2006) reporta que no se han encontrado valores mas altos al 16% y 20% de parasitismo de *Synopeas* sp sobre huevos y larvas de *P. longifila* en espárrago. Valarezo *et al.* (2003) encontraron en Ecuador una maleza

hospedera, *Physalis angulata*, en la cual hallaron larvas de *P. longifila* parasitadas por el himenóptero *Synopeas* sp, por lo cual se infiere que el control biológico se manifiesta donde no se controla la plaga (malezas). Se recomienda que para su manejo en el cultivo debe investigar en el uso racional de plaguicidas y la integración de prácticas culturales para favorecer la presencia de los enemigos naturales.

En cuanto a depredadores, en las observaciones en cultivos de tomate en Ecuador realizadas por Valarezo et al. (2003), encontraron la presencia de *Chrysopa* sp. Otros autores como Ayquipa et al. (2002) y Díaz (2002), en el cultivo de espárragos en Perú como medida de control biológico promovieron la protección y conservación del complejo de especies depredadoras como *Chrysoperla asoralis* Bank, *Nabis capsiformis* Germar, *Methacantus tenellus* Stal larvas y adultos de coccinélidos. Los coccinélidos aparecen en forma natural en aquellas siembras sin aplicación de insecticidas.

Reátegui et al. (2002) en sus estudios con especies de hongos entomopatógenos para el control de *P. longifila* en Perú, encontraron que la mayor mortalidad en condiciones de laboratorio fue ocasionada por *Metarhizium anisopliae* (75 %), y en condiciones de invernadero por *Beauveria bassiana* (73,68%); *Verticillium lecanii* produjo la menor mortalidad, con 59,38% en laboratorio y 44,37% en invernadero. En el laboratorio todos los hongos estudiados pertenecieron a una misma población estadística, mientras que en el invernadero se determinaron dos poblaciones estadísticas, una que causó mayor mortalidad (*M. anisopliae* y *B. bassiana*); y la otra que provocó la menor mortalidad (*V. lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*).

Se recomienda también emplear durante la fructificación y cosecha, sustancias alternativas de origen vegetal de menor impacto al ecosistema, como Oikonim (azadiractina), Pestone. (Polisulfato-azadiractina), Limosol (limonoides) con Neemknock (complejo de Nim), Hovipest (aceite agrícola), los cuales presentan una eficacia de 48,21; 46,21; 43,23; 39,54 y 31,86 %, respectivamente, respetando el intervalo mínimo establecido para cada producto entre su aplicación y la cosecha (período de carencia) a fin de evitar la contaminación de los frutos (Valarezo et al, 2002 y 2003). En cuanto a estos productos de origen vegetal, Delgado et al. (1999) encontraron que la utilización del aceite agrícola Biomel, resultó ser muy efectivo para el control de esta plaga, en dosis de 1,5 lt ha⁻¹, en siembras de tomate en el Valle del Cauca (Colombia).

La investigación objeto de este trabajo se realizó para evaluar el efecto de cuatro plaguicidas y su rotaciones, sobre el control de las poblaciones larvales de *P. longifila*, como estrategia de control en un plan de manejo integrado; fue conducida en siembras comerciales para atender las necesidades de productividad y sostenibilidad del cultivo y enfatizando el uso de aquellos plaguicidas de menor impacto negativo para el agroecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca Normandia, ubicada en la Vereda El Vergel a 7 km del Casco Urbano del Municipio de Venecia, y a 60 km del Municipio de Medellín, en el Suroeste del Departamento de Antioquia, en la zona de vida bosque muy húmedo premontano (bmh-pm), a

una altitud sobre el nivel del mar de 1750 m, con una precipitación promedio anual de 2150 mm, y una temperatura promedio de 20°C.

El trabajo se realizó en un invernadero de 1000 m², en el cual se sembraron un total de 2000 plantas de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.), variedad Larga vida (Daniela). Las semillas se germinaron en bandejas utilizando turba como sustrato. Las plantas se sembraron a una distancia de un metro entre surcos y 30 cm. entre ellas. Se establecieron cuatro parcelas de cuatro surcos, cada una de ellas con 500 plantas. En cada parcela, desde el momento del trasplante se muestrearon al azar semanalmente 50 plantas, y se registró la cantidad de plantas afectadas (infestación) y el número de larvas de la plaga en cada una de esas plantas (intensidad) 24 horas antes y 48 horas después de la aplicación de cada uno de los tratamientos. Las aplicaciones se realizaron cuando la infestación en las parcelas fue superior al 10%, según el umbral reportado por Valarezo *et al*, (2003).

Las aplicaciones de los tratamientos se hicieron con una bomba de espalda con una capacidad de 20 L aplicando 15mL por bomba de coadyuvante (Potenzol ®), para los tratamientos Engeo ®, Imidacloprid y Abamectina y 30 mL para Bacillus (Tabla 1)

También se evaluó semanalmente la producción total de tomate, dividido por diámetro de tamaño en cinco categorías: Extra (12- 10 cm), Larga Vida N°1 (10 -8 cm), Larga Vida N° 2 (8- 6 cm), Larga Vida N° 3 (6-4 cm), Larga Vida N° 4 (4-2 cm) y Rechazo (frutos afectados solamente por *P. longifila*).

Se utilizó un diseño de sobrecambio simple, para evaluar el efecto de los plaguicidas y sus rotaciones en la reducción de la infestación y su intensidad. Las comparaciones entre las medias fueron realizadas mediante la prueba de Tukey. Para las variables de producción se obtuvo el porcentaje de frutos rechazados y se correlacionó con el nivel de infestación de la plaga y su intensidad presentada entre una y seis semanas atrás, con el fin de verificar el impacto de estos niveles en la producción. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SAS System versión 9.1.3.

Adicionalmente, se realizó un análisis financiero de los costos directos en el control de la plaga y el valor de producción con el fin de obtener las pérdidas estimadas debido a la presencia de *P. longifila* en el cultivo.

Finalmente en algunos de los muestreos se seleccionaron al azar, larvas de *P. longifila*, y se introdujeron en una cámara de cría, para realizar la respectiva identificación de género y especie,

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosificación	Categoría Toxicológica
Baccillus Agrogen WP	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> (32.000 U.I./mg)	100 g / 20 L de agua	IV
Engeo ®	Tiametoxan (141g L ⁻¹) Lambdacihalotrina (106g L ⁻¹)	25 mL / 20 L de agua	II
Imidacloprid OMA SC	Imidacloprid (350 g L ⁻¹)	10 mL / 20 L de agua	III
Abacmetina 18 EC. COLJAP	Abamectina (18 g L ⁻¹)	20 mL / 20 L de agua	III

Tabla 1. Tratamientos evaluados

de larvas y adultos, en el Museo de Entomológico Francisco Luís Gallego, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede de Medellín.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los plaguicidas

La aplicación de los plaguicidas contribuyó a que la infestación de *P. longifila* fuera inferior al umbral económico de daño de 10% (Figura 1). Estos resultados coinciden por lo encontrado por Valarezo *et al.* (2003) en investigaciones realizadas en siembras de tomate en Ecuador, en las cuales se mantenían infestaciones inferiores al 10% utilizando insecticidas como Actara® (i.a. Thiametoxam) y Confidor® (i.a. Imidacloprid), y las mejores Tasas de Retorno Marginal, lo que indica que todos estos productos son útiles para el control de esta plaga.

Para la infestación e intensidad de infestación, los plaguicidas evaluados redujeron las poblaciones de la plaga en promedio en un

40,0% y 28,2%; respectivamente, sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellos, lo que indica que cada uno de los tratamientos evaluados posee una eficacia similar en el control de *P. longifila*, resultado que es importante para el caso de Bt el cual es un plaguicida de menor impacto agroambiental (Fig. 2).

Estos porcentajes de eficacia de los plaguicidas evaluados sobre las poblaciones larvales de *P. longifila* son menores a los reportados por Valarezo *et al.* (2002) y Díaz (2002) en investigaciones realizadas en siembras de tomate en Ecuador, y espárragos y pimienta en Perú, en los cuales se encontraron porcentajes de eficacia de 81,76% para Actara® y 66,47% para Confidor®. Por otra parte, en trabajos realizados por Arboleda *et al.* (2001) en varios cultivos hortícola para el control de mosca blanca utilizando el insecticida Imidacloprid, se presentaron porcentajes de reducción de las poblaciones larvales de la plaga, entre un 70 y 80% de eficacia.

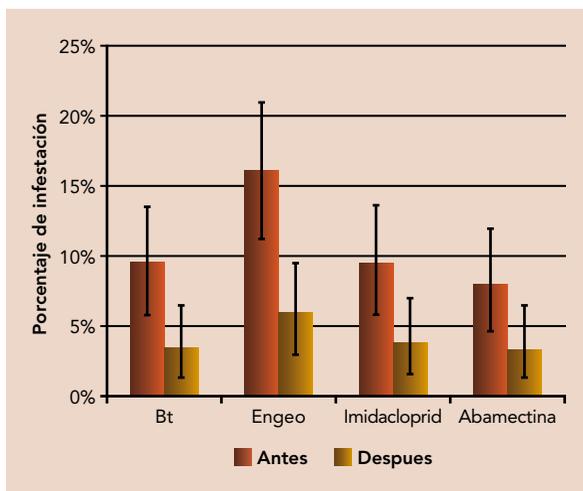


Figura 1. Porcentaje de infestación de *P. longifila* antes y después de la aplicación de cada uno de los tratamientos.

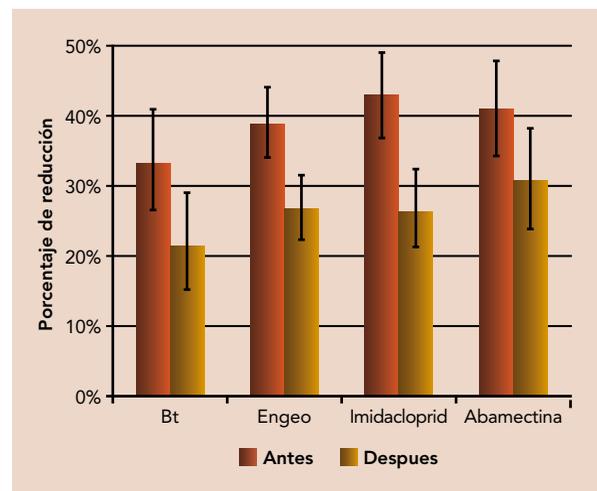


Figura 2. Reducción de la infestación e intensidad de infestación de *P. longifila* con la aplicación de los tratamientos.

Las plantas con presencia de *P. longifila* tuvieron en promedio 2,5 larvas por planta con un mínimo de una y un máximo de 12 larvas por planta. Los plaguicidas fueron más eficaces para reducir la infestación de la plaga que la intensidad de ésta, lo cual se debe posiblemente a que hay plantas con una infestación elevada donde los plaguicidas no eliminan todas las larvas de esas plantas, mientras que cuando se mide infestación se contabiliza únicamente el número de plantas libres de *P. longifila*, valor que no es afectado por la presencia de plantas con elevado nivel de infestación. (Castillo, 2006; Valarezo, 2003)

Secuencias de aplicación

Al evaluarse la eficacia de los plaguicidas alternados en la reducción del porcentaje de infestación, se encontró una diferencia estadística significativa en las secuencias de aplicación, entre dos grupos de rotaciones. En el primer grupo se presentan las mejores rotaciones para reducir la infestación de la plaga son Engeo® – Imidacloprid; Imidacloprid – Abamectina y Abamectina – Bt, con valores de 62,92%; 59,67% y 54,29% de eficacia respectivamente. En el segundo grupo, el cual fue el menos eficaz, se encontraron las siguientes rotaciones: Engeo® – Engeo®, Bt – Bt, Bt – Abamectina, y Bt – Engeo® con valores de 38,42%; 32,50%, 32,50% y 22,26% de eficacia respectivamente (Fig. 3).

Al analizar la variable intensidad de la infestación en cuanto a la eficacia de los plaguicidas en rotación, se encontraron diferencias estadísticas significativas en las secuencias de aplicación entre los mismos grupos de rotación de plaguicidas. En cuanto a la variable infestación, en el primer grupo se presentan las mejores rotaciones para reducir la intensidad de la plaga, utilizando

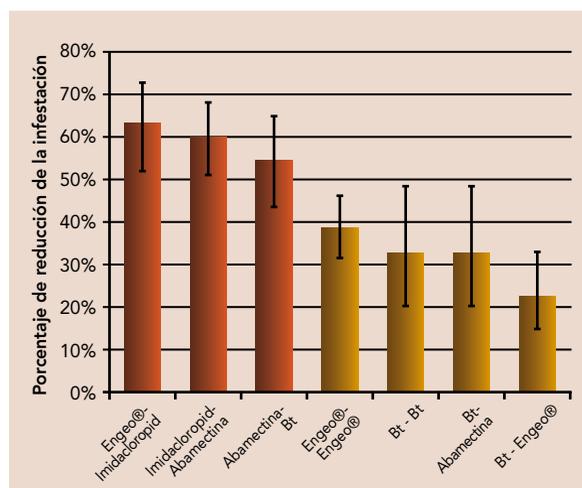


Figura 3. Reducción de la infestación de *P. longifila*, en secuencias de aplicación.

Imidacloprid – Abamectina, Abamectina – Bt y Engeo® – Imidacloprid; con valores de 52,49%; 44,95% y 34,27% de eficacia respectivamente. En el segundo grupo, el cual fue el menos eficaz, se hallaron las siguientes rotaciones: Engeo® – Engeo®, Bt – Abamectina, Bt – Engeo® y Bt – Bt con valores de 25,33%; 18,25%; 16,00% y 13,25% de eficacia respectivamente (Fig. 4).

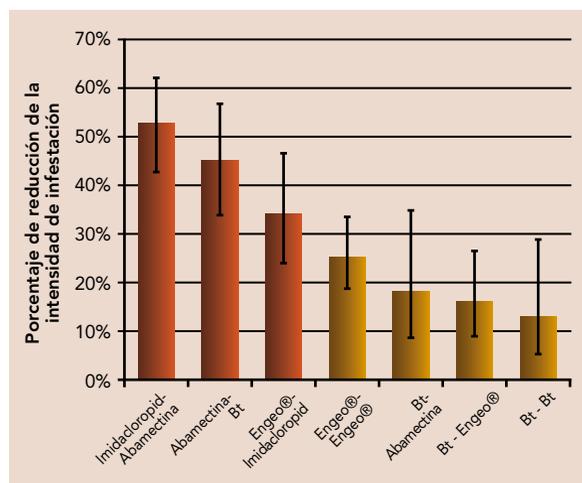


Figura 4. Reducción de la intensidad de infestación de *P. longifila*, en secuencias de aplicación.

Tanto para la infestación como para la intensidad de la infestación, las mejores rotaciones de los plaguicidas utilizados para reducir las poblaciones fueron: Imidacloprid – Abamectina, Engeo® – Imidacloprid; y Abamectina – Bt, donde vale la pena resaltar que el primer plaguicida en la secuencias son insecticidas químicos y en el caso de la Abamectina se puede rotar con la utilización de Bt, rotación que es interesante dado que la categoría toxicológica de estos dos plaguicidas es baja, y combina el control químico con el control biológico. Estos datos coinci-

integrado de plagas puede ser relevante. Se encontró que tanto para la infestación como para la intensidad de infestación, las rotaciones seleccionadas fueron Engeo® – Engeo®, Bt – Abacmetina, Bt - Bt, y Bt – Engeo®, observando que el primer plaguicida empleado fue el Bt; para tres de las cuatro secuencias, lo que sugiere que este bioinsecticida no es tan efectivo como primer insecticida en la secuencia como lo son Abacmetina, Engeo® e Imidacloprid, los cuales se encontraron en el primer grupo de rotaciones.

El trabajo se realizó en un invernadero de 1000 m², en el cual se sembraron un total de 2000 plantas de tomate de mesa (*L. esculentum* Mill), variedad Larga vida (Daniela). Las semillas se germinaron en bandejas utilizando turba como sustrato. Las plantas se sembraron a una distancia de un metro entre surcos y 30 cm. entre ellas. Se establecieron cuatro parcelas de cuatro surcos, cada una de ellas con 500 plantas.

den con los estudios realizados por Rodríguez *et al.*, (2006), al evaluar diferentes rotaciones de plaguicidas para el control de *Thrips palmi* Karny en cultivos de hortalizas, en el Valle del Cauca- Colombia, donde las mejores rotaciones resultaron al usar Imidacloprid - Thiametoxan, e Imidacloprid - Abacmetina®, con porcentajes de eficacia del 65 y 72% respectivamente.

El segundo grupo de rotación se presenta como una alternativa de menor eficacia que la primera, sin embargo, como una estrategia alternativa en el establecimiento de un manejo

Estos resultados coinciden con lo reportado por Delgado *et al.* (1999) quienes encontraron en sus investigaciones en siembras de tomate en el Valle del Cauca (Colombia), que productos con base en la bacteria *Bacillus thuringiensis*, como Dipel 2X® y Vectobac®, resultaron poco efectivos para el control inicial de esta plaga. Por lo tanto, se sugiere, que el Bt puede ser utilizado como segundo insecticida en un esquema de rotación con Abacmetina, o utilizar un umbral de acción más bajo para este bioinsecticida.

Al evaluar la eficacia de los plaguicidas en las secuencias de rotación se pudo apreciar que la acción de un plaguicida seguido por la aplicación de otro con diferente ingrediente activo, aumenta el porcentaje de reducción de las poblaciones de la plaga, esto se debe probablemente que al encontrarse *P. longifila* en diferentes estados biológicos de desarrollo, el insecto queda expuesto a la acción de varios ingredientes activos en diferentes etapas de desarrollo y/o en generaciones diferentes de la plaga, cuando se utilizan adecuadamente estas rotaciones (Castillo, 2006). Este hecho contrasta cuando se evaluó la rotación Engeo®-Engeo® en cuyo caso la eficacia de esta secuencia disminuyó la eficacia del insecticida en reducir el porcentaje de infestación e intensidad de la plaga.

En los programas de manejo de *P. longifila*, se hace necesario, evitar la utilización del mismo insecticida en más de tres ocasiones por ciclo, siendo indispensable la rotación con insecticidas de mecanismo y modo de acción diferentes para disminuir la posibilidad de resistencia de la plaga y controlar la fase dañina (estado larval) durante todo el ciclo de cultivo. Estas rotaciones ayudan al manejo de otros insectos plaga como son la mosca blanca, minadores y gusanos del fruto. (Valarezo et al, 2002 y 2003; Moreno et al, 2004a y 2004b).

Correlación con la producción

La variable infestación no presentó correlación respecto al porcentaje de frutos rechazados y en la variable intensidad de infestación, hubo una correlación de 0,4172 ($P < 0.05$) con los rezagos en la sexta semana, lo cual indica que, cuando la intensidad de infestación de la plaga en el cultivo es alta, seis semanas después el

porcentaje de frutos rechazados se incrementa. Estos datos son similares a lo encontrado por Valarezo et al. (2003), en investigaciones realizadas en tomate bajo invernadero en Ecuador, donde se halló que a mayor intensidad de infestación de *P. longifila* en el cultivo, aumentaba los frutos afectados por la plaga. Por otra parte, estos resultados reflejan el hecho de que *P. longifila*, se aloja en la base de los sépalos alimentándose del ovario de la flor y de los frutos pequeños y deformados que crecen después del ataque de la plaga (Delgado et al, 1999; Valarezo et al, 2003), los cuales se cosechan entre cinco y seis semanas después. El porcentaje de frutos rechazados osciló entre 0 y 6,39%, con una media de 1,69.

Análisis de Costos

El porcentaje de los costos referentes solo a los plaguicidas evaluados para el control de *P. longifila* equivalen a un 10 % respecto a los costos directos de producción de tomate (Tabla 2 y 3). Según CORPOICA (2006) los costos de manejo fitosanitario total del cultivo de tomate corresponden a un 16% de los costos totales de producción, por lo que se puede considerar el resultado del 10% como un valor elevado para el control de una sola plaga en este cultivo. Sin embargo, se encontró

Concepto	Valor (\$)	Porcentaje (%)
Plaguicidas evaluados	624,47	10,33
Insumos Fitosanidad	370	6,12
Insumos Fertilización	950	15,72
Insumos semilla	600	9,93
Mano de obra	3.500	57,90
Total	6.044,47	100

Tabla 2. Costos directos de producción del tomate en la Finca Normandía.

FECHA	EXTRA		No 1		No 2		No 3		No 4		RECHAZO		
	CANT	PVT	CANT	PVT	CANT	PVT	CANT	PVT	CANT	PVT	CANT	PVU P	PVT
16/02/2007	24	26,4		0		0		0	0	0		1,100	0
21/02/2007	55	71,5	86	94,6	66	59,4	4	3,2	3	0		1,069	0
28/02/2007	59	80,4	119	147	185	203,5	35	35	12	9,6	4	1,160	4,639
07/03/2007	80	101,7	250	333	289	320,4	136	122,4	53	37,1	20	1,132	22,64
15/03/2007	223	314,9	413	518,5	134	134	53	45,5		0	9	1,231	11,077
22/03/2007	102	153	45	67,5	343	464,9	140	148,8	81	72,9	24	1,276	30,619
29/03/2007	35	49	106	127,2	243	267,3	126	126	37	29,6	6	1,095	6,571
04/04/2007	0	0	140	246,6	390	605	136	183,4	22	22	44	1,536	67,599
11/04/2007	0	0	157	227,3	472	615,8	457	544,8	22	19,8	26	1,270	33,033
20/04/2007	0	0	110	160,3	208	274,1	193	232,9	55	48,4	10	1,264	12,645
26/04/2007	42	75,6	22	32,2	231	321,3	26	23,4	0	0	1	1,410	1,410
03/05/2007	88	158,4	167	272,8	133	212,8	18	14	0	0	11	1,621	17,828
TOTAL	708	1030,9	1615	2227	2694	3478,5	1324	1479,4	285	239,4	155	1,276	208,06
PORCENT	10,441	12,192	23,817	26,339	39,729	41,140	19,525	17,497	4,203	2,831	2,286		2,402
		Cantidad (ton/ha)		Ventas (\$/ha)		Costo plaguicidas (\$/ha)		Porcentaje Costo plaguicidas vs Costo de producción (%)				Relación. B/C	
Total frutos rechazados		2,573		3.283,56									
Total frutos cosechados		110		140.367,04		9.449,25				10,33			14,85

Tabla 3. Producción de tomate de acuerdo a categorías y costo total plaga vS ventas de tomate

que la relación costo/ beneficio (C/B) es del 14,85 %. (Tabla 3), la cual es muy satisfactoria, cuando se compara estos resultados con lo encontrados por Bellotti *et al.* (2007) quienes evaluaron Thimetoxam e Imidacloprid para el control de mosca blanca en el cultivo de la yuca, y hallaron valores promedios en la relación costo/ beneficio de 2,64%.

En el experimento, el porcentaje que se dejó de cosechar por daño en los frutos a causa de *P. longifila*, fue solo un 2,3% del total de la producción; lo cual representa una pérdida estimada de 2,6 ton/ha (tabla 3). Valarezo *et al.* (2003), en siembras de tomate en Ecuador donde no se realizó ningún control de la plaga, encontraron que el porcentaje de frutos que se dejó de cosechar correspondió a un 65,5 % lo cual representa una pérdida estimada de 72,1

ton/ha. Esto sugiere que en nuestro experimento se presentó un impacto económico bajo de la plaga en el cultivo con el manejo realizado, el cual incluye el uso de plaguicidas y el uso del umbral de aplicación del 10% de infestación.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de los plaguicidas, los porcentajes de reducción de la infestación e intensidad de infestación de la plaga estuvieron por debajo del 50%, sin embargo estos valores fueron suficientes para que la infestación de *P. longifila* fuera inferior al umbral económico de daño del 10% y el porcentaje que se dejó de cosechar por daño en los frutos a causa de *P. longifila*, presentara un bajo impacto económico.

De los productos utilizados los que mejores resultados presentaron en cuanto a la reducción de infestación y la intensidad de infestación fueron Abamectina, Imidacloprid y Engeo.

Las mejores rotaciones para reducir las poblaciones de la plaga fueron: Imidacloprid – Abamectina, Engeo – Imidacloprid y Abamectina – Bt y las rotaciones que produjeron

menores reducciones de las poblaciones de la plaga, fueron aquellas cuando se aplicó primero *B. thuringiensis* y luego un insecticida químico.

Se pudo comprobar que en el cultivo cuando la intensidad de infestación de la plaga es alta, seis semanas después de siembra el porcentaje de frutos afectados se incrementa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arboleda A, Jaramillo N, Guzman E. 2001. Nueva tecnología de Bayer en el manejo de plagas. En: Memorias XXVIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN. p101-125.
2. Ayquipa G, Neyra P, y Gamarra C. 2002. Avance en el manejo integrado de *Prodiplosis longifila* Gagné en cultivo de espárrago, Fundo "Morava", Moche, Trujillo. En: Resúmenes II Encuentro Nacional de Manejo Integrado de Plagas XLIV Convención Nacional de Entomología. Lima -Perú: Universidad Agraria la Molina.
3. Belloti C, Arias B, Herrera C, Holguin C. 2007. Manejo Integrado de Moscas Blancas Asociadas al Cultivo de la Yuca: p.17-18. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Proyecto Manejo Integrado Sostenible de Moscas Blancas Como Plagas y Vectores de Virus en los Trópicos. Cali, Colombia.
4. Castillo J. 2006. *Prodiplosis longifila* Gagné en la Irrigación Chavimochic La Libertad. *Arenagro*. Año 2 (2): 11-19.
5. Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria - CORPOICA. 2006. Costos de producción de Tomate bajo Invernadero. En: Sena –Corpoica. Seminario Nacional de Tomate Bajo Invernadero. Medellín – Colombia. 48p.
6. Delgado A, Mesa C. 1997. Observaciones sobre la biología y comportamiento de *Prodiplosis longifila* (Gagné). (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el Valle: p.47. En: Resúmenes del XXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Pereira: SOCOLEN.
7. Delgado A, Mesa C, Estrada E, Zuluaga J. I. 1999. Evaluación de diferentes productos para el manejo de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el Valle del Cauca. En: *Revista Colombiana de Entomología*, 25(3-4):137-142.
8. Díaz E, Jaramillo J. 2006. Manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate bajo invernadero. En: Sena –Corpoica. Seminario Nacional de Tomate Bajo Invernadero. Medellín – Colombia. 48p.
9. Díaz S. F. 2002. Manejo de la "mosquilla del brote" *Prodiplosis longifila* en la irrigación Chavimochic. En: Resúmenes II Encuentro Nacional de Manejo Integrado de Plagas XLIV

- Convención Nacional de Entomología. Lima -Perú: Universidad Agraria la Molina.
10. Gagné R.J. 1986. Revision of *Prodiplosis* (Diptera: Cecidomyiidae) with descriptions of three new species. *Annals of the Entomological Society of America* 79 (1): 235-245.
 11. Mesa N. C. 2001. Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agroecosistema de tomate y propuesta de manejo Integrado de plagas. En: *Hortalizas plagas y enfermedades*. Corpoica. Rionegro. p 23-29.
 12. Moreno C. A, Jacqmin B, Guzman E. 2004a. Spiromisifen insecticida de última generación para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en los cultivos de tomate y habichuela. En: *Resúmenes XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN*, p 36.
 13. Moreno C. A, Jacqmin B, Guzman E. 2004b. Imidacloprid & B-cyflutrin SC 112,5, coformulación de dos ingredientes activos con diferentes mecanismos de acción como estrategia para el manejo de plagas chupadoras de importancia en hortalizas. En: *Resúmenes XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN* p 36.
 14. Peña J. E, Mead F. W. 1988. Citrus gall midge, *Prodiplosis longifila* (Gagné). (Diptera: Cecidomyiidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Division of Plant Industry. Entomology. Circular 312. 2p.
 15. Peña E, Baranowski M, Mcmillan T. 1987. *Prodiplosis longifilia* (Diptera:Cecidomyiidae), a new pest of citrus in Florida. *Florida Entomologist*,70: 527-529.
 16. Peña J, Duncan R, Torres V. 1989b. Control of the Citrus Midge *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) in Southern Florida Limes. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 34: 159-161.
 17. Peña J, Gagné J, Duncan R. 1989a. Biology and Characterization of *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) on Lime in Florida. *Florida Entomologist*, 72 (3): 444 50
 18. Reátegui F, Wilson K. J, Ayquipa G. 2002. Actividad entomopatógena de cuatro especies de hongos sobre *Prodiplosis longifila* Gagné (Dip.: Cecidomyiidae). En: *Resúmenes II Encuentro Nacional de Manejo Integrado de Plagas XLIV Convención Nacional de Entomología*. Lima -Perú: Universidad Agraria la Molina.
 19. Valarezo C. O, Canarte B, Navarrete B, Arias M, Gines A, Proano J, Garzon A, Porro M, Pisco J. 2002. Recomendaciones para el manejo de la negrita en tomate. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. En *Plegable Divulgativo No. 191*. Quito (Ecuador) 3 p.
 20. Valarezo C, Canarte B, Navarrete B, Arias M. 2003 *Diagnóstico, bioecología y manejo sostenible de la negrita Prodiplosis longifila en el Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito Ecuador. 79 p.
- CONSULTA VIRTUAL:**
21. Díaz S. F. 2006. Curso sobre *Prodiplosis longifila* Gagné. www.ffernandodiazs.galeon.com. 20. Abr. 07.
 22. Sistema Internacional De Precios Del Sector Agropecuario - SIPSA. 2006. Panorama del Cultivo del tomate.2005. En: *Boletín trimestral 67*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://www.cci.org.co> 10. Abr. 07.