

Evaluación de la severidad del daño causado por *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en diferentes tratamientos de control en un cultivo de *Solanum lycopersicum* en el municipio de Gigante, Huila

Adriana Bolaños Trujillo y Marion Yineth Muriel

Proyecto De Grado Presentado Para Optar Por El Título De

Agrónomo

Director

Mg. Oscar Eduardo Valbuena Calderón

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente ECAPMA

Programa Agronomía

CCAV Pitalito

2017

DEDICATORIA

Esta tesis se la quiero dedicar a mi familia en especial a mi Padre Héctor Bolaños, quien ha sido la persona que más me ha ayudado a lo largo de mi vida, ha sido un ejemplo a seguir y siempre me ha apoyado incondicionalmente, a mis hijos Violetta y David quienes son mi motivación y mis grandes amores, a mi esposo y a mi hermana. _____Adriana Bolaños

A Dios por dotarme de capacidades especiales, por darme salud, vida y llenarme de bendiciones día a día. A mi familia que ha sido y será siempre el pilar y la motivación de mi vida, especialmente a mi mamá por ser esa luchadora incansable, mujer fuerte, emprendedora y líder, que sembró desde siempre en mi corazón la importancia de plantearse metas y el deseo de luchar por los sueños hasta verlos cumplidos. _____Marión Muriel

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos realizar esta investigación, ha sido quien nos ha dado la sabiduría y la fortaleza para poder cumplir con la meta propuesta.

Igualmente queremos agradecer a nuestras familias que han sido nuestro apoyo incondicional, nos han forjado como personas y ayudado para que de una u otra manera este proyecto se realizara.

Un agradecimiento muy especial a nuestro director del proyecto de investigación Mg. Oscar Eduardo Valbuena, quien con sus conocimientos, orientaciones, motivación y paciencia ha logrado el buen desarrollo de nuestro proyecto de investigación, inculcando en nosotras el sentido de responsabilidad y ética lo cual es fundamental en nuestra formación como investigadoras.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO	13
1.1. <i>Prodiplosis longifila</i> Gagné	13
1.2. Origen y distribución	13
1.3. Ciclo de vida	14
1.4. Morfología	14
1.5. Hábitos	15
1.6. Hospederos	16
1.7. Daños	16
1.8. Marco Legal	17
2. OBJETIVOS	18
2.1. General	18
2.2. Específicos	18
3. METODOLOGIA	19
3.1. Descripción de la zona de estudio	19
3.2. Diseño Experimental	20
3.3. Análisis y recolección de los datos	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Análisis variable de larvas vivas	24
4.2 Análisis Ausencia/Presencia de <i>P. longifila</i>	25
4.3. Análisis de la variable de frutos sanos y afectados	27
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la distribución de la <i>P. longifila</i> en Colombia	14
Figura 2. Daño causado por la <i>P. longifila</i> en a) frutos, b) flores c) hojas d) tallo	17
Figura 3 Localización de la vereda la Vega en el municipio de Gigante.....	19
Figura 4 Comportamiento de la población de la <i>P. longifila</i> en los tratamientos y testigo en cada una de las etapas fenológicas	24
Figura 5 Comportamiento de la población de la <i>P. longifila</i> en el tratamiento 2 vs. el testigo	24
Figura 6 Comportamiento de la población de la <i>P. longifila</i> en el tratamiento 1 vs. el testigo	24
Figura 7 Comportamiento de la población de la <i>P. longifila</i> en el tratamiento 3 vs. el testigo	24
Figura 8 Porcentaje de ausencia/presencia.....	26



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivos hospederos de <i>P. longifila</i> reportados en Ecuador en el año 2002.....	16
Tabla 2. Descripción de productos de síntesis química y de origen vegetal que fueron usados para controlar el daño causado por <i>P. longifila</i> en el cultivo de tomate, en el municipio de gigante, Huila.	21
Tabla 3. Análisis de varianza tabla (parcial ss) para la variable de ausencia/presencia.	26
Tabla 4 Análisis de la varianza (sc tipo iii) variable de frutos sanos y afectados.....	27



RESUMEN

El municipio de Gigante, Huila, Colombia tiene una producción agropecuaria de más de 38.000 ton/año, donde se destaca el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* L, sin embargo debido al incremento anual del área sembrada de este cultivo los problemas fitosanitarios han sido limitantes para el alcance de altos rendimientos de producción. Uno de los principales problemas es el ataque de la caracha *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae), la cual ataca los brotes tiernos, las inflorescencias y los frutos pequeños, deformándolos y limitando la producción de tomate, causando grandes pérdidas económicas para los agricultores. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue evaluar la severidad del daño causado por *P. longifila* en diferentes tratamientos de control en un cultivo de tomate en el municipio de Gigante, Huila. Se establecieron tres tratamientos de control los cuales fueron: T1) aplicación de insecticida de origen vegetal; T2) aplicación de 4 insecticidas de síntesis química más uno de origen vegetal; T3) aplicación de 4 insecticidas de síntesis química, y un Testigo donde no se realizaron aplicaciones de ningún tipo contra el insecto. Posteriormente fueron evaluadas tres variables: 1) número de larvas vivas; 2) presencia/ausencia del daño y del insecto; y 3) número total de frutos sanos y afectados. Para la primera variable el crecimiento más elevado de larvas vivas fue para el Testigo y el más bajo fue para T2 y T3; en la variable presencia/ausencia no existió diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo; sin embargo, en la variable de frutos sanos/afectados se encontraron 2 grupos con diferencias significativas, evidenciando que T2 y T3, presentaron un mayor control del insecto. Este estudio permitió evidenciar que el Testigo y T1 fueron diferentes a los T2 y T3, siendo estos últimos más efectivos en la disminución del daño causado por *P. longifila*.

Palabras claves: *Control químico, Control natural, Crecimiento poblacional de insectos.*

ABSTRACT

The municipality of Gigante, Huila, Colombia has an estimated agricultural production that accounts for over 38.000 tons/year, where *Solanum lycopersicum* L, is highlighted; however due to the annual cultivated area increase, phytosanitary issues have been a restriction for higher yields. One of the major problems is the attack of caracha *Prodiptosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae), which attacks early sprouts, inflorescences and small fruits by deformation, limiting tomato production and causing great economic losses for growers. The aim of this study was to evaluate the severity of the damage caused by *P. longifila* in different control treatments in one tomato crop in the municipality of Gigante, Huila. Three different control treatments were established: T1) application of a vegetal insecticide; T2), application of 4 synthetic chemical insecticide and one vegetal insecticide; T3) application of 4 synthetic chemical insecticides, and a Control where no applications were conducted against the insect. After that, three variables were evaluated: 1) number of alive larvae; 2) presence/absence of the insect damage; and 3) total number of attacked and non-attacked fruits. The highest growth of alive larvae was for the Control and the lowest was for T2 and T3; in presence/absence variable there was no significant difference between treatments and Control; however, in variable attacked/not-attacked fruits 2 groups with significant differences were found, showing that T2 and T3, presented a greater control of the insect. This study showed that Control and T1 were different than T2 and T3, where these last two were more effective in decreasing the damage of caused by *P. longifila*.

Key-words: *Chemical Control, Natural Control, Insect Population Growth.*

INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta herbácea, de mayor difusión en el mundo, su centro de origen en una región montañosa, estrecha y alargada de los Andes que comprende Perú, Ecuador y Chile (Peralta & Spooner, 2000) citado por (Álvarez-Hernández, 2012). En Colombia para el año 2015 había aproximadamente 8.992 hectáreas sembradas (DANE, 2016).

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) para el 2012, los cultivos de mayor importancia en el departamento del Huila en cuanto a su producción fueron café, caña, plátano, tomate, maíz y algunos frutales como mango, lulo, granadilla y maracuyá. Para ese año existían 600 has de tomate sembradas en el departamento del Huila correspondiente al 10,9% del área total sembrada en el territorio nacional con una producción de 20.704 toneladas correspondiente al 9,2% de la producción nacional (DANE, 2014). Gigante es un municipio agrícola el cual tiene una producción agropecuaria de más de 38.000 ton/año, entre los que se destacan el café, cacao, caña panelera, maíz, plátano, aguacate, tomate y frutales (Sanmiguel, 2016).

Actualmente se ha visto disminución de los rendimientos en la producción de tomate en el municipio de Gigante Huila, por la afectación de la *P. longifila*, además, un aumento en los costos de producción, por lo cual los agricultores de la zona tienen menores ingresos económicos generando mayor pobreza y desplazamiento de este cultivo hacia otras zonas del Departamento, a raíz del aumento de aplicaciones, ya que los cultivadores se ven obligados a utilizar la dosis máxima para controlar el problema y a su vez mayor cantidad de jornales por semana, se da la extinción del cultivo en la zona y el desplazamiento de los agricultores a lugares en donde aún no hay noticias de la aparición de *P. longifila* (Rincón, comunicación personal, 2016). En el año 2013 se presentó por primera vez la afectación, y a mediados del año 2015 se reportaron pérdidas

hasta del 80% en los cultivos, causadas por esta plaga (Bolaños, comunicación personal, 2016) (Rivera, comunicación personal, 2016).

La contaminación y la alteración del ecosistema son factores preocupantes ya que se han incrementado las aplicaciones de insecticidas para lograr controlar y disminuir las afectaciones de esta especie, pasando de un solo producto Spirotetramat y una sola aplicación durante el ciclo de cultivo, a realizar aplicaciones de hasta 8 productos con diferentes dosis: Spinetoram en dosis de 10cc, Cipermetrina en dosis de 20cc, Fipronil en dosis de 24cc, Abamectina en dosis de 25cc, (Fernández-Kohatsu., 2016) (Cardona, et al, 2010) Tiametoxan-Lambdacihalotrina dosis de 20cc (Cardona, et al, 2010) Spirotetramat en dosis de 200cc, Flubendiamida en dosis de 10cc, Deltametrin en dosis de 20cc, Imidacloprid en dosis de 20cc (Fernández-Kohatsu., 2016) (Cardona, et al, 2010), cada 4 días (Lozano, comunicación personal, 2016).

Los trabajadores también se ven afectados negativamente, debido a que el uso indiscriminado de insecticidas constituye uno de los principales riesgos profesionales. Estos provocan intoxicación y muerte, y en algunos casos, cáncer profesional y trastornos de la función reproductora (OIT, 2000). Esta problemática no solo ocurre en esta región ya que se reporta presencia de esta plaga en Ecuador, Perú y en toda la zona andina de Colombia en donde genera grandes pérdidas al sector agrícola (Mena, Mesa, Estrada & García, 2012).

Este proyecto permite el primer acercamiento bibliográfico de esta importante especie de manera documentada en la región; además que permite conocer a *P. longifila* y los métodos de control apropiados en las dosis mínimas recomendadas para su manejo, lo cual permitirá a los agricultores de la zona tener una base para que en los futuros cultivos exista una reducción en la severidad del daño causado por la especie, disminuyendo así pérdidas en producción y por ende económicas, así como la disminución de aplicaciones indiscriminadas de productos para la

protección de cultivos, los cuales generan graves procesos de adaptación de las plagas por inmunidad adquirida, así como impactos negativos ambientales por contaminación de fuentes hídricas, aire, suelo, devastación de la flora y fauna de esta importante región.

Los tratamientos de síntesis química de uso convencional en el control de *P. longifila* han disminuido su efecto contra la plaga, y se encuentran productos de origen natural para su control, los cuales pueden convertirse en una alternativa para el control del insecto; por tanto, toma importancia evaluar la severidad del daño causado por *P. longifila* en diferentes tratamientos de control en *Solanum lycopersicum*, en el municipio de Gigante, Huila.



1. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

1.1. *Prodiplosis longifila* Gagné

Comúnmente denominada *Prodiplosis*, caracha, negrita o tostón, este insecto es una mosca neotropical, pequeña y polífaga, considerada de importancia económica por los graves daños que causa, ya que afecta severamente los brotes tiernos, las inflorescencias y los frutos pequeños, deformándolos y limitando la producción de tomate (Mena et al., 2012). Se confirma su presencia en Colombia (1987), en Ecuador (1986) y Perú (1979) (Valarezo et al., 2003).

1.2. Origen y distribución

Prodiplosis longifila (Diptera: Cecidomyiidae) fue reportada por primera vez en la Florida (EEUU) por Rainwater en 1934, alimentándose de algodones silvestres. Los adultos fueron descritos e identificados por Gagné en 1986, como *P. longifila*. En 1987 en Colombia se describió un daño sobre brotes de tomate, que consistía en la deformación de las hojas terminales, que más tarde se necrosaban. Se tomaron muestras del insecto, que Gagné identificó como *P. longifila* (García, 1989). Sin embargo, no fue sino hasta 1994, que se reporta como una plaga de importancia económica para el país, especialmente en tomate (Mena Pérez, 2012), y está distribuida a lo largo de la zona andina y parte del pacífico tal como se muestra en la figura 1.

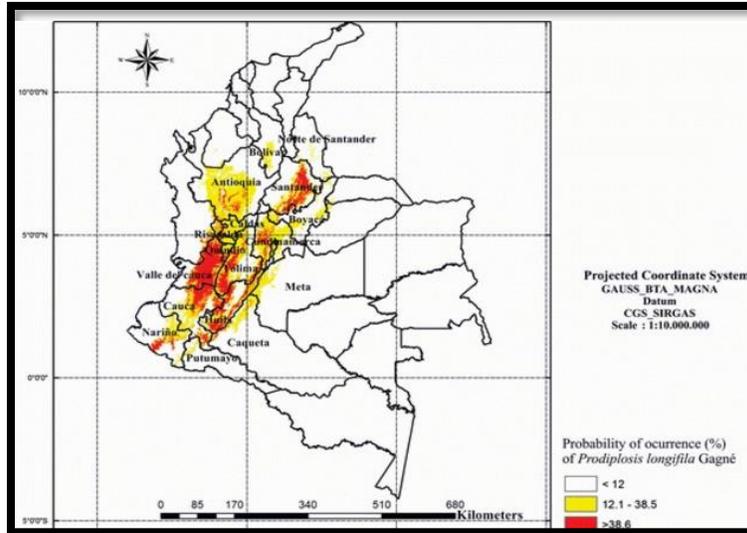


Figura 1. Mapa de la distribución de la *P. longifila* en Colombia.

Nota: Tomado de Hernández, Guzmán, Martínez-Arias, Manzano, & Selvaraj, 2015.

1.3. Ciclo de vida

Según Valarezo et al. (2003) en condiciones de laboratorio el ciclo de vida de la *P. longifila* es de 17,25 días, teniendo una duración de 1,35 días en estado adulto; el estado larval se divide en los instares I, II y III que duran 2,55, 2,70 y 2,80 días respectivamente, la fase de pre pupa 1.5 días y el estado pupal 6,35 días en promedio.

1.4. Morfología

La *P. longifila* pasa por cinco estados; huevos los cuales dentro del cuerpo de la hembra tienen forma largada y en uno de sus extremos una pequeña punta, son de una longitud de 0,26 mm y de color casi transparente (Valarezo et al., 2003). Luego las larvas que son fusiformes, de cabeza poco definida cuyo cuerpo consta de 13 segmentos; atraviesan por tres estadios larvales (Fernández-Kohatsu., 2016) en el primero miden aproximadamente 0,51 mm, son casi transparentes, en el segundo miden 1,14 mm, son blanco transparente y en el tercero miden 1,77mm de color blanco hueso los primeros días, posteriormente, en las últimas horas antes de pupar, se trona amarillo anaranjado (Valarezo et al., 2003).

La prepupa dura aproximadamente un día y mide 1,31mm, es de coloración amarillo anaranjado, su cuerpo se ensancha y disminuye en longitud (Vélez Salazar, 1998). La pupa llega a medir 0,9 mm se encuentra en el suelo envuelta en un aparente terrón o adherida en las ramas o tallos de las plantas dentro de un cocón blanquecino y el adulto es de cabeza negra, ojos grandes, cuerpo delgado delicado, alas con venación reducida cubierta de diminutas sedas oscuras presenta dimorfismo sexual, la hembra se caracteriza por ser más grande, para presentar el ovopositor largo retráctil, mientras en el macho se observa el aparato reproductor curvado hacia arriba (Valarezo et al., 2003).

1.5. Hábitos

Prodiplosis longifila es de hábito nocturno. Según Valarezo et al. (2003) define a este insecto como de hábito crepuscular el cual se dispersa principalmente por el viento. Los cuales son insectos rápidos y constantes en las primeras horas de la mañana o al atardecer, en el día poseen vuelo limitado y se desplazan hacia la parte inferior de las plantas, ubicándose en las hojas cercanas al suelo, sobre el sustrato, que lo usa de protección contra la incidencia del sol, son lucífugos, y los atraen los colores oscuros.

Al finalizar el periodo de incubación, se puede observar en el interior del huevo ligeros movimientos que van desde la parte posterior a la anterior, finalmente la larva emerge del huevo a través de la línea ecidial media de éste, desplazándose al exterior con movimientos sumamente lentos (Ayqui & Sánchez, 1994).

Las larvas de primer instar se dirigen a la nervadura central, las 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. (Cardona et al., 2010).

La pupa se protege en un delicado cocón que construye con partículas de suelo, cuando está próximo a la emergencia, la región cefálica y torácica se vuelve oscura al completar esta fase se rompe la membrana o cobertura mediante contracciones del cuerpo, emergiendo paulatinamente el adulto, requiriendo aproximadamente dos horas para esto (Delgado, 1998).

1.6. Hospederos

Prodioplosis longifila, tiene muchos hospederos en tomate, papa, soya, frijol, melón, pepino, algodón, pimiento, higuera (Fernández-Kohatsu., 2016) pero según estudios realizados es una plaga que tiene importancia económica solo en tomate (Valarezo et al., 2003)

Tabla 1. Cultivos hospederos de *P. longifila* reportados en Ecuador en el año 2002.

Nombre científico	Nombre común	Familia
CULTIVOS		
<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Solanaceae
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Solanaceae
<i>Glycinex max</i>	Soya	Fabaceae
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Fabaceae
<i>Cucumis melo</i>	Melón	Curcubitaceae
<i>Cucumis sativum</i>	Pepino	Curcubitaceae
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Malvaceae
<i>Capsicum annum</i>	Pimentón	Solanaceae
<i>Ricinus communis</i>	Higuera	Euphorbiaceae
MALEZAS		
<i>Physalis angulata</i>	Popoja	Solanaceae
<i>Lycopersicon</i> sp.	Tomatillo	Solanaceae
<i>Phaseolus</i> sp.	Bejuco pensamiento	Fabaceae
<i>Desmodium</i> sp.	Pega-pegá	Fabaceae
<i>Acalypha virginica</i>	Ortiga mansa	Euphorbiaceae

Nota: Tomado de Valarezo, Canarte, Navarrete, & Arias, 2003

1.7. Daños

Según Vélez Salazar (1998) explica que el periodo larval es el único que causa daño a la planta de tomate produciendo una laceración en los tejidos epidérmicos y sub-epidérmicos luego

estas heridas se ennegrecen. Las hojas aparecen con manchas oscuras y tiende a deformarse (Rendón-Torres, 2015) debido a esto, los tejidos se vuelven marrones sólo después de que las larvas caen al suelo. Los síntomas producidos por *P. longifila* en las flores son muy similares a los causados por *Botrytis cinerea* Pers. Ex p. el fruto se necrotiza alrededor del pecíolo, formando un lugar conocido como "caregato" o costras, y la fruta pierde su valor comercial (Fig. 2) (Hernández et al. 2015).

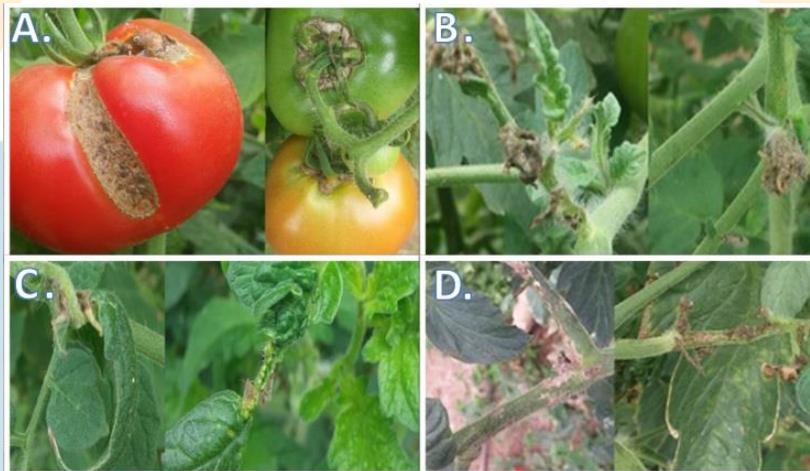


Figura 2. Daño causado por la *P. longifila* en A) frutos, B) Flores, C) hojas y D) tallo.
Fuente: las autoras.

1.8. Marco Legal

La entidad encargada del marco legal en el tema agropecuario es el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Por lo tanto, este proyecto tiene relación con:

- MINISTERIO DE SALUD DECRETO 775 DEL 16 DE ABRIL DE 1990: Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
- LEY 822 DE 2003 (julio 10) por la cual se dictan normas relacionadas con los agroquímicos genéricos. El Congreso de Colombia

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
DECRETO
NUMERO 4742 DE 2005 30 DIC 2005 "Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas"
- NORMAS DEL ICA EN MATERIA DE INSUMOS AGRICOLAS RESOLUCIÓN No. 3079 (19 oct. 1995) Por la cual se dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines; plaguicidas químicos, reguladores fisiológicos, coadyuvantes de uso agrícola y productos afines.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar la severidad del daño causado por *Prodiplosis longifila* Gagné en diferentes tratamientos de control en un cultivo de *Solanum lycopersicum* en el municipio de Gigante, Huila.

2.2. Específicos

- Estimar el daño causado por *P. longifila*, en el cultivo de *S. lycopersicum* en el municipio de Gigante, Huila.
- Seleccionar el tratamiento más efectivo para controlar la afectación de *P. longifila* en el cultivo de *S. lycopersicum* en el municipio de Gigante, Huila.

3. METODOLOGIA

3.1. Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en la vereda la Vega del municipio de Gigante en el departamento del Huila (Latitud 2°16'4.16" N; Longitud 75°30'16.04" O), ubicada a 1470 msnm, con una temperatura promedio de 20°C, una precipitación media anual de 2200 mm y humedad relativa del 80% (Fig. 3). Según el IGAC, se caracteriza por tener suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, ácidos a ligeramente ácidos, de fertilidad baja a moderada, se ubica en la Categoría IV: tierras ligeramente inclinadas a moderadamente quebradas, localizadas en clima medio y húmedo en todos los paisajes. En esta zona las tierras se usan principalmente para explotaciones agrícolas (café, frutales, entre otros).

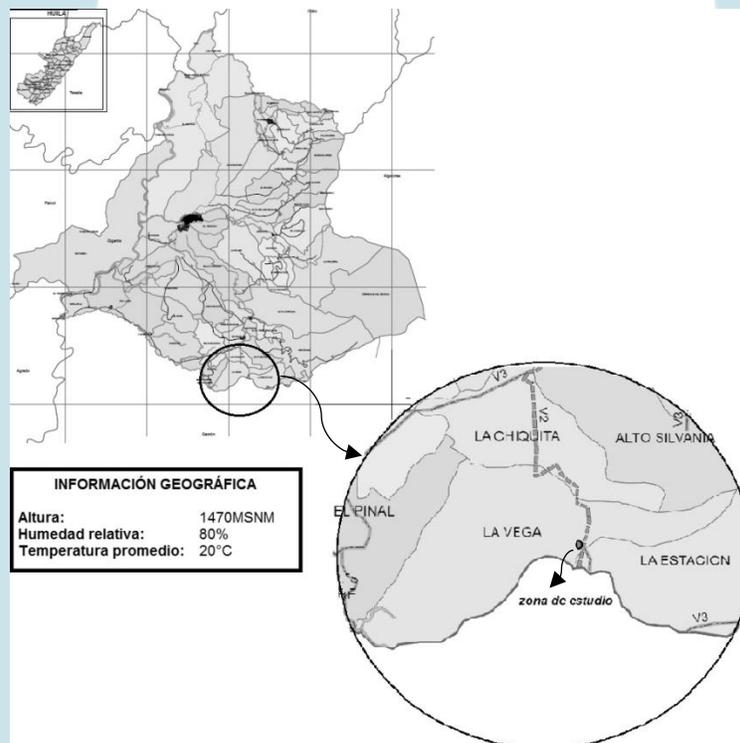


Figura 3. Localización de la vereda La Vega en el municipio de Gigante, Huila.

3.2. Diseño Experimental

Para la evaluación de las variables se realizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 3 tratamientos x 4 repeticiones + 1 testigo, con igual número de repeticiones, lo cual arroja el siguiente modelo estadístico (Ec. 1):

$$\text{Ecuación 1. } Y_{ij} = \mu + T_{pi} + Er_{ij}$$

Donde,

Y_{ij} = variable de daño causado por *P. longifila* del i-ésimo tratamiento + testigo

μ = media general

T_{pi} = efecto de los tratamientos

Er = error experimental

La descripción de los tratamientos más el testigo que se evaluaron en este trabajo fue: **Testigo**) No se realizaron aplicaciones de ningún tipo contra el insecto; **Tratamiento 1)** Aplicación con un insecticida de origen vegetal, cada 7 días, durante 4 meses; **Tratamiento 2)** Aplicación de 4 insecticidas de síntesis química y un insecticida de origen vegetal cada 7 días, durante un periodo de 4 meses; **Tratamiento 3)** Aplicación de 4 insecticidas de síntesis química cada 7 días (Tabla 2). Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en los diferentes estados fenológicos de las plantas de tomate, en la etapa vegetativa se efectuaron 5 aplicaciones, en la floración se contaron con 6 aplicaciones y en la etapa de fructificación se realizaron 8 aplicaciones respectivamente.

Tabla 2. Descripción de productos de síntesis química y de origen vegetal que fueron usados para controlar el daño causado por *P. longifila* en el cultivo de tomate, en el municipio de Gigante, Huila.

Trat.	Insecticida	Dosis x 20L	Ingrediente activo	Concentración	Categoría toxicológica
T1	Capsialil®	40cc	Extractos de ajo	542g/L	III medianamente tóxico
			Extracto de ají	434g/L	
T2	Trigard®	6gr	Ciromazina	750g/kg	IV ligeramente tóxico
	Referi®	20cc	Fipronil	200g/L	III medianamente tóxico
			Tiametoxam	141g/L	
	Engeo®	20cc	Lambda-cihalotrina	106g/L	II moderadamente peligroso
	Coragen®	10cc	Chlorantraniliprole	184g/L	III. Ligeramente Peligroso.
	Capsialil®	40cc	Extractos de ajo	542g/L	III medianamente tóxico
Extracto de ají			434g/L		
T3	Trigard®	6gr	Ciromazina	750g/kg	IV ligeramente tóxico
	Referi®	20cc	Fipronil	200g/L	III medianamente tóxico
	Engeo®	20cc	Tiametoxam	141g/L	II moderadamente peligroso
			Lambda-cihalotrina	106g/L	
Coragen®	10cc	Chlorantraniliprole	184g/L	III. Ligeramente Peligroso.	

Variables a evaluar. Durante el ciclo de cultivo se realizaron evaluaciones a cada una de los tratamientos en el cual se evaluó: 1) número de larvas vivas: se sumó el número de larvas vivas por cada parcela y se calculó el promedio con las 4 repeticiones.; 2) presencia/ausencia del daño o insecto: los indicadores fueron la necrosis en el borde de las hojas (Fig. 2C) y/o la presencia del estado larval del insecto. Los datos recolectados en las tablas de campo fueron valorados de acuerdo a la ausencia o presencia; por tanto, se tomó como 1 el valor de presencia y 0 el valor de ausencia, de manera que pudiera generarse un indicador numérico que permitiera el análisis cuantitativo de la información; 3) número total de frutos sanos y afectados por *P. longifila*: el indicador fue la presencia de costras o cicatrices en los frutos (Fig. 2A). Las

variables 1 y 3 fueron evaluadas de acuerdo al manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia de la ANDI (2015), mientras que la variable 2 fue tomada del método de evaluación de (Chaves Vergara 2002) en su estudio de la dinámica poblacional de la *P. longifila*, el cual también utilizó la variable de larvas vivas.

Frecuencia de las evaluaciones. La primera evaluación se realizó un día antes de la primera aplicación, luego se hizo una evaluación a las 72 horas después de cada aplicación y la última evaluación se realizó 3 días después de la última aplicación.

3.3. Análisis y recolección de los datos

El análisis se realizó con el programa estadístico Infostat versión 2017, con el cual se realizó un análisis univariado ANOVA, SC tipo III con el método de comparación LSD (Least Significant Difference) Fisher, en lista descendente y a un nivel de significancia de $p < 0.05$, en donde para cada uno de los datos analizados se estructuró un nivel de confianza estándar del 95% (Di Rienzo *et al*, 2017).

Se realizaron 20 evaluaciones, es decir durante 20 semanas hasta el 30 de mayo, para determinar el número de larvas vivas en las parcelas de los tratamientos 1, 2 y 3; y en el testigo se realizaron 17 evaluaciones hasta el 10 de mayo, debido a que las plantas no presentaban frutos y estaban totalmente afectadas por la plaga.

La semilla que se utilizó fue híbrido conquistador (Semprecol) adquirida en el almacén AGROSOYA, Pitalito, en invernadero tipo capilla de dos naves, en madera con plástico calibre 6, en un área de 320 m², las parcelas fueron de 20 m² con una densidad de siembra de 2,6 plantas/m². Distancias de siembra: a doble surco o doble hilera a una distancia de 0,4 x 0,5 mts entre plantas y 1,5 mts entre calles. El sistema de riego utilizado fue por goteo con cintas.

Para el control de enfermedades, en el suelo se realizaron aplicaciones preventivas para *Fusarium* sp., *Erwinia* sp. y Nemátodos. En las hojas se realizaron controles preventivos para gota (*Phytophthora infestans*) y aplicaciones a la aparición de los síntomas para demás enfermedades. La fertilización se realizó por el riego, y se empezó a los 8 días del trasplante.

El equipo que se utilizó fue Bomba de espalda marca Royal Cóndor de 20lt, presión de 40 psi, boquilla cono hueco Albuz lila HC 0075, el agua fue tomada del distrito de riego (Asopiñal), con pH 5,5 y con un volumen final de la mezcla es de 400 l/has, las aplicaciones se realizaron de abajo hacia arriba, detenidamente con la intención de garantizar el cubrimiento y la llegada del producto al insecto. Se dirigió principalmente a los cogollos ya que es el lugar de mayor presencia de las larvas de *P. longifila*, el mismo día, con el mismo equipo y la misma persona para eliminar error estadístico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis variable de larvas vivas

Como se muestra en la figura 4 el crecimiento más elevado en la curva de comportamiento fue para el testigo y el más bajo fue para los tratamientos con productos de síntesis química; en la figura 6 se observa como el crecimiento del promedio de larvas vivas es similar entre el testigo y el tratamiento 1 hasta la semana número 11 de ahí en adelante el testigo crece de forma más elevada aunque con un comportamiento similar.

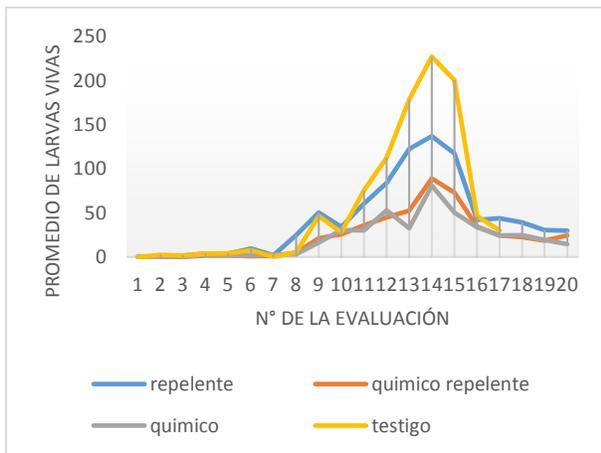


Figura 4. Comportamiento de la población de *P. longifila* en los tratamientos y testigo en cada una de las etapas fenológicas.

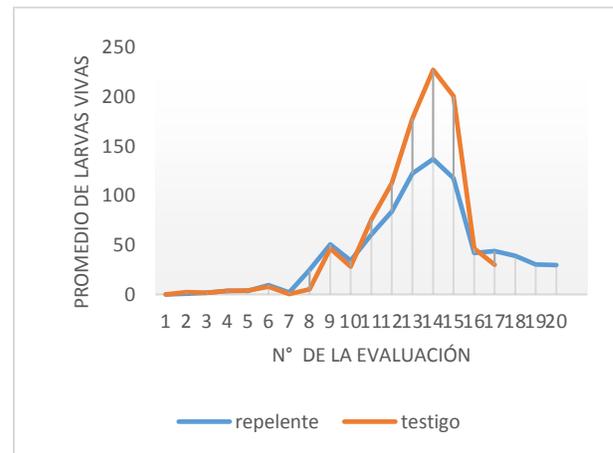


Figura 6. Comportamiento de la población de *P. longifila* en el tratamiento 1 vs. testigo.

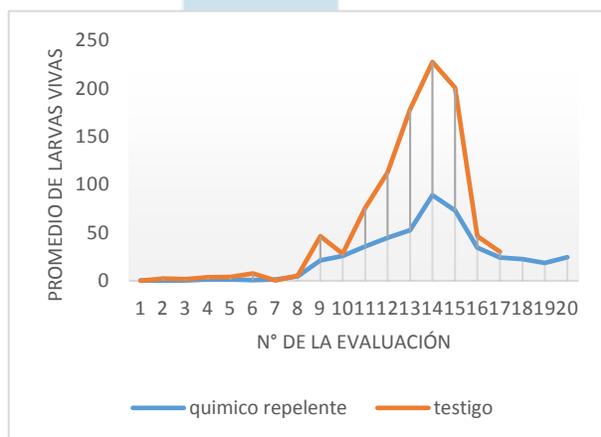


Figura 5. Comportamiento de la población de *P. longifila* en el tratamiento 2 vs. testigo.

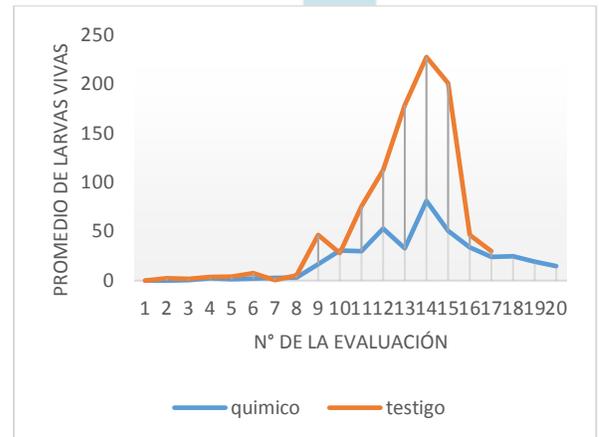


Figura 7. Comportamiento de la población de *P. longifila* en el tratamiento 3 vs. testigo.

En las figuras 5 y 7, se observa como los tratamientos en los que se utiliza insecticidas de origen químico a partir de la semana 10 tienen un crecimiento discreto en comparación del testigo. Las poblaciones de larvas vivas de *P. longifila* fueron menores en los tratamientos químicos al igual que en Lodana y Estancia Vieja (Ecuador) como lo reporta Valarezo et al. (2003), donde determinaron que las poblaciones fueron menores debido al control químico realizado por los agricultores de la zona.

De acuerdo a lo reportado por Diaz-Silva (2011), el comportamiento en crecimiento de la población fue muy complejo y debido a las características estáticas de esta evaluación, los valores se representan de manera lineal sobre cada uno de los tratamientos. Sin embargo, los resultados arrojaron comportamientos similares a los esperados frente al Testigo, teniendo en cuenta que la no aplicación de productos genera una mayor susceptibilidad para que el tomate sea identificado como hospedero de este insecto plaga.

4.2 Análisis Ausencia/Presencia de *P. longifila*

Como se muestra en la Tabla 6, el análisis estadístico arrojó un coeficiente de variación del 59,06%, con 3 grados de libertad para el modelo, un F calculado de 1,01 y valor P de 0,3898, es decir mayor a 0,05, por tanto no se encuentra el nivel de confianza necesario para garantizar las diferencias significativas entre las medias analizadas.

Como se puede evidenciar en otros estudios como Cardona et al. (2016), se estableció un lote de 1000 m² con bloques de 500 m² por cada tratamiento, y de igual manera se realizaron las observaciones sobre el nivel de daño del insecto sobre el cultivo; siendo similar al diseño experimental planteado para este estudio.

Tabla 3. Análisis de varianza tabla (Parcial SS) para la variable de ausencia/presencia.

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV	
Ausencia/Presencia	300	0,01	7,4E-05	59,06	
S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	4945,73	3	1648,58	1,01	0,3898
TRATA	4945,73	3	1648,58	1,01	0,3898
Error	484429,27	296	1636,59		
Total	489375,00	299			

Aunque se observan diferencias en el comportamiento de la variable para cada uno de los tratamientos, y en comparación con el Testigo, la separación de medias por LSD Fisher ($p < 0,05$) indica que no existen diferencias significativas, entre los tratamientos y el control (Figura 8), lo cual indica que independientemente del tratamiento que se aplique o inclusive sin la aplicación de alguno de ellos, el avance en el daño evidenciado mediante la variable Ausencia/Presencia de *P. longifila*, continúa su escala de evolución por encima del tipo de control que puedan ejercer los productos utilizados en este estudio.

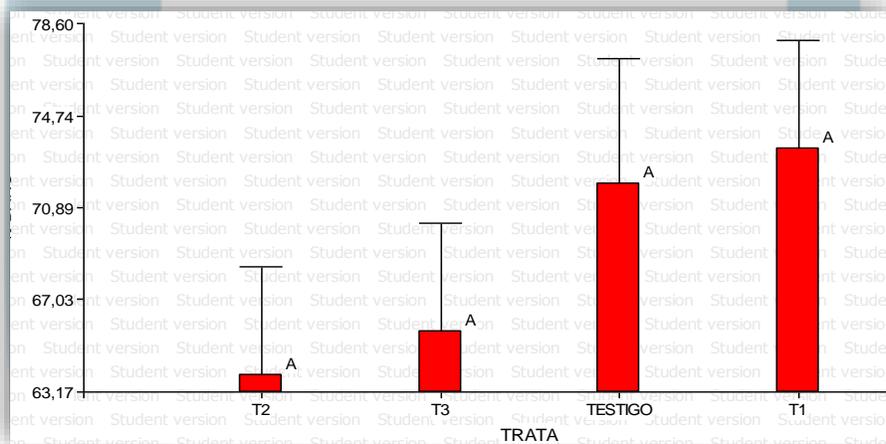


Figura 8. Porcentaje de ausencia/presencia de *P. longifila* en los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo de tomate, en el municipio de Gigante, Huila.

Estos resultados coinciden con los reportados por Cardona et al. (2016), en donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con productos de síntesis química y otros de origen natural, medidos en nivel de infestación dentro de los cultivos en un arreglo espacial similar al planteado en este estudio.

4.3. Análisis de la variable de frutos sanos y afectados

Tal como se muestra en la tabla 4, el Tratamiento 1 (repelente) y el testigo no presentan diferencias significativas entre sí, por tanto fueron separados con valor de la misma letra “A”; de igual forma los tratamientos 2 (químico + repelente) y tratamiento 3 (químico) no presentaron diferencias significativas entre sí, por tanto fueron separados en otro conjunto con valor de letra “B”. El análisis estadístico arrojó un coeficiente de variación del 85,053%, con 3 grados de libertad para el modelo, un F calculado de 12,95 y valor P de 0,0001.

Tabla 4 Análisis de la Varianza (SC tipo III) variable de frutos sanos y afectados

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
FS	150	0,21	0,19	85,53	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	55166,83	3	18388,94	12,95	<0,0001
TRATA	55166,83	3	18388,94	12,95	<0,0001
Error	207266,74	146	1419,64		
Total	262433,57	149			
TRATAM	Medias	n	E.E.		
T1	18,45	40	5,96	A	
TESTIGO	32,37	30	6,88	A	
T2	57,33	40	5,96		B
T3	65,15	40	5,96		B

El mayor número de frutos afectados por esta plaga se observa en el testigo al igual que lo reportado por Rendón (2015), siendo estadísticamente diferente a los tratamientos químicos, así como la utilización de estos permitió obtener un mayor número de frutos sanos. El daño que causa *P. longifila* es tan severo que al no tratarse y al no bajar al mínimo los niveles de su

población causa detenimiento del crecimiento de la planta tal como lo expresa Sarmiento (1997) ya que dañan los tejidos epidérmicos de los brotes nuevos de la planta y flores, produciendo el daño parcial y/o total de las mismas. En este caso también fue evidente el daño evaluado en los frutos, al encontrar que inclusive en un menor número de semanas de toma de datos, dado el avanzado estado de deterioro de la planta para el Tratamiento 1 y el Testigo, se encontró una mayor incidencia de daño que en los Tratamientos 2 y 3, durante las etapas tempranas de fructificación, pues como lo menciona Diaz-Silva (2011), las larvas se alojan en los sépalos y pueden esperar la formación de fruto para su consumo.



CONCLUSIONES

- No existe diferencia significativa en la severidad del daño causado por *P. longifila* cuando se analizan las variables de crecimiento de la población y presencia/ausencia, en función de los tratamientos de control y el Testigo, puesto que una vez analizados los datos por técnica estadística univariada se encontraron valores de media sin separación con nivel de confianza del 95%, por cuanto se acepta la hipótesis nula del estudio.
- Existe diferencia significativa en la severidad del daño causado por *P. longifila* cuando se analiza la variable frutos sanos/afectados, en función de los Tratamientos 2 y 3, que contienen ingredientes de síntesis química, y el Tratamiento 1 y Testigo, los cuales contienen otro tipo de ingredientes o no contienen ninguno; puesto que una vez analizados los datos por técnica estadística univariada se encontraron valores de media separados con un valor de $p < 0,05$, y por tanto se rechaza la hipótesis nula.
- Los tratamientos más efectivos son el tratamiento 3 (químico) y el tratamiento 2 (químico-repelente) los cuales presenta menor severidad de daño, así mismo se obtiene una mayor cantidad de frutos sanos y longevidad de la planta durante la etapa productiva.

RECOMENDACIONES

- Para una futura evaluación se recomienda la separación de tratamientos por invernaderos, de manera que se disminuya la contaminación cruzada tanto de los tratamientos entre sí, como con el testigo, y asimismo se regule el comportamiento de dispersión de la población de *P. longifila* sobre el área de estudio, lo cual pudo haber inducido un factor de error en el mismo.
- Se recomienda utilizar más tratamientos de control, en donde se incluyan también distintas rotaciones de ingredientes activos en aquellos de síntesis química y se involucren también tratamientos con controladores naturales, así como prácticas culturales que fueron encontradas como válidas dentro de la búsqueda de información de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Hernández, J. C. (2012). *Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L.) injertadas*. Palmira: Acta Agron. vol.(61) no.2. pp. 117-125. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000200004
- ANDI. (2015). *manual para la elaboración de protocolos para ensayos de pqua*. Bogota D.C. Recuperado de <http://www.andi.com.co/es/PC/SobProANDI/Documents/Ensayo/Manual%20protocolos%20ensayos%20eficacia%20PQUA.pdf>
- Ayqui, S. y Sánchez, G. (1994) Biología y comportamiento de *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en el cultivo de papa. Perú. P. 5 -16.
- Bolaños Fernandez, H. (15 de Abril de 2016). Entrevista personal productor de tomate. (A. Bolaños Trujillo, Entrevistador)
- Cardona Suarez, C. M., Cristóbal Yepes, F., & Cotes Torres, J. M. (2010). EVALUACIÓN DE LA ROTACIÓN DE PLAGUICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS SOBRE *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) EN TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*). Revista Facultad de Ciencias Basicas, 6(1)
- Chavés Vergara, J. A. (2002). Estudio de la dinamica poblacional de *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en el cultivo de tomate en al localidad de Lodana Manabi. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=vNoZAgAAQBAJ&pg=PA1991&lpg=PA1991&>

[dq=prodiplosis+longifila+entrada+a+Colombia&source=bl&ots=fHrZ3D_A8t&sig=-](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf)

[DZpA-](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf)

[8e3bUAsvRX5TpbwaZ7my8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjRtJCwybXMAhVlrB4KH](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf)

[XI8AEQQ6AEIWDAN#v=onepage&q=prodiplosis%20](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf)

DANE. (14 de 02 de 2014). *Boletín Semanal PRECIOS MAYORISTAS*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf

DANE. (2016). *ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA ENA 2015*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin_ena_2015.pdf

Delgado, A. (1998). Biología y evaluación de métodos de manejo de prodiplosis longifila Gagnè (Diptera: Cecidomyiidae) en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* del valle del cauca. (Tesis de ing. Agrónomo). Fac. de ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. palmira, Colombia

Diaz-Silva, F. F. Aspectos agroecológicos para el Manejo Integrado de *Prodiplosis longifila* Gagnè en la irrigación Chavimochic. Trujillo, Peru: Escuela de Ciências Biológica – Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2011. 94p.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. InfoStat Group, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Fernández-Kohatsu., E. (2016). *Comparativo de insecticidas para el control de Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera : Cecidomyiidae) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

Var. Canchán. Lima-Perú. Recuperado de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2632/H10-F4737-T.pdf?sequence=1>

Hernandez, L. M., Guzman, Y. C., Martínez-Arias, A., Manzano, M. R., & Selvaraj, J. J. (2015).

The bud midge *Prodiplosis longifila*: Damage characteristics, potential distribution and presence on a new crop host in Colombia. SpringerPlus, 4(1), 205

Lozano, J. (09 de Octubre de 2016) Entrevista personal Ingeniero Agrónomo. (M. Muriel Rodríguez, Entrevistador)

Mena Pérez, Y. M. (2012). Evaluación de la resistencia a *Prodiplosis longifila* Gagné (diptera: cecidomyiidae) en materiales segregantes de tomate cultivado y accesiones silvestres de *Solanum habrochaites* Knapp y Spooner var. glabratum. (tesis de posgrado).

Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/9165/1/yurimercedesmenaperez.2012_-_Ok.pdf

Mena Pérez, Y. M., Mesa, N. C., Estrada, E. I., & García Valencia, Y. (2012). Evaluación de la resistencia a *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en genotipos de tomate cultivados y silvestres. Acta Agronómica, vol. (63), núm. 2, 2014, pp. 1-13.

Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/31107/1/30210-201851-1-PB.pdf>

OIT. (2000). *Seguridad y salud en la agricultura*. GINEBRA: SafeWork,. Recuperado de

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_117460.pdf

Rendón-Torres, L. Y. (2015). *Control químico de Prodiplosis longifila en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum mill.)*. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil.

Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7390>Rivera, A. (12 de Mayo de 2016). Entrevista personal Productor de Tomate. (A. Bolaños Trujillo, Entrevistador)

Rincón, C. (09 de Octubre de 2016) Entrevista personal Asistente Técnico. (M. Muriel Rodríguez, Entrevistador)

Sanmiguel, D. (2016). *PLAN DE DESARROLLO GIGANTE AMABLE CONSTRUYENDO PAZ, REQUISITO DE LEY O PROYECTO DE DESARROLLO PARA GIGANTE HUILA*

Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de

<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/14849/1/Diego%20Mauricio%20Sanmiguel%20PascuasArticulo2016.pdf>

Sarmiento, Jorge. (1997). Manejo de *Prodiplosis longifila* Gagné. Perú. Pág.1-4.

Valarezo , O., Canarte, E., Navarrete, B., & Arias, M. (2003). *Prodiplosis Longifila*. Recuperado de

https://books.google.com.co/books?id=94EzAQAAMAAJ&pg=PA17&lpg=PA17&dq=morfologia+de+prodiplosis+longifila&source=bl&ots=rDo8Hd9aos&sig=_tMhpPOyV9QNOB47mc5a9sICwp8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwifjLTz3ofOAhXKXR4KHZiXBTw4ChDoAQgZMAA#v=onepage&q&f=false

Vélez Salazar, B. P. (1998). *Biología, comportamientos y hospederos de Prodiplosis longifila (Diptera: cecidomyiidae) en el cultivo de tomate*. (tesis de pregrado). Recuperado de

[https://books.google.com.co/books?id=V38zAQAAMAAJ&pg=PR2&lpg=PR2&dq=pro
diplosis+longifila&source=bl&ots=YcJwK-
wVlu&sig=yDBkZeq9EYKVCLxfh9VyyvgyF8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjvgP_Y
wrbMAhXIbR4KHbiYBYk4ChDoAQhXMAk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=V38zAQAAMAAJ&pg=PR2&lpg=PR2&dq=pro
diplosis+longifila&source=bl&ots=YcJwK-
wVlu&sig=yDBkZeq9EYKVCLxfh9VyyvgyF8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjvgP_Y
wrbMAhXIbR4KHbiYBYk4ChDoAQhXMAk#v=onepage&q&f=false)

