

COMPORTAMIENTO DE TOMATES CRIOLLOS (*Solanum lycopersicum* L.) DEL SURESTE DE MÉXICO AL COMPLEJO *Bemisia tabaci* – BEGOMOVIRUS

BEHAVIOR OF NATIVE TOMATOES (*Solanum lycopersicum* L.) FROM SOUTHEASTERN MEXICO TO *Bemisia tabaci*-BEGOMOVIRUS COMPLEX

Esaú Ruiz-Sánchez; Luis Latournerie-Moreno; Zaci F. Chan-Escalante; Alicia R. Lara-Martín; Ana L. Ruiz Jiménez y Alejandro García-Ramírez

COMPORTAMIENTO DE TOMATES CRIOLLOS (*Solanum lycopersicum* L.) DEL SURESTE DE MÉXICO AL COMPLEJO *Bemisia tabaci* – BEGOMOVIRUS

BEHAVIOR OF NATIVE TOMATOES (*Solanum lycopersicum* L.) FROM SOUTHEASTERN MEXICO TO *Bemisia tabaci* -BEGOMOVIRUS COMPLEX



Comportamiento de tomates criollos (*Solanum lycopersicum* L.) del sureste de México al complejo *Bemisia tabaci* – Begomovirus**Behavior of native tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) from Southeastern Mexico to *Bemisia tabaci*-Begomovirus complex**

Esaú Ruiz-Sánchez;
Luis Latournerie-Moreno;
Zaci F Chan-Escalante;
Alicia R. Lara-Martín ;
Ana L Ruiz Jiménez;
y Alejandro García-Ramírez

COMPORTAMIENTO DE
TOMATES CRIOLLOS
(*Solanum lycopersicum* L.)
DEL SURESTE DE MÉXICO
AL COMPLEJO BEMISIA
TABACI – BEGOMOVIRUS

BEHAVIOR OF NATIVE
TOMATOES (*Solanum
lycopersicum* L.) FROM
SOUTHEASTERN MEXICO
TO BEMISIA TABACI-
BEGOMOVIRUS COMPLEX

POLIBOTÁNICA
Instituto Politécnico Nacional

Núm. 58: 225-235. Julio 2024

DOI:
10.18387/polibotanica.58.16

Esaú Ruiz-Sánchez <https://orcid.org/0000-0003-0245-3305>
Luis Latournerie-Moreno <https://orcid.org/0000-0002-7684-2111>
Zaci F Chan-Escalante <https://orcid.org/0009-0001-9656-0736>
Alicia R. Lara-Martín <https://orcid.org/0009-0005-8086-5235>
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal,
Conkal, Yucatán, México.

Ana L. Ruiz Jiménez. Autor de correspondencia: aruiz_ji@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-0871-7522>

Alejandro García-Ramírez <https://orcid.org/0000-0002-5719-8412>
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui,
Cd. Obregón, Sonora, México

RESUMEN: La mosquita blanca *Bemisia tabaci* Genn. es una plaga dañina a cultivos hortícolas a nivel mundial. Una de las tácticas sustentables para su manejo es la búsqueda de fuentes de resistencia a esta plaga. Los tomates silvestres son fuente importante de diversidad genética y en ellos se puede encontrar genes de resistencia a diversos factores bióticos, como la incidencia de plagas. El objetivo de este trabajo fue evaluar bajo condiciones de invernadero 15 accesiones de tomates criollos, a la atracción y oviposición de *B. tabaci*. Además, de estimar la incidencia y severidad de begomovirus en campo. La accesión Rosa pa'ak ez2 tuvo menor atracción de adultos (0.7 adultos por cm²) y Socato uptl tuvo menor preferencia de oviposición (0.8 huevos cm²). En campo, las accesiones País ac y Rosa pa'ak ez2 tuvieron significativamente menor presencia de adultos en el follaje. Para incidencia y severidad de síntomas de virosis, Socato uptl tuvo el 76.7% de plantas con síntomas de virosis y una severidad de 2.2 a los 60 días después del trasplante y 2.9 a los 75 días después del trasplante. Los resultados evidenciaron variación en las accesiones de tomate a la atracción de adultos, preferencia de oviposición y susceptibilidad a virosis transmitida por *B. tabaci*.

Palabras clave: Mosquita blanca, plaga, repelencia, oviposición, resistencia.

ABSTRACT: The whitefly *Bemisia tabaci* Genn. is a plant pest highly harmful to horticultural crops worldwide. A sustainable tactic for the management of this pest is the search for plant resistance. Wild tomatoes are a crucial source of genetic diversity and genes for resistance to biotic factors as pest incidence. The objective of this work was to evaluate 15 accessions of creole tomatoes in greenhouse for attraction and oviposition response of *B. tabaci*. In addition, to estimate the incidence and severity of begomovirus in a field trial. The Rosa pa'ak ez2 accession had the lowest number of adults (0.7 per cm²) and Socato uptl had the lowest preference for oviposition (0.8 eggs per cm²). In the field, the País ac and Rosa pa'ak ez2 accessions had significantly fewer adults on the foliage. For the incidence and severity symptoms, Socato uptl had 76.7% of plants with virus symptoms and severity of 2.2 (60 days after transplant) and 2.9 (75 days after transplant), respectively. The results showed variation in the tomato accessions in the attraction of adults, oviposition preference, and susceptibility to viruses transmitted by *B. tabaci*.

Key words: whitefly, pest, repellency, oviposition, resistance.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae), es una plaga ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales en el mundo, se alimenta de más de 600 especies de plantas pertenecientes a 74 familias botánicas, entre las que se encuentran especies hortícolas, ornamentales, cultivos industriales y plantas silvestres (Belay *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2021). Las cucurbitáceas, solanáceas y leguminosas son susceptibles a *B. tabaci* (Kontsedalov *et al.*, 2009). El daño ocasionado a las plantas es tanto directo, por la succión de savia, como indirecto, debido a la transmisión de virus (Belay *et al.*, 2012; Hernández-Espinal *et al.*, 2018). Varias especies virales del género *Begomovirus*, pueden inducir enfermedades destructivas y ocasionar mermas en el rendimiento del cultivo (Rakha *et al.*, 2017). El complejo *Bemisia tabaci* - begomovirus ocasiona pérdidas de hasta 60% del rendimiento en cultivares susceptibles de tomate (Fiallo-Olivé y Navas-Castillo, 2019; Fortes *et al.*, 2020; Kwak *et al.*, 2022).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia para consumo humano (Leana-Acevedo *et al.*, 2022). México es considerado como centro de domesticación de esta especie (Peralta y Spooner, 2007), que ha sido mejorada para aumentar su rendimiento. Las poblaciones semicultivadas y silvestres en diferentes regiones de México muestran una amplia diversificación morfológica, calidad del fruto y alto grado de adaptación (García-Martínez *et al.*, 2006; Bai y Lindhout, 2007; Alvarado-Rodríguez y Legaria-Solana, 2022). Lobato *et al.* (2012) señalan que existen variedades tamaño pequeño (tomatillo o cereza), los ojos de venado, los arriñonados, los acostillados, y tipo pimiento, que son aprovechados de manera regional debido a sus características organolépticas sobresalientes (Bonilla-Barrientos *et al.*, 2014; Leana-Acevedo *et al.*, 2022). Los tomates silvestres son fuente importante de diversidad genética, en la cual se pueden encontrar genes de resistencia a factores causantes de estrés biótico y abiótico, así como de atributos agronómicos específicos (Foolad, 2007; Bergougnoux, 2014). Las especies silvestres del género *Solanum* presentan particularidades agronómicas y tolerancia a insectos plaga (Sánchez-Peña *et al.*, 2006; Oriani *et al.*, 2011; Matos-Canul *et al.*, 2018). Estas especies se caracterizan por su robustez, con vellosidades densas, aroma característico y alta densidad de tricomas (Simmons y Gurr, 2005; Millán-Chaidez *et al.*, 2020). La presencia y densidad de tricomas tienen un impacto negativo en la preferencia de oviposición y la supervivencia de adultos de *B. tabaci* (Toscano *et al.*, 2001; Leckie *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2023). Las secreciones producidas por los tricomas juegan un papel importante en la defensa contra la mosca blanca. Se ha determinado que esto se debe a compuestos como, zingibereno, 2-cetona, y 2-undecanona y 2-tridecanona, al igual que los acil-azúcares (Lucini *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2021; de Lima Filho *et al.*, 2022). Por otro lado, Firdaus *et al.*, (2012) mencionan que además del impacto en la preferencia de oviposición (antixenosis), la antibiosis es un factor importante para la protección del tomate criollo contra *B. tabaci*. Sin embargo, en México faltan trabajos que caractericen a los cultivares silvestres para buscar fuentes resistentes a *B. tabaci*. El objetivo de este trabajo fue evaluar la atracción y oviposición de *B. tabaci*, así como la incidencia y severidad de síntomas por *Begomovirus* en 15 accesiones de tomates criollos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de genotipos

Se recolectaron semillas de 15 accesiones de tomate criollo *Solanum lycopersicum* L. en los estados de Chiapas, Tabasco y Yucatán (Cuadro 1). Las cuales se obtuvieron en ferias nativas y de productores locales.

Cuadro 1. Recolecta de semillas de tomates criollos (*Solanum lycopersicum* L.) en el sureste de México.

Table 1. Seed collection list of creole tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) southeastern Mexico.

Localidad de procedencia	Nombre local	Denominación de la accesión
Palenque, Chiapas	Rosa pa'ak	Rosa pa'ak eng
Palenque, Chiapas	Bolita	Bolita eng
Palenque, Chiapas	Rosa pa'ak	Rosa pa'ak nca
Palenque, Chiapas	Rosa pa'ak	Rosa pa'ak ez1

Palenque, Chiapas	Rosa pa'ak	Rosa pa'ak ez2
Palenque, Chiapas	Rosa pa'ak	Rosa pa'ak eer
Tecolutilla, Comalcalco, Tabasco	Riñón	Riñón jjc
Patatal, Comalcalco, Tabasco	Bolita	Bolita jvb
Cholul, Yucatán	Flama	Flama cm
Cholul, Yucatán	Riñón	Riñón cm
Cholul, Yucatán	Pera amarillo	Pera amarillo cm
Dzidzantun, Yucatán	Socato	Socato uptl
Conkal, Yucatán	Socato	Socato sgbp
Conkal, Yucatán	Cherry naranja	Cherry naranja cpc
Xoy, Yucatán	País	País ac

Experimento 1. Atracción a adultos y preferencia de oviposición

El experimento se estableció en el área de investigación hortícola del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, ubicado a 15 km al noreste de Mérida a 21° 4' N y 89° 31' O a una altitud de 10 m.

Las semillas de tomate se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades (45×70 cm), como sustrato se usó turba (Peat Moss, Cosmocel®, México). El sustrato se mantuvo con 60 % de humedad y las plántulas se fertilizaron con 2 g triple 19® México (N:P:K 19:19:19) disuelto en un L⁻¹ de agua de riego.

Las plántulas de 25 días de edad se trasplantaron individualmente en vasos de poliestireno de 500 mL. Una semana posterior al trasplante, se usaron para los bioensayos y se realizaron con la metodología de Pérez-Verdugo *et al.*, (2019). Se colocó una planta de berenjena altamente infestada con *B. tabaci* (50 adultos por hoja), como foco de infestación, y a dos metros de distancia de ésta, se colocaron dos plantas de cada accesión de tomate distribuidas en forma de círculos. A las 48 h de establecido el bioensayo, se procedió a la contabilización de adultos de *B. tabaci* se hizo directamente en el envés de dos hojas de cada planta; las cuales se cortaron para contar la densidad poblacional de huevos, en el microscopio estereoscópico a 40X (Leica Co., Jalisco, México) en el laboratorio. Se determinó la superficie de las hojas muestreadas, en un integrador de área foliar (LI3100, LiCOR, Lincoln, Nebraska, USA). Los resultados se expresaron como de número de huevos y adultos cm⁻² de follaje.

Experimento 2. Densidad poblacional de *B. tabaci* y síntomas de begomovirus

Las plántulas se trasplantaron a los 25 días después de la emergencia. Se plantaron en surcos de 1.40 m y 0.40 m entre plantas. La fertirrigación se llevó a cabo con 200 kg de N, 250 kg de P y 300 kg de K ha⁻¹. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones, donde cada accesión representó un tratamiento. Cada parcela consistió en tres filas de 4.5 m de longitud con 10 plantas/fila.

Densidad poblacional de *B. tabaci*

La evaluación de densidad poblacional de *B. tabaci* se realizó a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (ddt). De cada repetición se tomaron tres plantas del centro; en ellas se contabilizaron ninfas, huevos y adultos de *B. tabaci*. Para el muestreo de adultos se tomó una muestra de tres folíolos del estrato bajo, medio y superior de cada planta seleccionada. Los folíolos observados se cortaron y transportaron al laboratorio para contar y registrar el número de huevos y ninfas en un estereoscopio a 40X.

Síntomas de virosis

La incidencia y severidad de los síntomas de virosis se evaluaron a los 60 y 75 días después del trasplante. Se determinó la incidencia contando el número de plantas con síntomas y se marcó para evitar contar dos veces la misma planta. El porcentaje se calculó con el número de plantas sintomáticas entre el total de plantas muestreadas × 100. Se muestrearon 10 plantas en cada parcela con un total de 30 por accesión. La severidad se evaluó de acuerdo con la escala visual registrada por Caballero *et al.* (2015) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de la escala de grado de daño (severidad) de síntomas de virosis en plantas de tomates criollos (Caballero *et al.*, 2015).

Table 2. Description of the scale of damage degree (severity) of viroses symptoms in creole tomato plants (Caballero *et al.*, 2015).

Severidad	Síntomas
0	Sin síntomas
1	Clorosis parcial muy leve
2	Clorosis severa, pero sin deformación foliar y planta de tamaño normal
3	Clorosis, rizado foliar inicial y ligera reducción del tamaño de planta
4	Clorosis, algunas hojas deformadas y planta de tamaño reducido
5	Clorosis severa, hojas completamente deformadas, reducción severa de tamaño de la planta

Análisis de datos

Se comprobó la normalidad y homocedasticidad de los datos por la prueba de Shapiro-Wilk, luego se realizó análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de medias de LSD Fisher (P , 0.05) para las variables densidad poblacional de *B. tabaci* e incidencia de los síntomas.

Para la variable severidad de los síntomas entre tratamientos (accesiones), se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (P , 0.05) por ser una variable categórica. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software InfoStat ver. 2017.

RESULTADOS

Atracción de adultos de *B. tabaci* y preferencia de oviposición

La densidad de adultos en el follaje de País ac, Bolita jvb, Flama mc, Socato uptl y Socato sgbp (1.8 a 1.3 adultos cm^{-2}) fue mayor en comparación con Rosa pa'ak ez2 (0.7 adultos cm^{-2}) (Cuadro 3), mostrando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Durante la evaluación de preferencia de oviposición, se observó que en las accesiones Bolita Jvb, Riñón jjc, Flama cm y Pera amarillo cm, el número de huevos en follaje fue mayor (3.3 a 3.0 huevos cm^{-2}) en comparación con la accesión Socato uptl (0.8 huevos cm^{-2}) (Cuadro 3), mostrando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Número promedio (\pm error estándar) de adultos y huevos por cm^{-2} en hojas de tomates criollos en pruebas de invernadero.

Table 3. Mean \pm standard error of number of adults and eggs per cm^{-2} on leaves of creole tomatoes in greenhouse trials.

Accesión	Adultos cm^{-2}	Huevos cm^{-2}
Rosa pa'ak eng	1.1 \pm 0.2abc	1.6 \pm 0.4abc
Bolita eng	1.0 \pm 0.2ab	2.2 \pm 0.7abc
Rosa pa'ak nca	1.0 \pm 0.2ab	2.5 \pm 0.8abc
Rosa pa'ak ez1	1.0 \pm 0.2ab	1.6 \pm 0.3abc
Rosa pa'ak ez2	0.7 \pm 0.2a	2.1 \pm 0.5abc
Rosa pa'ak eer	1.0 \pm 0.2ab	1.9 \pm 0.4abc
Riñón jjc	1.0 \pm 0.2ab	3.1 \pm 0.8bc
Bolita jvb	1.7 \pm 0.3bc	3.3 \pm 1.1c
Socato uptl	1.4 \pm 0.3bc	0.8 \pm 0.3a
Flama cm	1.6 \pm 0.5bc	3.0 \pm 1.2bc
Riñón cm	1.0 \pm 0.2ab	2.2 \pm 0.6abc
Pera amarillo cm	1.0 \pm 0.2ab	3.0 \pm 0.9bc
Socato sgbp	1.3 \pm 0.3bc	1.4 \pm 0.5ab
Cherry naranja cpc	1.1 \pm 0.2bc	1.7 \pm 0.4abc
País ac	1.8 \pm 0.4c	1.6 \pm 0.4abc
CV (%)	98.6	144.2

CV = Coeficiente de variación. Medias con diferentes letras en cada columna difieren significativamente (LSD Fisher, $P < 0.05$).

VC = Variation coefficient. Means with different letter within each column are significantly different (LSD Fisher, $P < 0.05$).

Densidad poblacional de *B. tabaci* y síntomas de begomovirus en tomates criollos

En campo, a los 30 ddt, se observó que las accesiones Bolita eng, Socato uptl, Riñón cm, Socato sgbp, Cherry naranja cpc y Rosa pa'ak ez2 (2.2 a 1.7 adultos cm^{-2}) presentaron una densidad mayor de adultos en el follaje en comparación con País ac, donde se registró 0.2 adultos cm^{-2} en el follaje, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). A los 60 ddt, Rosa pa'ak eer, Riñón cm y Pera amarillo cm tuvieron mayor densidad de adultos ($P < 0.05$) en comparación con Rosa pa'ak ez2 que tuvo menor número de adultos en el follaje (Cuadro 4). A los 90 ddt, no se observaron diferencias significativas en la cantidad de adultos presentes en el follaje de las diferentes accesiones ($P > 0.05$).

Cuadro 4. Número promedio (\pm error estándar) de adultos y huevos por cm^{-2} de *Bemisia tabaci* en tomates criollos en campo.

Table 4. Mean \pm standard error of number of adults and eggs per cm^{-2} of *Bemisia tabaci* of creole tomatoes in open field.

Accesión	Adultos cm^{-2}		Huevos cm^{-2}	
	30 ddt	60 ddt	30 ddt	60 ddt
Rosa pa'ak eng	1.0 \pm 0.5abc	0.2 \pm 0.2ab	0.2 \pm 0.1bcde	0.0 \pm 0.0a
Bolita eng	2.2 \pm 0.6c	0.5 \pm 0.2ab	0.4 \pm 0.1e	0.2 \pm 0.1ab
Rosa pa'ak nca	0.5 \pm 0.2ab	0.5 \pm 0.2ab	0.3 \pm 0.1de	0.0 \pm 0.0a
Rosa pa'ak ez1	1.0 \pm 0.3abc	0.5 \pm 0.2ab	0.2 \pm 0.1abcde	0.0 \pm 0.0a
Rosa pa'ak ez2	1.7 \pm 0.6bc	0.0 \pm 0.0a	0.1 \pm 0.0abc	0.0 \pm 0.0a
Rosa pa'ak eer	0.8 \pm 0.5abc	0.8 \pm 0.4b	0.1 \pm 0.1abc	0.3 \pm 0.3ab
Riñón jje	1.2 \pm 0.4abc	0.2 \pm 0.2ab	0.1 \pm 0.1abcd	0.0 \pm 0.0a
Bolita jvb	1.0 \pm 0.4abc	0.5 \pm 0.2ab	0.1 \pm 0.0ab	0.0 \pm 0.0a
Socato uptl	2.0 \pm 0.6c	0.5 \pm 0.2ab	0.3 \pm 0.1cde	0.0 \pm 0.0a
Flama cm	0.5 \pm 0.2ab	0.3 \pm 0.2ab	0.1 \pm 0.0ab	0.0 \pm 0.0a
Riñón cm	1.8 \pm 0.5bc	0.8 \pm 0.3b	0.1 \pm 0.0abcd	0.1 \pm 0.0a
Pera amarillo cm	1.3 \pm 0.6abc	0.8 \pm 0.3b	0.1 \pm 0.1abc	0.0 \pm 0.0a
Socato sgbp	1.8 \pm 0.7bc	0.5 \pm 0.2ab	0.1 \pm 0.1ab	0.2 \pm 0.1ab
Cherry naranja cpc	1.8 \pm 0.5bc	0.7 \pm 0.3ab	0.0 \pm 0.0a	0.0 \pm 0.0a
País ac	0.2 \pm 0.2a	0.5 \pm 0.2ab	0.1 \pm 0.0ab	0.3 \pm 0.3b
CV (%)	94.5	123.5	119.79	410.88

ddt = días después del trasplante. CV = Coeficiente de variación. Medias con letras diferentes en cada columna difieren significativamente (LSD Fisher, $P < 0.05$).

dat = days after transplant. VC = Variation coefficient. Means with different letter within each column are significantly different (LSD Fisher, $P < 0.05$).

Durante el análisis de la fluctuación poblacional de huevos, se observó que a los 30 ddt, las accesiones Bolita eng, Socato uptl, Rosa pa'ak nca, Rosa pa'ak ez1 presentaron significativamente mayor densidad de huevos en el follaje ($P < 0.05$) en comparación con Cherry naranja cpc que tuvo una densidad menor. A los 60 ddt, se observó que las accesiones Rosa pa'ak eer y País ac presentaron mayor número de huevos en el follaje ($P < 0.05$) en comparación con las demás accesiones (Cuadro 4). A los 90 ddt no se observó oviposición en el follaje de ninguna de las accesiones de tomate.

En cuanto a la densidad de ninfas, no se observó presencia a los 30 y 60 ddt. Sólo a los 90 ddt se registró muy baja densidad (0.0 a 0.3 ninfas cm^{-2}), por lo que no se realizó análisis estadístico, ni se tomó en cuenta esta variable.

La incidencia media de virosis a los 60 ddt osciló entre el 76.7 y el 100%. Se observó que la accesión Riñón cm y Socato uptl presentaron el porcentaje más bajo de plantas con síntomas, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en comparación con la

incidencia en Cherry naranja cpc, Rosa pa'ak eng y Riñón jjc (96.7 a 100%). A los 75 ddt no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) en el porcentaje de incidencia de plantas con síntomas de virosis. El rango de incidencia fluctuó entre el 93.3% y el 100%.

Con respecto a la severidad de daño, tanto a los 60 como a los 75 ddt, se determinó que la accesión Socato uptl presentó significativamente ($P < 0.05$) menor grado de severidad (2.2 y 2.9, respectivamente), en comparación con Bolita eng, Flama cm, Rosa pa'ak ez1, Cherry naranja cpc y Rosa pa'ak eng, que mostraron severidad de 3.4 a 4.3 a los 60 ddt. Asimismo, en comparación con Pera amarillo cm, Rosa pa'ak ez1, Flama cm, Rosa pa'ak eng y Cherry naranja cpc, que mostraron mayor grado de severidad a los 75 ddt, con valores de severidad de 4.1 a 4.7 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Incidencia y severidad de plantas con síntomas de virosis en tomates criollos en campo.
Table 5. Mean \pm standard error of incidence and severity of virus symptoms in creole tomatoes in open field.

Accesiones	Incidencia (%)		Severidad	
	60 ddt	75 ddt	60 ddt	75 ddt
Rosa pa'ak eng	100 \pm 0.0b	100 \pm 0a	4.3 \pm 0.1d	4.6 \pm 0.1cd
Bolita eng	93.3 \pm 6.7ab	100 \pm 0a	3.4 \pm 0.8bcd	3.9 \pm 0.5abcd
Rosa pa'ak nca	90.0 \pm 10ab	96.7 \pm 3.3a	3.1 \pm 0.6abcd	3.9 \pm 0.6abcd
Rosa pa'ak ez1	93.3 \pm 6.7ab	96.7 \pm 3.3a	3.8 \pm 0.8bcd	4.5 \pm 0.3cd
Rosa pa'ak ez2	86.7 \pm 6.7ab	96.7 \pm 3.3a	2.8 \pm 0.7abcd	3.3 \pm 0.5ab
Rosa pa'ak eer	86.7 \pm 8.8ab	96.7 \pm 3.3a	3.3 \pm 0.8abcd	3.9 \pm 0.4abcd
Riñón jjc	100.0 \pm 0.0b	100 \pm 0.0a	3.4 \pm 0.9abcd	3.5 \pm 0.8abc
Bolita jvb	86.7 \pm 8.8ab	100 \pm 0.0a	3.5 \pm 0.7abcd	3.8 \pm 0.2abcd
Socato uptl	76.7 \pm 12.0a	96.7 \pm 3.3a	2.2 \pm 0.6a	2.9 \pm 0.5a
Flama cm	93.3 \pm 3.3ab	100 \pm 0.0a	3.6 \pm 0.7abcd	4.5 \pm 0.3cd
Riñón cm	76.7 \pm 14.5a	96.7 \pm 3.3a	2.7 \pm 0.9abcd	3.6 \pm 0.5abc
Pera amarillo cm	90.0 \pm 10 ab	96.7 \pm 3.3a	3.0 \pm 1.0abcd	4.1 \pm 0.7bcd
Socato sgbp	86.7 \pm 8.8ab	100 \pm 0.0a	2.3 \pm 0.4ab	3.3 \pm 0.1ab
Cherry naranja cpc	96.7 \pm 3.3b	100 \pm 0.0a	4.2 \pm 0.6cd	4.7 \pm 0.1d
País ac	86.7 \pm 13.3ab	93.3 \pm 6.7a	3.2 \pm 1.0abcd	3.8 \pm 0.7abcd
CV (%)	13.2	4.6	29.6	17.3

ddt = días después del trasplante. CV = Coeficiente de variación. Medias con letras diferentes dentro de cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$); las primeras dos columnas fueron analizadas con la prueba de LSD Fisher, y la severidad con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. dat = days after transplant. VC = Variation coefficient. Means with different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$); first two columns were analyzed using LSD Fisher test, and severity was analyzed using a nonparametric Kruskal-Wallis test.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la atracción de adultos y preferencia de oviposición de *B. tabaci* en accesiones de tomates criollos bajo condiciones de invernadero, así también en campo se evaluó la densidad poblacional de *B. tabaci* e incidencia y severidad de virosis transmitida por *B. tabaci*. En general, tanto en invernadero como en campo, se observó una menor atracción de adultos y oviposición en al menos dos de las accesiones evaluadas. En otros estudios se han observado datos similares a los obtenidos en el presente trabajo. Por ejemplo, Firdaus *et al.* (2012), al estudiar 26 accesiones de tomate, observaron que la densidad fluctuó entre 0.0 y 2.3 adultos cm^{-2} , mientras que la densidad de huevos varió entre de 0.5 y 65 huevos cm^{-2} . Los promedios más bajos de adultos y huevos de *B. tabaci* fueron de 0.0 y 0.5 cm^{-2} , respectivamente. En el experimento de Fancelli *et al.* (2003) se evaluó la susceptibilidad de diferentes accesiones de tomate a *B. tabaci*, y se obtuvieron densidades de adultos entre 0.0 y 0.9 adultos cm^{-2} , y entre 0.0 y 3.5 huevos cm^{-2} en las accesiones menos susceptibles. Así mismo, Silva *et al.* (2014) y Garzón-Tiznado *et al.* (2020) evaluaron poblaciones criollas y silvestres de tomate, donde consideraron como resistentes aquellas que presentaron bajas poblaciones de adultos y menor densidad de huevos en el follaje. Esto refuerza la idea de que, en poblaciones silvestres o incluso en aquellas que han tenido poca historia de manejo, como los cultivares criollos, se pueden encontrar accesiones con

características de menor susceptibilidad a la plaga. Estas podrían considerarse como posibles cultivares con resistencia, una vez que se hayan evaluado en varios ambientes y épocas para comprobar la consistencia en su comportamiento (Sánchez-Peña *et al.*, 2006).

La baja atracción de adultos y baja preferencia de oviposición de *B. tabaci* se ha asociado a diversos factores morfológicos y bioquímicos de las hojas, incluyendo la morfología y color de las hojas, tipo y densidad de tricomas y presencia de algunos compuestos que tienen un rol en la repelencia de mosquita blanca (Chermenskaya *et al.*, 2009; Hernández-Alvarado *et al.*, 2019; de Lima Filho *et al.*, 2022). Mansaray y Sundufu (2009) encontraron que *B. tabaci* se ve afectada por los tricomas que recubren la superficie de la hoja. En estudios específicos sobre tomates criollos y silvestres, Firdaus *et al.* (2012) y Sánchez-Peña *et al.* (2006) reportaron que la menor susceptibilidad a *B. tabaci* está relacionada con la presencia de tricomas glandulares, que secretan compuestos repelentes de esta plaga. En el presente estudio, no se analizó ninguna característica morfológica o bioquímica de las hojas, por lo que no podría inferirse qué mecanismos estarían operando en las accesiones Rosa pa'ak ez2 y Socato uptl, que tuvieron menor atracción de adultos y menor preferencia de oviposición, respectivamente; o en Rosa pa'ak ez2 y País ac, que mostraron menores poblaciones de adultos en campo. Existen otros mecanismos que influyen en la elección de hospedantes por parte de *B. tabaci*, los cuales incluyen el estado nutricional y la etapa fenológica de la planta (Chu *et al.*, 1995; Andres y Connors 2003). Por ello, es necesario continuar evaluando las poblaciones que mostraron cierto grado de repelencia a la colonización de *B. tabaci* para determinar los mecanismos involucrados en la resistencia y si esta se mantiene en las diferentes etapas de desarrollo de las plantas.

En los resultados de la incidencia y severidad de síntomas asociados a *Begomovirus*, se observó que, por la naturaleza de los síntomas, se podría sugerir la presencia de este género de virus, pero no se realizó diagnóstico molecular para confirmar la presencia de estos fitopatógenos. Sin embargo, la sintomatología observada, coincide con la reportada en la literatura, incluyendo mosaico débil y corrugado en la lámina foliar, seguido de un corrugado generalizado en todas las partes de la planta que evoluciona a deformaciones en hojas y ramas, que finaliza en enanismo y severas deformaciones (Rojas *et al.*, 2000; Anaya-López *et al.*, 2003; Caballero *et al.*, 2015). Es importante resaltar que, en la evaluación en campo, las accesiones Riñon cm y Socato uptl sobresalieron por presentar la menor incidencia de plantas con síntomas (76.7%). Asimismo, se observó menor severidad de la enfermedad en Socato uptl. En este sentido, es fundamental considerar la resistencia tanto al insecto vector como a *Begomovirus* en la búsqueda y selección de resistencia contra *B. tabaci*, con el fin de lograr avances importantes en la resistencia a este complejo fitosanitario (Bieberach *et al.*, 2013; Akhtar *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

En la búsqueda de resistencia a *B. tabaci* se determinó que, de las 15 accesiones de tomate criollo, tanto en invernadero como en campo, la accesión Rosa pa'ak ez2 mostró una menor atracción de adultos, mientras que la accesión Socato uptl presentó una menor preferencia de oviposición. Además, Socato uptl fue una de las accesiones que presentó menor incidencia y severidad de síntomas de virosis en campo.

LITERATURA CITADA

- Akhtar, K. P., Akram, A., Ullah, N., Saleem, M. Y., & Saeed, M. (2019). Evaluation of *Solanum* species for resistance to *Tomato leaf curl New Delhi virus* using chip grafting assay. *Scientia Horticulturae*, 256, 108646. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108646>
- Alvarado-Rodríguez, R. I., Legaria-Solano, J. P. (2022). Phenotypic diversity of wild tomato (*Solanum lycopersicum* L.) populations. *Agro Productividad*, 15, 41–53. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i5.2173>
- Anaya-López, J.L., Torres-Pacheco, I., González-Chavira, M., Garzón-Tiznado, J.A. & Pons-Hernández, J.L. (2003). Resistance to Geminivirus mixed infection in

- Mexican wild peppers. *Horticulture Science*, 38, 251-255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.2.251>
- Andres, M. R., & Connors, E. F. (2003). The community-wide and guild-specific effects of pubescence on the folivorous insects of manzanitas *Arctostaphylos* spp. *Ecological Entomology*, 28, 383–396. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00532.x>
- Bai, Y., & Lindhout, P. (2007). Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 100, 1085-1094. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm150>
- Belay, D.K., Huckaba, R.M., Ramirez, A. M., Rodrigues, J. C. V., & Foster, J. E. (2012). Insecticidal control of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) transmitting Carlavirus on soybeans and detection of the virus in alternate hosts. *Crop Protection*, 35, 53–57. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.12.020>
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*, 32, 170-189. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>
- Bieberach, F. C., Zanya, A. R., & Rita, G. H. (2013). Genes de resistencia a Begomovirus en germoplasma de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Colectado en panamá. *Ciencia Agropecuaria*, 21, 104 - 118.
- Bonilla-Barrientos, O., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J. J., Cruz-Izquierdo, S., Reyes-López, D., Hernández-Leal, E., & Hernández-Bautista, A. (2014). Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 129–139. <https://doi.org/10.35196/rfm.2014.2.129>
- Caballero, R., Schuster, D. J., Peres, N. A., Mangandi, J., Hasing, T., Trexler, F., Kalb, S., Portillo, H. E., Marc, P. C., & Annan, B. (2015). Effectiveness of cyantraniliprole for managing *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and interfering with transmission of tomato yellow leaf curl virus on tomato. *Journal of Economic Entomology*, 108, 894-903. <https://doi.org/10.1093/jee/tou034>
- Chermenskaya, T. D., Petrova, M. O., & Savelieva, E. I. (2009). Laboratory and field evaluation of biological active substances of plant origin against greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westw (Homoptera: Aleyrodidae). *Archives of Phytopathology Plant Protection*, 42, 864–873. <https://doi.org/10.1080/03235400701494422>
- Chu, C. C., Henneberry, T. J., & Cohen, A. (1995). *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae): host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. *Environmental Entomology*, 24, 354–360. <https://doi.org/10.1093/EE/24.2.354>
- de Lima Filho, R. B., Resende, J. T. V., de Oliveira, J. R. F., Nardi, C., Silva, P. R., Rech, C., Oliveira, L. V. B., Ventura, M. U, Ribeiro Silva, A. L. B. (2022). Relationship between acylsugars and leaf trichomes: mediators of pest resistance in tomato. *Insects* 13, 738. <https://doi.org/10.3390/insects13080738>
- Dias, D. M., Corte, L. E., Resende, J. T. V., Zeffa, D. M., Resende, N. C. V., Zanin, D. S., Lima Filho, R. B. (2021). Acylsugars in tomato varieties confer resistance to the whitefly and reduce the spread of fumagine. *Bragantia* 80, e4421. <https://doi.org/10.1590/16784499.20210022>
- Fancelli, M., Vendramim, J. D., Lourenção, A. L. & Dias, C. T.S. (2003). Atratividade e Preferência Para Oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biótipo B em Genótipos de Tomateiro. *Neotropical Entomology*, 32, 319-328. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200019>
- Fancelli, M., Vendramim, J.D., Frighetto, R. T.S., & Lourencao, A. L. (2005). Glandular exudate of tomato genotypes and development of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) biotype B. *Neotropical Entomology*, 34, 659-665. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400017>
- Fiallo-Olivé, E., and Navas-Castillo, J. (2019). Tomato chlorosis virus, an emergent plant virus still expanding its geographical and host ranges. *Mol. Plant Pathol.* 20, 1307–1320. <https://doi.org/10.1111/mpp.12847>
- Firdaus, S., van Heusden, A.W., Hidayati, N., Supena, E. D. J., Visser, R. G. F., & Vosman, B. (2012). Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, 187, 31–45. <http://doi.org/10.1007/s10681-012-0704-2>

- Foolad, M. R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. *International Journal of Plant Genomics*, 52. <http://doi.org/10.1155/2007/64358>
- Fortes, I.M., Fernández-Muñoz, R., Moriones, E. (2020). Host plant resistance to *Bemisia tabaci* to control damage caused in tomato plants by the emerging Crinivirus tomato chlorosis virus. *Frontier Plant Science*, 11, 585510. <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.585510>
- García-Martínez, S., Andreani, L., Garcia-Gusano, M., Geuna, F., & Ruiz, J. J. (2006). Evaluation of amplified fragment length polymorphism and simple sequence repeats for tomato germplasm fingerprinting: utility for grouping closely related traditional cultivars. *Genome*, 49, 648-656. <http://doi.org/10.1139/g06-016>
- Garzón-Tiznado J. A., Lugo-Lujan J. M., Hernández-Verdugo S., Medina-López R., Velarde-Félix S., Portillo-Loera J. J., Retes-Manjarrez J. E. (2020). Antixenosis a *Bemisia tabaci*¹ Mediterranean en poblaciones criollas y silvestres de tomate de México. *Southwestern Entomologist*, 45, 501-510. <https://doi.org/10.3958/059.045.0218>
- Hernández-Alvarado, L. A., Ruiz-Sánchez, E., Latournerie-Moreno, L., Garruña-Hernández, R., González-Mendoza, D., & Chan-Cupul, W. (2019). Resistance of *Capsicum annuum* genotypes to *Bemisia tabaci* and influence of plant leaf traits. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42, 251 – 257. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.251-257>
- Hernández-Espinal, L. A., Enríquez-Verdugo, I., Melgoza-Villagómez, C. M., Retes-Manjarrez, J. E., Velarde-Félix, S., Linares-Flores, P. J., & Garzón-Tiznado, J. A. (2018). Análisis filogenético y distribución de begomovirus en el cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) en Sinaloa, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41, 49-157. <https://doi.org/10.35196/RFM.2018.2.149-157>
- Kontsedalov, S., Gottlieb, Y., Ishaaya, I., Nauen, R., Horowitz, R., & Ghanim, M. (2009). Toxicity of spiromesifen to the developmental stages of *Bemisia tabaci* biotype B. *Pest Management Science*, 65, 5–13. <https://doi.org/10.1002/ps.1636>
- Kwak, H. R., Hong, S. B., Byun, H. S., Park, B., Choi, H. S., Myint, S. S., Kyaw, M. M. (2022). Incidence and molecular identification of begomoviruses infecting tomato and pepper in Myanmar. *Plants (Basel)*, 11:1031. <https://doi.org/10.3390/plants11081031>
- Leana-Acevedo, J. L., Juárez-López, P., Palemón-Alberto, F., Sainz-Aispuro, M. J., Alia-Tejacal, I., Avonce-Vergar, N., Damián-Nava, A., Ortega-Acosta, S. A. (2022). Competitividad agronómica de ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivados en invernadero. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8, e0081017. <https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081017>
- Leckie, B. M., D'Ambrosio, D. A., Chappell, T. M., Halitschke, R., De Jong, D. M., Kessler, A., Kennedy, G. G., & Mutschler, M. A. (2016). Differential and Synergistic Functionality of Acylsugars in Suppressing Oviposition by Insect Herbivores. *PLoS ONE*, 11, e0153345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153345>
- Li, D., Li, H-Y., Zhang, J-R., Wu, Y-J., Zhao, S-X., Liu S-S., Pan, L-L. (2023) Plant resistance against whitefly and its engineering. *Frontier Plant Science*, 14,1232735. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1232735>
- Li, Y., Mbata, G.N., Punnuri, S.; Simmons, A.M., Shapiro-Ilan, D.I. (2021). *Bemisia tabaci* on vegetables in the Southern United States: incidence, impact, and management. *Insects*, 12, 198. <https://doi.org/10.3390/insects12030198>
- Lobato-Ortíz, R., Rodríguez-Guzmán, E., Carrillo-Rodríguez, J. C., Chávez-Servia, J. L., Sánchez-Peña, P., Aguilar-Meléndez, A. (2012). Exploración, colecta y conservación de recursos genéticos de jitomate: avances en la Red de Jitomate. SINAREFI: Texcoco, Estado de México, México. 56p.
- Lucini, T., Faria, M. V., Rohde, C., Resende, J. T. V. & Oliveira, J. R. F. (2015). Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. *Arthropod-Plant Interactions*, 9, 45-53. <https://doi.org/10.1007/s11829-014-9347-7>
- Mansaray, A., & Sundufu, A.J. (2009). Oviposition, development and survivorship of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* on soybean, *Glycine max*, and the garden bean, *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Insect Science*, 9, 107. <https://doi.org/10.1673/031.009.0101>
- Matos Canul, E. E., Gómez Leyva, J. F., Alamilla Magaña, J. C., Sandoval Gio, J. J., Criollo Chan, M. A., Caamal Velázquez J. H. (2018). *Temas de Ciencia y Tecnología*, 22, 63–68.

Recibido:
13/febrero/2024

Aceptado:
20/junio/2024

- Millán-Chaidez, R., Garzón-Tiznada, J.A., Linares-Flores, P.J., Velarde-Félix, S., Lugo-García, G.A. & Retes-Manjarrez, J.E. (2020). Resistance to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) mediterranean (Q biotype) in landrace and wild tomato populations from Mexico. *Florida Entomologist*, 103, 472-478. <https://doi.org/10.1653/024.103.00409>
- Miller, J. C., & Tanksley, S. D. (1990). RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics*, 80, 437-448. <https://doi.org/10.1007/BF00226743>
- Oriani, M. A. G., Vendramim, J. D., & Vasconcelos, C. J. (2011). Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. *Scientia Agricola*, 68, 37-41. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000100006>
- Peralta, I. E. & Spooner, A. M. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In: Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Vol. 2: Tomato. M. K. Razdan and A. K. Mattoo (eds.). *Science Publishers*. Enfield, New Hampshire, USA. pp.1- 24
- Pérez-Verdugo, O. C., Ruiz-Sánchez, E., Gamboa-Angulo, M., Latournerie-Moreno, L., Fernández-Concha, G. C., Cua-Basulto, M. & Chan-Cupul, W. (2019). Actividad biológica de productos derivados de plantas en mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y su parasitoide *Encarsia formosa*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 575-583.
- Rakha, M., Hanson, P., & Ramasamy, S. (2017). Identification of resistance to *Bemisia tabaci* Genn. in closely related wild relatives of cultivated tomato based on trichome type analysis and choice and no-choice assays. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 247–260. <http://doi.org/10.1007/s10722-015-0347-y>
- Rojas, A., Kvarnheden, A. & Valkonen, J. P. T. (2000). Geminiviruses infecting tomato crops in Nicaragua. *Plant Disease*, 84, 843-846. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.8.843>
- Sánchez-Peña P., Oyama K., Núñez-Farfán J., Fornoni J., Hernández-Verdugo S., Márquez-Guzmán J., Garzón-Tiznado J. A. (2006). Sources of Resistance to Whitefly (*Bemisia* spp.) in Wild Populations of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) Spooner G.J. Anderson et R.K. Jansen in Northwestern Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(4): 711–719. <https://doi.org/10.1007/s10722-004-3943-9>
- Silva, K. F.A.S., Michereff-Filho, M., Fonseca, M. E. N., Silva-Filho J. G., Texeira, A. C.A., Moita, A. W., Torres, J. B., Fernández-Muñoz, R. & Boiteux, L. S. (2014). Resistance to *Bemisia tabaci* biotype B of *Solanum pimpinellifolium* is associated with higher densities of type IV glandular trichomes and acylsugar accumulation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 151, 218–230. <https://doi.org/10.1111/eea.12189>
- Simmons, A. & Gurr, G. (2005). Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 7, 265–276. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2005.00271.x>
- Toscano, L., Boiça J, A., Maia, J. & Almeida, J. (2001). Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. *Horticultura Brasileira*, 19(3), 204–206. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000300009>