

PARÁMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Trialeurodes vaporariorum* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN LOS CULTIVOS DE PAPA Y TOMATE¹

**Gladys I. González-Dufau²; Julio Santamaría-Guerra³; Kathia Castrejon⁴;
Isabel Herrera⁵; Arnulfo Monzón⁶**

RESUMEN

La mosca blanca de los invernaderos - *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) es una plaga de importancia para la agricultura de tierras altas de la provincia de Chiriquí. La determinación si hay o no diferencias en la calidad de la planta hospedera de cultivos para la mosca blanca de los invernaderos (*T. vaporariorum*), se ha realizado mediante experimentos en selección de la planta hospedera, duración de la vida, fecundidad, frecuencia de oviposición, tasa de desarrollo y mortalidad. Con el objetivo de determinar parámetros demográficos de la mosca blanca de los invernaderos (*T. vaporariorum*) en Cerro Punta, provincia de Chiriquí, en los cultivos de papa (cv. Puren) y tomate (cv. Tropic), cultivadas con fotoperiodo de 12L: 12O horas y temperatura promedio de $20,8 \pm 0,7^{\circ} \text{C}$ y humedad relativa promedio de $70,93 \pm 2,69\%$. Se obtuvieron los principales parámetros del potencial biótico de *T. vaporariorum*, se determinó que la planta de tomate (cv. Trópico) fue mejor hospedera con la mayor tasa intrínseca de desarrollo y la menor mortalidad de *T. vaporariorum*, comparada con la planta de papa (cv. Puren).

PALABRAS CLAVES: Tasa intrínseca de desarrollo, Tasa generacional, mosca blanca de los invernaderos.

¹ Recepción: 25 de mayo de 2018. Aceptación: 13 de junio de 2018.

² M.Sc. en Entomología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Chiriquí. e-mail: gladys.gonzález@idiap.gob.pa

³ Ph.D. en Innovación Institucional. IDIAP. CIA-Chiriquí.

⁴ Bach. en Ciencias. IDIAP. CIA-Chiriquí.

⁵ Ph.D. Fitopatología. Universidad Nacional Agraria.

⁶ Ph.D. Entomología. Universidad Nacional Agraria.

DEMOGRAPHIC PARAMETERS OF *Trialeurodes vaporariorum* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) ON POTATO AND TOMATO CROPS

ABSTRACT

The greenhouse whitefly - *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) is a pest of importance for highland agriculture in the Chiriqui province. The determination of whether there are differences in the quality of the host plant of crops for the greenhouse whitefly (*T. vaporariorum*), has been carried out through experiments in host plant selection, life span, fecundity, frequency of oviposition, rate of development and mortality. With the objective of determining demographic parameters of the greenhouse whitefly (*T. vaporariorum*) under the local conditions of Cerro Punta, Chiriquí province, in the crops of potatoes (cultivar Puren) And tomato (cultivar Tropic), cultivated with photoperiod of 12L:12O hours, average temperature of $20,8 \pm 0,74^{\circ} \text{C}$ and average relative humidity of $70,93 \pm 2,69\%$. The main parameters of the biotic potential of *T. vaporariorum* were obtained, it was determined that the tomato plant was the best host with the highest intrinsic rate of development and the lowest mortality of *T. vaporariorum*, compared with the potato plant.

KEY WORDS: Intrinsic rate of development, Generational rate, greenhouse whitefly.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Chiriquí, considerada el granero de la República de Panamá, concentra la mayor parte de la producción agropecuaria del país, con una estructura de la tenencia de la tierra en la cual el 82% de los productores poseen menos de 10 hectáreas y ocupan tan solo el 11,58% del total de la superficie cultivada. Aunque sus productores representan el 14% del total de productores agropecuarios del país, el 59,39% poseen menos de 10 hectáreas y dependen por completo de las actividades agropecuarias para su

sustento, lo cual los ubica en la categoría de pequeños agricultores familiares (INEC 2010).

De las principales hortalizas que se producen en el país, según datos del ciclo agrícola 2016-2017, reportados por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA 2017), el 88,11% se producen en la provincia de Chiriquí y de este el 98,26% en sistemas de producción hortícolas de tierras altas (≥ 900 msnm).

La actividad hortícola tiene gran importancia en la producción de

alimentos y en la actividad comercial y socioeconómica local, siendo además una fuente importante de generación de empleos.

La producción hortícola es además un importante polo de innovación tecnológica, como lo es la expansión de los cultivos protegidos, los cuales se han incrementado en más de 628% en los últimos 13 años, pasando de 17,5 ha en el 2000/2001 a 110 ha en el 2013/2014, principalmente en los cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y pimentón (*Capsicum annuum*) (MIDA 2017). Esta dinámica de crecimiento se debe a las ventajas que ofrece la protección de cultivos, ya que permite aumentar el rendimiento, proteger de las plagas y cumplir con la demanda de productos frescos durante todo el año, tanto para el mercado nacional como internacional.

Por otra parte, se registra una pérdida de competitividad de la producción hortícola y de disminución de la superficie sembrada, debido al alto costo de producción, degradación de suelos y aguas, variabilidad climática, falta de financiamiento, proliferación de plagas y enfermedades y políticas públicas que privilegian las importaciones, especialmente de los cultivos de papa y cebolla (Santamaría-

Guerra y González 2017). La producción nacional de estos dos rubros abastece el 50,9% y 47,6%, respectivamente del consumo nacional (INEC 2015), sin embargo, los productores se ven afectados en la comercialización de su producción debido a que las importaciones generalmente coinciden con la época de cosecha.

De manera general, los productores hortícolas han tenido que modificar sus prácticas de cultivo para atender las regulaciones sanitarias y las exigencias del mercado por productos inocuos a la salud humana y al ambiente. Así, los productores hortícolas sustituyen insumos sintéticos por bioinsumos, sin cambiar la dependencia externa y manteniendo prácticas de monocultivo en campos poco diversificados, siguiendo rotaciones influenciadas por la demanda del mercado y en un territorio estructurado con base en la intensificación productivista, lo que los mantiene en condición de vulnerabilidad (Santamaría-Guerra y González 2017).

Los daños por insectos plagas, son reportados por los productores como uno de los principales problemas que afectan la producción de hortalizas en las tierras altas de la región occidental del

pais (Santamaría-Guerra ⁷2017). En los sistemas de producción hortícola existe un complejo de insectos plaga entre las que están la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) (González 1997, González *et al.* 2018). Su manejo se torna difícil debido, entre otros aspectos, a su corto ciclo de vida, su potencial reproductivo, su elevado número de generaciones al año, su amplio rango de plantas hospederas (polifagia), su ubicación en el envés de la hoja que las protege de las aplicaciones de químicos insecticidas y a su gran capacidad para desarrollar resistencia a éstos (Prijić *et al.* 2014, McDaniel *et al.* 2016, Despoina *et al.* 2017).

Los daños directos de la mosca blanca consisten en la reducción de la fotosíntesis de la planta, la disminución de la calidad de la producción al favorecer la proliferación de fumagina (*Capnodium* spp.) sobre hojas y frutos producto de la excreción de mielecilla, que afectan las plantas y pueden provocar grandes pérdidas en el rendimiento. Por otra parte, se reportan daños indirectos debido a que transmiten diferentes virus que afectan los cultivos (Duffus 1965, Duffus *et al.*

1996, Van Dorst *et al.* 1983). En el cultivo de papa, Salazar *et al.* (2000) y Gabarra *et al.* (2018) reportan que el virus de la vena amarilla de la papa (PVYV; Género Crinivirus, Familia Closteroviridae) es transmitido por *T. vaporariorum*.

La tendencia hacia la búsqueda de alternativas de manejo de plagas, amigables con el ambiente, es marcadamente creciente, cobrando así, mayor relevancia la búsqueda de prácticas que contribuyan a la sostenibilidad de la producción de alimentos inocuos a los humanos y al ambiente. Una de las prácticas reportadas como exitosa es el uso de avispas parasitoides como *Encarsia* y *Eretmocerus* para el control de *T. vaporariorum* (Westwood) en diferentes cultivos (Woest y Van Lenteren 1976), sin embargo, los resultados varían debido a la influencia de la planta hospedera en la eficiencia del parasitoidismo y sobre los parámetros reproductivos y demográficos de la mosca blanca de los invernaderos (De Vis 2001).

Las plantas proporcionan refugio (hospedaje) y alimentos a los insectos fitófagos, al mismo tiempo que ofrecen

⁷ Santamaría-Guerra, J. 2017. Caracterización de sistemas de producción con hortalizas en las tierras altas de la Región Occidental de Panamá (entrevista). IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, CIA Chiriquí), Volcán, PA.

facilidades para su apareamiento y oviposición. Debido a esto, la selección y aceptación de una planta hospedera idónea, es vital para la supervivencia y reproducción de cualquier insecto herbívoro.

La interacción entre la planta hospedera y los insectos (nocivos o benéficos) está determinada por una parte, por las características de las plantas en cuanto a cantidad y calidad de nutrimentos que ofrece (néctares, polen, aminoácidos, azúcares entre otros), la presencia de compuestos volátiles, metabolitos secundarios y otros químicos de contacto que atraen a los insectos y las características de las estructuras foliares como textura, colores y defensas mecánicas (Buttler y Henneberry 1984, Singer 2000, Costa *et al.* 2009). Por otra parte, la presencia de estructuras especializadas (sensores/sénsulos) en las extremidades (tarsos y antenas), en los ojos y partes bucales de los insectos, le permiten percibir las características favorables de las plantas hospederas (Schoonhoven *et al.* 2005).

Décadas de investigación han revelado las interacciones en la relación entre los parasitoides y su hospedero, así como también con las plantas hospederas, e.g. la mayoría de los casos

el parasitoide *Encarsia formosa*, tiene mayor producción de progenie, una tasa intrínseca de desarrollo o crecimiento r_m mayor que la de *T. vaporariorum* y puede mantener reguladas las poblaciones de su hospedero (Van Roermund y Van Lenteren 1992, De Vis 2001).

Sin embargo, en algunos casos el control biológico no es exitoso debido entre otros factores a la planta hospedera. Cuando la calidad de la planta hospedera es excelente para *T. vaporariorum* su r_m incrementa considerablemente mientras que el r_m de *E. formosa* se mantiene constante. Temperaturas bajas en invernaderos puede también tener un efecto negativo en el control biológico reduciendo la r_m de *E. formosa*, y su actividad y motilidad (Van Lenteren *et al.* 1996).

La determinación si hay o no diferencias en la calidad de la planta hospedera de cultivos para la mosca blanca de los invernaderos (*T. vaporariorum*), se ha realizado mediante experimentos en selección de la planta hospedera, duración de la vida, fecundidad, frecuencia de oviposición, tasa de desarrollo y mortalidad de la mosca blanca (Huang 1988, Yano 1988, González 2005). En USA, Natwick y Zalom (1984), señalaron que a 10° C el

desarrollo es lento y a 32° C éste se lleva a cabo en pocos días; otros autores demostraron que el tiempo de desarrollo de huevo a adulto sobre hojas de algodón varió de 65,1 días a 14,9° C hasta 16,6 días a 30° C (Butler *et al.* 1984).

En Panamá, González (2005), reportó diferentes períodos para el ciclo de vida de este insecto de acuerdo a la planta hospedera en la cual se desarrolla, indicando que el desarrollo de huevo a adulto, las moscas blancas demoran entre 12 días en el cultivo de tomate y 14 días para el cultivo de pimentón.

En este trabajo se evaluó el comportamiento de la mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum* en tomate (cv. Tropic) y papa (cv. Puren). Se determinó el tiempo de desarrollo de *T. vaporariorum* en dichos materiales genéticos, la fecundidad y parámetros demográficos (r_m , R_o , *Tiempo generacional*) por cada uno de los materiales genéticos de tomate y papa en condiciones de laboratorio y bajo las condiciones locales de Cerro Punta, provincia de Chiriquí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación del potencial biótico (duración, tasa de supervivencia preimaginal, proporción de

sexos, longevidad, fecundidad y los parámetros demográficos) de *T. vaporariorum* en dos de sus plantas hospederas (papa y tomate), fue necesario disponer de un pie de cría del insecto y de plantas de papa y tomate como sustento para la cría. Las actividades se llevaron a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta (UTM 17P-X326698 Y948190, 1950 msnm). A continuación, se detallan los parámetros, variables evaluadas y las condiciones en que se realizaron los ensayos.

Insectos y plantas hospederas

Los individuos de *T. vaporariorum*, provenían de un pie de cría desarrollado sobre plantas de papa cultivar Puren y de tomate, cultivar Trópico. Estas se cultivaron individualmente en macetas plásticas en el invernadero de la Estación Experimental de Cerro Punta, con fotoperiodo de 12L:12O y temperatura promedio de 20,8 ± 0,74° C y humedad relativa promedio de 70,93 ± 2,69% que fueron registradas diariamente con un termohigrómetro (Sper Scientific 800017). Las plantas se les suministró suplementación nutricional de acuerdo a los análisis de fertilidad del Laboratorio de Suelos del IDIAP y se mantuvieron hasta

que alcanzaron un tamaño de 20 cm de alto, en el caso de las de papa y en el caso de las de tomate, hasta que alcanzaron de siete a ocho hojas funcionales (lo cual ocurrió a las siete semanas).

Duración del desarrollo preimaginal

La duración del desarrollo preimaginal se determinó seleccionando adultos de *T. vaporariorum*. Se escogieron veinte pares de hembras y machos y se colocaron en jaulas pinzas, de 2,4 cm de diámetro y 1,9 cm de profundidad, sobre el envés de las hojas. El sexo de las moscas blancas se determinó sin anestesarlas. Las jaulas se mantuvieron adheridas a la hoja por 24 horas, para garantizar la misma edad para todos los huevos, luego de este periodo la jaula fue removida y los adultos se retiraron con un aspirador manual. Se contó el número de huevos ovipositados, lo cual originó el seguimiento de un cohort de individuos. Debido al efecto de la edad de la hoja en los distintos parámetros biológicos los individuos fueron colocados sobre la tercera hoja expandida hojas del sector medio de la planta. Durante el desarrollo posterior, los conteos fueron realizados a intervalos de 48 horas con una lupa manual (20X) registrando el desarrollo preimaginal desde la eclosión

del huevo hasta la formación de los puparios (presencia de ojos rojos).

Longevidad y fecundidad de hembras adultas

El procedimiento utilizado para la cría de las ninfas y permitirles desarrollarse hasta el adulto fue similar al aplicado al estudio de duración del desarrollo preimaginal. Los puparios fueron trasladados a cápsulas de gelatina de 2,0 cm de largo x 0,8 cm de diámetro hasta la emergencia de los adultos. Los adultos recién emergidos de la cohorte poblacional fueron separados de acuerdo al sexo con la ayuda de un estereomicroscopio (Leica MZ 12,5). Se seleccionaron hembras adultas de aproximadamente dos horas de emergidas. Las mismas fueron colocadas individualmente en jaulas trampas en hojas de tomate y papa junto con un macho y se dispusieron en una cámara de crecimiento (Sanyo Enviromental Test Chamber) a 20° C 4000 lux, fotoperiodo 12L: 12O y 70% de humedad relativa. Cada dos días las parejas se trasladaban a una nueva hoja (de la parte media) de la planta y se mantenían dentro de la jaula trampa (antes de moverla a una nueva hoja, se verificaba que no tuviera huevos). El diámetro cubierto con la jaula pinza se demarcaron externamente y se separaron para realizar los conteos de

huevos ovipositados por hembra hasta su muerte para calcular la fecundidad y longevidad. Se registraba la mortalidad y si un macho moría antes que la hembra, se le reemplazaba por uno nuevo. La media y desviación estándar de la longevidad de las hembras fue calculada, asumiendo que un individuo murió el día anterior al que fue encontrado muerto en la jaula pinza.

Calculo de parámetros demográficos

El tiempo de desarrollo y la tasa de supervivencia de individuos inmaduros y la proporción de hembras se combinaron con datos experimentales de reproducción para crear tablas de vida ' l_x - m_x ' para calcular parámetros demográficos para *T. vaporariorum*. Para cada experimento, se calcularon los siguientes parámetros demográficos, definidos por Price (1975): la tasa reproductiva neta (R_0 , que representa el número de descendientes hembras que una hembra promedio deja en una generación), y el tiempo generacional (T , el cual es equivalente al período medio entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de la descendencia). La tasa intrínseca de crecimiento de la población (r_m) para *T. vaporariorum* bajo las condiciones ambientales también se calculó, usando la ecuación dada por Carey (1993):

$$\sum \exp(-r_m x) l_x m_x = 1$$

donde x es la edad

l_x es la supervivencia específica para la edad,

m_x es la proporción de descendientes hembras de una hembra a la edad x

Siguiendo a Carey (1993), la edad pivotal, que es $x + 0,5$, se usó para calcular valores de r_m .

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar donde se analizaron las características en estudio: duración de desarrollo, supervivencia preimaginal, longevidad y fecundidad de las hembras.

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para examinar el efecto de las especies de planta en la duración de desarrollo de los estadios preimaginales, tiempo total de desarrollo (huevo-adulto), supervivencia, fecundidad y longevidad de las hembras de *T. vaporariorum*. Cuando el resultado del ANOVA indicaba una diferencia significativa, las medias fueron comparadas con la prueba de Student Newman Keuls (SNK) ($\alpha = 0,05$).

Se compararon las diferencias entre los valores de longevidad y

fecundidad, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Los valores de la tasa de oviposición se compararon mediante ANOVA de un factor a un nivel de significación de $P < 0,001$. Para estos tres parámetros, si se detectaron diferencias de significancia, se hicieron comparaciones múltiples usando el método de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$). Las diferencias en el tiempo de desarrollo se probaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis, seguido de comparaciones múltiples (método de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración de las fases de desarrollo

El desarrollo de la fase de huevo tuvo en promedio 15,26 días en papa Puren y 9,87 días, en tomate Trópico. La

fase de ninfa tuvo una duración de 20,21 días en papa Puren, y 17,58 días en tomate Trópico; mientras que el desarrollo total de la fase de inmaduros tuvo en promedio 41,82 días en papa Puren y de 33,06 días en tomate cultivar Tropic (Cuadro 3). Se encontró un efecto de la planta hospedera sobre la duración de desarrollo preimaginal de *T. vaporariorum* ($P < 0,001$). El desarrollo lento sobre papa cultivar Puren es causada por un incremento en la duración del primero y segundo estado ninfal (Figura 1). Estos resultados concuerdan con Coudriet *et al.* (1985), De Vis (2001), Manzano y Lenteren (2009) quienes indicaron que el tiempo de desarrollo de *T. vaporariorum* es influenciado por el cultivo hospedero.

CUADRO 1. DESARROLLO PREIMAGINAL DE LA MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* EN DOS ESPECIES DE PLANTA HOSPEDERA.

Planta hospedera	Tiempo de desarrollo imaginal (días)	
	(Media $\pm$ EE)	
	Papa	Tomate
Huevo	15,26 $\pm$ 0,08 a	9,87 $\pm$ 0,50 b
1 ^{er} estadio	6,02 $\pm$ 0,07 a	5,89 $\pm$ 0,49 a
2 ^{do} estadio	4,39 $\pm$ 0,08 a	3,45 $\pm$ 0,87 b
3 ^{er} estadio	4,45 $\pm$ 0,09 a	4,77 $\pm$ 1,05 b
4 ^{to} estadio	5,34 $\pm$ 0,13 a	3,46 $\pm$ 0,28 b
Pupa	6,52 $\pm$ 0,33 a	5,66 $\pm$ 0,30 b
Huevo-adulto	41,82 $\pm$ 0,52 a	33,06 $\pm$ 0,43 b

Medias con letras iguales en la misma fila, no son significativamente diferentes ($P < 0,001$), Student Newman Keuls (SNK) ($\alpha = 0,05$).

El resultado de este experimento para el tiempo de desarrollo de inmaduro en tomate fue de 33,06 a una temperatura promedio de 20,8° C, fueron comparados con los de Eijsackers (1969), Huang (1988), Yano (1989), Dorsman y Van De Vrie (1987), quienes realizaron estudios similares en tomate a 20° C y obtuvieron respectivamente 31,6; 33,10; 40,7 y 33,39, similares a los obtenidos en este experimento. Mientras que, a temperaturas mayores, *i.e.* 24° y 25° C, Osbrone (1982), Dorsman y Van De Vrie (1987) reportan para el cultivo de tomate, menor desarrollo preimaginal de *T. vaporariorum* con 24,3 y 21,01 días, respectivamente. Similarmente, González (2005) reportó un desarrollo preimaginal a 22° C, 24,23 en tomate cv. Moneymaker y de 24,86 días en cv. Hyslip.

En el cultivo de la papa, Boiteau y Singh (1988) determinan un desarrollo preimaginal de *T. vaporariorum* de 23,08 días en papa silvestre (cv. PI 473340) y 21,38 días en cv. Red Pontiac a 26° C, Mientras que en este estudio se registró un desarrollo preimaginal de 41,82 días a 20,8° C en el cv. Puren.

Supervivencia

La tasa de supervivencia (huevo-adulto) de *T. vaporariorum* sobre plantas

de tomate fue significativamente diferente ($P < 0,001$), correspondiendo al 63% de los individuos, mientras que para los que se desarrollaron sobre papa fue de 13%. Este resultado plantea una desventaja importante para *T. vaporariorum* en papa (Figura 1). La misma tendencia es observada para la mortalidad; ya que esta fue mayor en papa que en tomate (Figura 1), indicativo de que la primera, posee menor calidad como planta hospedera. Adicional, se observó que los mayores valores de mortalidad se presentaron en el estadio huevo y el primer estadio ninfa I, sugiriendo que la planta hospedera afecta desde el estadio de huevo.

Considerando que la supervivencia es un factor determinante para el desarrollo de una población, la capacidad de un artrópodo para desarrollarse sobre un determinado hospedero depende de cuantos individuos sobreviven para reproducirse sobre este (González Zamora y Gallardo 1999). Byrne y Bellows (1991) reportan para distintas especies de aletródidos un amplio rango de valores de supervivencia (10% a 93%), dentro del cual están los resultados de este estudio. La supervivencia *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate es próxima a los valores hallados por Woets y Van Lenteren (1976) y por Van de Merendonk

y Van Lenteren (1978) (78,9 y 78,8%, respectivamente), aunque fue menor al 88% medido por Van Sas *et al.* (1978) y por otra parte, a igual temperatura, Huang (1988), indica una supervivencia del 49% en tomate, lo cual es similar a lo reportado en este estudio.

Proporción de sexos

La relación hembra: macho de las moscas blancas que llegaron al estado adulto fue diferente en los dos

hospederos ($P < 0,001$). En promedio, la relación macho: hembra fue de 0,69 para *T. vaporariorum* en el cultivo de papa y de 0,46 en el cultivo de tomate. (Cuadro 2). Esto coincide con lo reportado en papa por Boiteau y Singh (1988), Dorsman y Van De Vrie (1987) en tomate. Esa diferencia a favor de las hembras tendría importancia en el desarrollo de las poblaciones del insecto debido a que favorecería la tasa de natalidad.

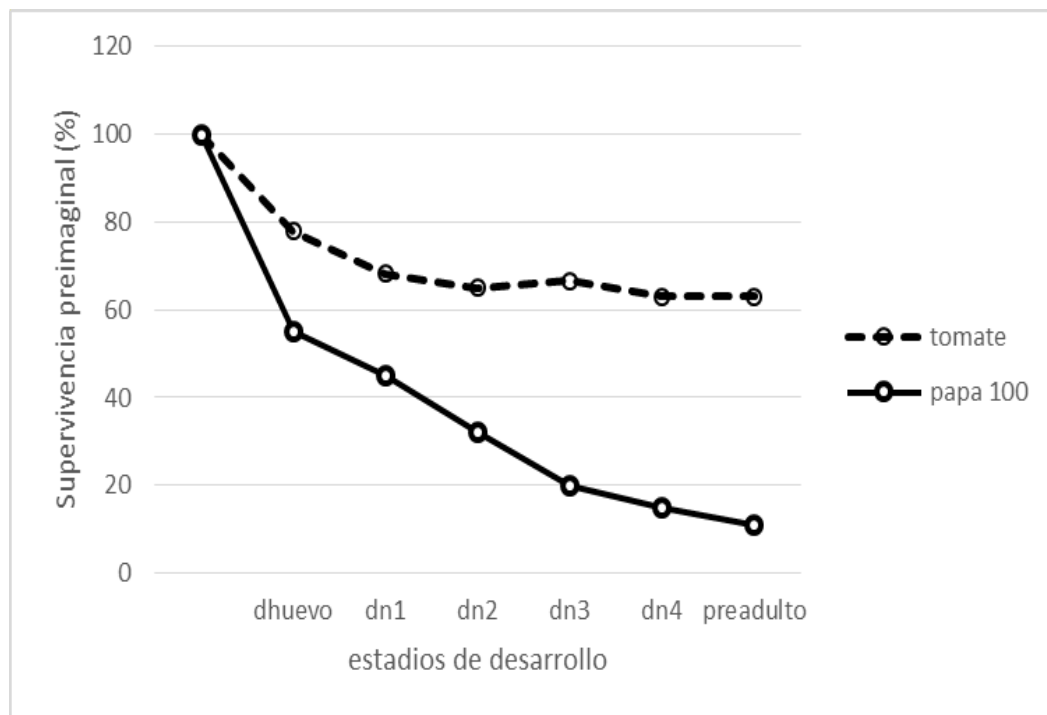


Figura 1. Supervivencia de *T. vaporariorum* por estadio como porcentaje del número de huevos iniciales.

Longevidad y fecundidad de hembras adultas

La longevidad media de *T. vaporariorum* reportada en este estudio a 20,8° C fue mayor ($P < 0,001$) cuando se desarrolló sobre plantas de tomate ($12,29 \pm 1,82$ días) que sobre papa ($4,79 \pm 2,34$ días). La fecundidad total en tomate fue de $217,95 \pm 2,56$ huevos por hembra y el promedio de la frecuencia de oviposición fue de 2,18 huevos/hembra/día. La fecundidad total en papa fue de $27,63 \pm 1,87$ huevos/hembra y el promedio de la frecuencia de oviposición fue de 5,01 huevos/hembra/día (Cuadro 2).

De acuerdo a De Vis (2001), Manzano y Van Lenteren (2009) la longevidad, fecundidad y la oviposición cambian con la temperatura, el tipo de cultivar y la raza de mosca blanca. Los resultados de Van Es (1982), a 20° C indican una longevidad de 53 días mientras que a 22,5° C fue de 37,1 días. De Vis (2001) en su estudio encontró a temperaturas variables ($16,0 \pm 5,1^\circ \text{C}$) para tomate, una fecundidad total promedio de 208.5 huevos por hembra en un rango con un máximo de 581 y mínimo de 20. Los valores encontrados en el estudio actual son similares a los realizados a 20° C por Dorsman y De Vrie (1987), de 210,7 huevos/hembra/día. A igual temperatura (20° C). Ibrahim (1975)

y Van Hes (1982), reportaron 144 y 219 huevos/hembra/día. respectivamente. Otros estudios realizados a temperaturas mayores reportan promedios de fecundidad variables. Curry y Pimentel (1971) reportan una fecundidad en tomate de 249,7 a 21° C, mientras que Van Sas (1978) y Dorsman y Van De Vrie (1987) reportan 95 y 107 huevos/hembra/día respectivamente, a 25° C en el cultivo de tomate. Van Roermound y Van Lenteren (1992) encontraron que la oviposición alcanza el máximo a 22° C y señalan que parte de la variación producida en la fecundidad entre hembras es causada por la variación en la longevidad.

Existen pocos datos sobre la fecundidad de *T. vaporariorum* en papa para las condiciones que se evaluaron. Boiteau y Singh (1988) reportaron para papa silvestre y cultivada 4,90 y 4,76 días respectivamente, a una temperatura de 26° C, siendo estos valores similares a los encontrados en este experimento.

Parámetros demográficos

Se encontró un efecto significativo de la planta hospedera sobre los tres parámetros demográficos calculados para *T. vaporariorum*: la tasa neta de reproducción (R_0), el tiempo medio generacional (TG) y la tasa intrínseca de

crecimiento natural (r_m) (Cuadro 3). Similares resultados fueron obtenidos por Yano (1989) y Romanow *et al.* (1991) para los mismos parámetros.

El valor de R_0 resultó bastante inferior (49,6) para tomate al encontrado por otros investigadores, siendo de 106,1 huevos/hembra para Ahn *et al.* (2001) y de 63,8 huevos/hembra para Yang y Chi (2006). Por otra parte, Manzano y Van Lenteren (2009) determinaron un r_m de 0,61 y un R_0 de 127 huevos/hembra para *T. vaporariorum* en variedades de (*Phaseolus vulgaris*) a 25° C.

El tiempo medio generacional coincide en líneas generales con los

resultados de Coudriet *et al.* 1985, Tsai y Wang 1996, Ahn *et al.* 2001, Yang y Chi 2006). Aunque el tiempo generacional está muy relacionado con la duración del desarrollo preimaginal, expresa mejor la relación temporal del insecto con la planta, puesto que incluye la longevidad del adulto y la secuencia reproductiva.

La r_m para *T. vaporariorum* en tomate a 16° C estimada por Van Lenteren *et al.* (1996) es 0,0663, es similar a la calculada en este estudio. Esperaríamos una R_0 más baja en este experimento debido a la menor fecundidad como resultado de una menor calidad de la planta huésped (tomate).

CUADRO 2. LONGEVIDAD Y FECUNDIDAD DE HEMBRAS DE *Trialeurodes vaporariorum* EN TOMATE Y PAPA.

Cultivar	tomate	papa
Fecundidad	217,95 a	27,63 b
Longevidad (días)	12,29 a	4,79 b
Oviposición	2,18 a	5,01 b
Proporción sexo	0,46 a	0,69 b

Medias con letras iguales en la misma columna, no son significativamente diferentes ($P < 0,001$), Student Newman Keuls (SNK) ($\alpha = 0,05$).

CUADRO 3. PARÁMETROS DEMOGRÁFICOS DE TABLA DE VIDA DE *Trialeurodes vaporariorum* EN TOMATE Y PAPA.

Cultivar	tomate	papa
r_m (tasa intrínseca de desarrollo o crecimiento)	0,067	0,060
R_0 (tasa neta de reproducción)	49,6	0,464
TG (tiempo medio generacional)	23,4	32,55

R_0 = tasa neta reproducción, r_m = tasa de incremento de la población, TG = duración media de una generación.

La selección de modelos demográficos simples, tales como las tablas de vida con información de los aspectos biológicos claros, es un paso importante hacia una mejor comprensión de la biología y la dinámica poblacional de los insectos plagas; conocimiento que puede usarse posteriormente como una herramienta para diseñar estrategias de manejo de plagas.

CONCLUSIONES

- Los parámetros obtenidos en este estudio, relativos al potencial biótico de *T. vaporariorum* en interacción con las dos plantas hospederas permiten concluir que el cultivo de tomate (cv. Tropic) posee características que lo califican como mejor hospedero de este insecto plaga comparado con el cultivo de papa (cv. Puren).
- La selección de modelos demográficos simples, tales como las tablas de vida con información de los aspectos biológicos relevantes, es un paso importante hacia una mejor comprensión de la biología y las interacciones multitróficas de las poblaciones de los organismos que co-existen espacialmente y co-evolucionan temporalmente; conocimiento que puede usarse para diseñar estrategias de manejo

agroecológico de organismos nocivos a los cultivos agroalimentarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahn, KS; Lee, KY; Choi, MH; Kim, JW; Kim, GH. 2001. Effect of temperature and host plant on development and reproduction of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Korean Journal of Applied Entomology 40:203-209.
- Boiteau, G; Singh, RP. 1988. Resistance to the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), in a clone of the wild potato *Solanum berthaultii* Hawker. Ann. Entomol. Soc. Am. 81:428-431.
- Butler, GD; Henneberry, TJ. 1984. *Bemisia tabaci*: Effect of cotton leaf pubescence on abundance. The Southwestern Entomologist 9:91-94.
- Byrne, DN; Bellows Junior, TS. 1991. Whitefly biology. Annu. Rev. Entomol. 36:431-457.
- Carey, JR. 1993. Applied demography for biologists. New York: Oxford University Press.

- Costa, JF; Cosio, W; Cárdenas, M; Yábar, E; Gianoli, E. 2009. Preference of quinoa moth: *Eurysacca melanocampe* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) for two varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in olfactometry assays. J. Agric. Res. 69(1):71-78.
- Coudriet, DL; Prabhaker, N; Kishaba, AN; Meyerdirk, DE. 1985. Variation in developmental rate on different hosts and over wintering of the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environm. Entomol. 14:516-519.
- Curry, JP; Pimentel, D. 1971. Life cycle of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*, and population trends of the whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*, on two tomato varieties. Ann. Entomol. Soc. Am. 64:1188-1190
- Despoina, E; Kapantaidaki, Eldem Sadikoglou, Dimitra Tsakireli, Vasileios Kampanis, Marianna Stavrakaki, Corinna Schorn, Aris Ilias, Maria Riga, George Tsiamis, Ralf Nauen, George Skavdis, John Vontas and Anastasia Tsagkarakou. 2017. Insecticide resistance in *Trialeurodes vaporariorum* populations and novel diagnostics for mutations, Pest Management Science 74(1):59-69.
- Dorsman, R; Van De Vrie, M. 1987. Populations dynamics of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on different gerbera varieties. Bull.IOBC/WPRS 1987/X/2:46-51.
- De Vis, RMJ. 2001. Biological control of whitefly on greenhouse tomato in Colombia: *Encarsia formosa* or *Amitus fuscipennis*? Doctoral thesis. Wageningen University. ISBN 90-5808-521-X 166 p.
- Duffus, JE. 1965. Beet pseudo-yellows virus, transmitted by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. Phytopathology 55:450-453.
- Duffus, JE., Liu, H; Wisler, GC. 1996. Tomato infectious chlorosis virus -A new clostero-like virus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. Eur. J. Plant Pathol. 102:219-226.
- Eijsackers, H. 1969. Ontwikkelingen en verspreiding van *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en *Encarsia formosa*. M.Sc. thesis,

- Dept of Population Biology, University of Leiden, The Netherlands. 48 p.
- Gabarra, H; Cumapa, L; Carhuapoma, P; González D, GI; Muñoz, J; Gutiérrez, A. 2018. A temperatura responsive transmission model for the Potato yellow vein virus-*Trialeurodes vaporariorum*- potato pathosystem. In XXVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP).
- González D, GI. 1997. Situación actual de la investigación en Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de Hortalizas en Panamá. In Memorias Taller de Control Biológico de *Plutella xylostella*. REDCAHOR. Constanza, DO.
- González, GI; Pitti, J; Gutiérrez, A; Santamaría Guerra, J. 2018. Determinación de la sobrevivencia de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en los cultivos de papa y tomate. Cerro Punta, Chiriquí. In Compendio de Resúmenes de la XLXIII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, PA.
- González Zamora, JE; Gallardo, JM. 1999. Desarrollo y capacidad reproductiva de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento a tres temperaturas. Boletín Sanidad Vegetal, Plagas 25:3-11.
- Huang, YG. 1988. Possibility of the greenhouse whitefly control by steril insect technique. M.Sc. thesis, Enea-Dept of Agrobiology, Rome, IT. 92 p.
- Ibrahim, GEA. 1975. 1975. The glasshouse whitefly and its parasite. Ph.D. Thesis. University of Bedford. UK.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, PA). 2010. Contraloría General de la República de Panamá. Productores agropecuarios y superficie en la república, por actividad principal, según provincia, comarca indígena y tamaño de la explotación: Año 2010. Consultado 25 may. 2018. Disponible en <http://www.contraloria.gob.pa/inec/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, PA). 2015. Hoja de Balance de Alimentos 2015.

- Consultado 21 feb. 2018. Disponible en <https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/>
- McDaniel, T; Tosh, CR; Angharad, MR; Gatehouse, AMR; David George, D; Robson, M; Brogan, B. 2016. Novel resistance mechanisms of a wild tomato against the glasshouse whitefly. *Agronomy for Sustainable Development* 36(1).
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, PA). 2017. Informe del Cierre Agrícola 2016-2017. Dirección de Agricultura. MIDA, Santiago de Veraguas, Panamá. 49 p.
- Manzano, MR; Van Lenteren, JC. 2009. Life History parameters of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different environmental conditions on two bean cultivars. *Neotropical Entomology* 38:452-458.
- Natwick, ET; Zalom, FG. 1984. Surveying Sweetpotato whitefly in the Imperial Valley. *California Agriculture* 38:314.
- Osborne, LS. 1982. Temperature-dependent development of greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *Environ. Entomol.* 11:483-485.
- Price, P. 1975. *Insect ecology*. John Wiley & Sons, New York. 514 pp.
- Prijović, M; Škaljac, T; Drobnjaković, K; Žanić, P; Perić, D; Marčić, J; Puizina, J. 2014. Genetic variation of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), among populations from Serbia and neighbouring countries, as inferred from COI sequence variability. *Bulletin of Entomological Research* 104(03):357.
- Romanow, LR; De Ponti, OMB; Mollema, C. 1991. Resistance in tomato to the greenhouse whitefly: analysis of population dynamics. *Entomologia experimentalis et applicata* 60:247-259.
- Salazar, LF; Müller, G; Querci, M; Zapata, JL; Owens, RA. 2000. Potato yellow vein virus: its host range, distribution in South America and identification as a crinivirus transmitted by *Trialeurodes*

- vaporariorum*. Annals of Applied Biology 137(1): 7-19. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2000.tb00052.x>
- Santamaría-Guerra, J; González D, GI. 2017. The contribution of agroecology to the persistence of family agriculture in Panama. Agroecology and Sustainable Food Systems. 41:3-4, 349-365. Consultado 23 feb. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1286281>
- Schoonhoven, LM; van Loon, JJA; Dicke, M. 2005. Insect-plant biology/Louis M. Schoonhoven, Joop J. A. van Loon, Marcel Dicke. — 2nd ed.p. cm. 490 p.
- Singer, MC. 2000. Reducing ambiguity in describing plant-insect interactions: "preference", "acceptability" and "electivity". Ecological Letters 3:159-162.
- Tsai, JH; Wang, K. 1996. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. Environmental Entomology 25: 810-816.
- Van De Merendock, S; Van Lenteren, JC. 1978. Determination of mortality of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) eggs, larvae and pupae on four host-plant species: eggplant (*Solanum melongera* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), paprika (*Capsicum annum* L.). Med. Fac. Landbouww. Rijk-univ. Gent 43:421-429.
- Van Dorst, HJM; Huijberts, N; Bos, L. 1983. Yellows of glasshouse vegetables transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. Neth. J. Plant Pathol. 89:171-184.
- Van Es, E. 1982. Waardplantkwaliteit van twee vlezigetomaterassen voor de kaswttenvlieg *Trialeurodes vaporariorum* M.Sc. Thesis., Dept. of Entomology, Wageningen Agricultural University. 48 p.
- Van Lenteren, JC; Van Roermound, HJW; Sütterlin, S. 1996. Biological control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with the parasitoid *Encarsia formosa*: How does it work? Biological Control 6:1-10.

- Van Roermound, HJW; Van Lenteren, JC. 1992. The parasite-host relationship between *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) XXXIV. Life-history parameters of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* as a function of host plant and temperature. Wageningen University papers 92-3:1-102.
- Van Sas, J. 1978. Bepaling van de waardplantkwaliteit van augurk, meloen, en gerbera voor de kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) M.Sc. Thesis, Dep of Population Biology, University of Leiden, The Netherlands, 55 p.
- Woets, J; Van Lenteren, JC. 1976. The parasite-host relationship between *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). VI. Influence of the host plant on the greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. Bull. IOBC/WPRS 1976/4.
- Yano, E. 1989. Factors affecting population growth of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 33:122-127.
- Yang, TC; Chi, H. 2006. Life tables and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. Journal of Economic Entomology 3:691-698.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la asistencia del experimento al Ing. Javier E. Pitti y a la Licda. Grace Contreras. A los revisores anónimos por sus aportes críticos al manuscrito.