

# Selección de genotipos de fresa resistentes a la araña de dos puntos *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) usando plantas micropropagadas

## Selection of strawberry genotypes resistant to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) using micropropagated plants

✉ PEDRO ANTONIO DÁVALOS-GONZÁLEZ<sup>1</sup>, ✉ RAFAEL BUJANOS-MUÑIZ<sup>1</sup>,  
✉ JOSÉ FRANCISCO RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ<sup>1\*</sup>, ✉ RAMÓN AGUILAR-GARCÍA<sup>1</sup>,  
✉ ALEJANDRO RODRÍGUEZ-GUILLÉN<sup>1</sup>, ✉ ALBA ESTELA JOFRE Y GARFIAS<sup>2</sup>, ✉ ANTONIO MARÍN JARILLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Guanajuato, México. [davalosp@prodigy.net.mx](mailto:davalosp@prodigy.net.mx), [bujanos@live.com.mx](mailto:bujanos@live.com.mx), [francisco\\_azul@live.com.mx](mailto:francisco_azul@live.com.mx), [aguilar.ramon@inifap.gob.mx](mailto:aguilar.ramon@inifap.gob.mx), [rodriguez.alejandro@inifap.gob.mx](mailto:rodriguez.alejandro@inifap.gob.mx), [delphastus22@gmail.com](mailto:delphastus22@gmail.com)

<sup>2</sup> Escuela Superior de Estudios Superiores Unidad León. Guanajuato, México. [ajofre@enes.unam.mx](mailto:ajofre@enes.unam.mx)

### \* Autor de correspondencia

José Francisco Rodríguez- Rodríguez, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel Allende Km. 6.5, Celaya, Guanajuato, México. [francisco\\_azul@live.com.mx](mailto:francisco_azul@live.com.mx).

### Citación sugerida

Dávalos-González, P. A., Bujanos-Muñiz, R., Rodríguez-Rodríguez, J. F., Aguilar-García, R., Rodríguez-Guillén, A., Jofre y Garfias, A. E., & Marín Jaramillo, A. (2024). Selección de genotipos de fresa resistentes a la araña de dos puntos *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) usando plantas micropropagadas. *Revista Colombiana de Entomología*, 50(2), e13026. <https://doi.org/10.25100/socolen.v50i2.13026>

Recibido: 24-Jun-2023

Aceptado: 23-Jul-2024

Publicado: 9-Dic-2024

Editor temático: Pablo Benavides, CENICAFE, Manizales, Colombia.

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

### Open access



Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

**Resumen:** *Tetranychus urticae* también conocida por sus nombres comunes de araña o acaro de dos puntos o araña roja es la principal plaga de la fresa en los estados de Michoacán y Guanajuato, México. Su manejo depende principalmente de la aplicación de acaricidas sintéticos, donde los agricultores de Guanajuato realizan al menos 10 aplicaciones de productos acaricidas por temporada. Con los objetivos de identificar genotipos de fresa resistentes al ácaro y ensayar una técnica de infestación en plantas micropropagadas, se evaluaron 48 clones, que incluyeron variedades extranjeras y selecciones avanzadas de fresa del Programa de Mejoramiento Genético del sistema producto, de INIFAP. Con base a una escala arbitraria del 0 al 10, donde 0 fue ausencia de arañitas y 10 una alta población, los 48 clones se clasificaron en las siguientes cinco categorías. Extremadamente resistentes: 'Florida Belle', 'Sequoia' 'Fairfax', 98,32, 08,492, *Fragaria vesca* clon Guanajuato y UC-4; Resistentes: 'Capitola', 'Dabreak', 'Solana', '92,1E6', '07,168', '10,37', '99,849', '07,4' y '99,139'; Tolerantes: 'San Andreas', 'Tioga', 'Festival', 'Cometa', 'C-15,3', '07,35', '06,76', '00,142', '10,14', '10,25', '99,185', '07,207', '10,40' y '07,90'; Susceptibles: 'Aromas', 'Albritton', 'Camarosa', 'Buenavista', 'Dover', '08,268', '99,24', '08,453', '02,81', '08,279' y '07,198'; Extremadamente susceptibles: 'Douglas', 'Andana', 'Seascape', '02,11', '01,150', '01,70' y '10,16'. Lo anterior nos conduce a concluir que se identificaron genotipos extremadamente resistentes a la araña de dos puntos, tanto en genotipos extranjeros como entre los genotipos de fresa del INIFAP, además de señalar las cualidades de los genotipos del INIFAP para resistencia al ácaro, especialmente, al incorporar genes de *F. chiloensis* en los híbridos interespecíficos.

**Palabras clave:** clima, *Fragaria x ananassa*, híbridos interespecíficos, resistencia genética, suelo.

**Abstract:** The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) is the main strawberry pest in the states of Michoacán and Guanajuato, Mexico. Its management depends mainly on the application of synthetic acaricides, where farmers in Guanajuato make at least 10 applications of acaricide products per season. With the objectives of identifying strawberry genotypes resistant to the mite and testing an infestation technique in micropropagated plants, 48 clones were evaluated, which included foreign varieties and advanced strawberry selections from the INIFAP Product System Genetic Improvement Program. Based on an arbitrary scale from 0 to 10, where 0 was no spiders and 10 a high population, the 48 clones

were classified into the following five categories. Extremely resistant: 'Florida Belle', 'Sequoia' 'Fairfax', 98,32, 08,492, *F. vesca* clone Guanajuato and UC-4; Resistant: 'Capitola', 'Dabreak', 'Solana', '92,1E6', '07,168', '10,37', '99,849', '07,4' and '99,139'; Tolerant: 'San Andreas', 'Tioga', 'Festival', 'Cometa', C-15,3, '07,35', '06,76', '00,142', '10,14', '10,25', '99,185', '07,207', '10,40' and '07,90'; Susceptible: 'Aromas', 'Albritton', 'Camarosa', 'Buenavista', 'Dover', '08,268', '99,24', '08,453', '02,81', '08,279' and '07,198'; Extremely susceptible: 'Douglas', 'Andana', 'Seascape', '02,11', '01,150', '01,70' and '10,16'. The infestation of micropropagated plants had several advantages: avoiding the use of mite-infested vegetative material in strawberry mite susceptibility studies, allowing good colonization with induced infestation, and facilitating evaluation of a large group of genotypes in a small space over a period of time. short period of time.

**Keywords:** Climate, *Fragaria x ananassa*, genetic resistance, interspecific hybrids, soil.

## Introducción

La araña roja de dos puntos (*Tetranychus urticae* Koch) es una plaga cosmopolita que provoca daños en una gran diversidad de cultivos (Renkema et al., 2020), entre los que destaca la fresa (Gyuris et al., 2018). Actualmente, en México es considerada como una de las dos plagas más importantes en las zonas productoras de fresa, puesto que puede ocasionar hasta un 70 % de reducción en la producción debido a la disminución de la calidad de la fruta (Bujanos et al., 2018). A menudo, requieren intervenciones de control selectivas que se dificultan debido a la creciente resistencia a los plaguicidas (Al-Shammery & Al-Khalaf, 2022), además de reducciones de enemigos naturales, aparición de plagas secundarias y altos niveles de residuos de plaguicidas en el producto a comercializar (Csányi et al., 2019). Una alternativa para reducir el uso excesivo de plaguicidas es la resistencia varietal, que es una herramienta importante dentro de los programas de manejo integrado de plagas (Resende et al., 2020) ya que influye en el comportamiento de la plaga a través de las características de la planta (Fahim et al., 2020), como puede ser la densidad y forma de tricomas (Hata et al., 2020), propiedades fisicoquímicas como la presencia de metabolitos secundarios, aleloquímicos y nutrientes de las hojas (De Oliveira et al., 2018; Vázquez et al., 2016). Cabe mencionar que la resistencia genética se puede utilizar en conjunto con otros métodos de control sin restricciones (Fahim et al., 2020). Investigaciones previas han demostrado que hay diferencia genética en el grado de susceptibilidad a la araña de dos puntos, tanto en los cultivares comerciales de fresa (Pazmiño et al., 2018; Puspitarini et al., 2020; Resende et al., 2020) como en la especie silvestre progenitora (*F. chiloensis*), y otras especies de diferente nivel cromosómico como son: *F. cascadiensis*, *F. moschata*, *F. vesca* y *F. viridis* (Wagner et al., 2021). A nivel global el mejoramiento genético y la inducción de variación somaclonal son útiles para crear variabilidad genética y mejorar los genotipos de fresa, sin embargo, estos avances se han basado principalmente en mejoras del rendimiento y calidad sensorial (Al-Khayri & Islam, 2018). La selección de plantas resistentes a plagas es sumamente importante para los programas de fitomejoramiento; por lo tanto, evaluar y comprender su comportamiento es fundamental (Gong et al., 2018). Además de

lo antes mencionado, los sistemas de producción en México, están sustituyendo los cultivares de fresa de día corto por genotipos de día neutro, ya que la producción de fruto es más constante y por periodos mayores a ocho meses, sin embargo, son más susceptibles al ataque de araña roja, debido al estrés causado por producción y movilización de fotosintatos hacia la fruta, esto a causa su floración y fructificación continua, por lo que, el objetivo de la presente investigación fue comparar la respuesta *Tetranychus urticae* en un conjunto de genotipos de fresa del INIFAP micropropagados vegetativamente.

## Materiales y métodos

En este estudio se utilizaron 48 genotipos de diferente procedencia: 16 cultivares extranjeros entre ellos los testigos resistentes 'Florida Belle' y 'Sequoia' (Schuster et al., 1980), 27 selecciones avanzadas 11 clones intraespecíficos (99,24, 99,139, 99,185, 00,142, 01,70, 02,11, 02,81, 06,76, 08,268, 08,279 y 10,25), 16 interespecíficos (92,1E6, 98,32, 99,849, 01,150, 07,4, 07,35, 07,90, 07,168, 07,198, 07,207, 08,453, 08,492, 10,14, 10,16, 10,37 y 10,40 ) y dos variedades del programa de fresa del INIFAP (Buenavista y Cometa), dos clones de *F. vesca*: uno de México (Guanajuato) y otro UC-4; además de *F. chiloensis* C-15,3 resistente a *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* (Dávalos-González et al., 2006).

Se utilizaron plantas de fresa micropropagadas *in vitro*, con la metodología diseñada por Jofre et al. (2006) para excluir la presencia de poblaciones del ácaro en el material vegetativo utilizado en el ensayo (Renkema et al., 2020). Se sembraron meristemos apicales de 0,4 mm de longitud en el medio de cultivo de Murashige y Skoog (MS), al cabo de seis meses de cultivo se regeneraron las plantas. Mediante PCR-TR y análisis visual al microscopio estereoscópico se identificaron las plantas libres de virus y ácaros. Los explantes sanos se multiplicaron masivamente *in vitro* en un medio de cultivo MS adicionado con BAP 0,5 mg L<sup>-1</sup> y 3 % sacarosa para inducir la proliferación de plántulas bajo fotoperiodo natural y temperatura a 25 °C ± 2 °C durante 6 semanas. Después se indujo la formación del sistema radical, plantas individuales se sembraron en un medio MS, con el 50 % de las sales utilizadas en la etapa de multiplicación, sin reguladores de crecimiento y la sacarosa al 2 % y se mantuvieron en las condiciones antes mencionadas, donde permanecieron por 30 días (Jofre et al., 2006). Al final, las plantas ya con su sistema radical se retiraron del medio *in vitro*, se lavaron las raíces para eliminar residuos del medio de cultivo y se trasplantaron en charolas de plástico con sustrato de Peat moss (mezcla 3 de Sunshine). Las charolas permanecieron seis semanas en invernadero manteniendo una humedad relativa del 97 %, mediante la aplicación automatizada de agua por nebulización, condiciones idóneas para aclimatar las plantas y garantizar su adaptación al ambiente. La araña de dos puntos se colectó de una planta de fresa infestada en un lote comercial de Irapuato, Guanajuato, México y con estos especímenes se infestaron 20 charolas con plantas de fresa de la variedad susceptible 'Camino Real' para desarrollar las colonias en otro invernadero. En diciembre, cuatro meses después de sembradas en invernadero, las plántulas de los 48 genotipos se trasladaron y se expusieron a la infestación con araña de dos puntos, en las 20 charolas donde se incrementó la población de ácaros. Cada genotipo constó de 40 plántulas. El ensayo se estableció en esa época debido a que por el fotoperiodo corto, las plantas pueden ser más susceptibles al ácaro (Patterson et al., 1994).

Para evaluar la reacción al ácaro, durante enero, se tomó registro visual del índice de daño foliar (IDF) ocasionado por las poblaciones de la araña sobre la planta, utilizando una escala arbitraria del 0 al 10, adaptada por Serce y Hancock (2002), donde 0 = ausencia de daño foliar, 1 = 1 - 10 %, 2 = 11-20 %, 3 = 21-30 %, 4 = 31-40 %, 5 = 41-50 %, 6 = 51-60 %, 7 = 61-70 %, 8 = 71-80 %, 9 = 81-90 %, y 10 = 100 % de daño foliar, respectivamente. La lectura de IDF se registró entre los genotipos, evaluando un grupo de 10 plantas de cada repetición, cuando la población de ácaros colonizó las plantas y se manifestó el daño foliar entre los clones. Con base al IDF los 48 genotipos se clasificaron en las siguientes categorías: Altamente resistentes = 0,0 a 2,0; Resistentes = 2,1 a 4,0; Tolerantes = 4,1 a 6,0; Susceptibles = 6,1 a 8,0, y Altamente susceptibles = 8,1 a 10,0.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y 10 plantas por repetición. Los datos obtenidos de la escala fueron sometidos a análisis de varianza, se estimó la significancia de los resultados con la prueba de F al 0,05 % de probabilidad de error y se estimó el error estándar para cada media. Adicionalmente, se practicó un análisis de tres contrastes ortogonales para discriminar entre los genotipos más resistentes, tanto en los extranjeros como en los del programa de fresa del INIFAP.

**Resultados**

Las plántulas tuvieron una fenología de aproximadamente 3 mm de diámetro en la corona y dos a tres hojas al momento de ser expuestas a la infestación del ácaro; por consiguiente, estuvieron sembradas en una alta densidad ya que, en promedio, cada genotipo ocupó un espacio de 0,18 m<sup>2</sup> y los 48 clones un total de 8,64 m<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos del análisis de varianza (Tabla 1) revelaron diferencias significativas ( $\alpha \leq 0,01$ ) entre los genotipos, y un bajo coeficiente de variación ( $CV \leq 5,4 \%$ ), lo que sugiere que la respuesta de los genotipos al daño fue semejante a través de las repeticiones. Esto supone que la dispersión del ácaro fue facilitada entre los genotipos, propiciada por la

superficie pequeña del ensayo y se desarrolló una población grande de ácaros en las charolas utilizadas para la infestación. Entre las variedades extranjeras ‘Florida Belle’ fue el genotipo más resistente, y junto con ‘Sequoia’ y ‘Capitola’ fueron significativamente más resistentes a ‘98,32’, ‘10,37’ y ‘07,4’ (Tabla 1). Estos seis genotipos, excepto 98,32, además de tener buen nivel de resistencia al ácaro, sus progenies evaluadas por varios años, demostraron ser excelentes progenitores para bajos requerimientos de frío, alta productividad, y fruta de tamaño grande. Por su parte, ‘98,32’ transmite un nivel de firmeza de fruta inusual, sabor exquisito y fruta aromática.

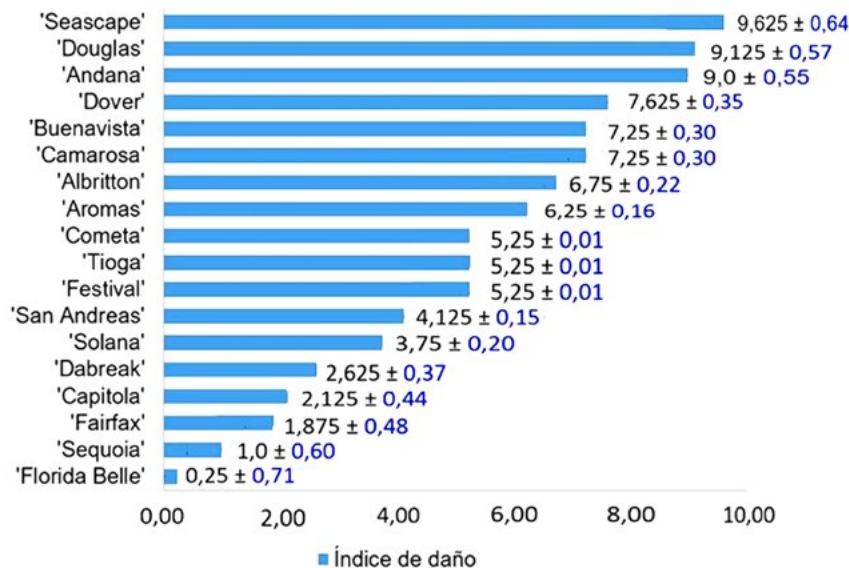
**Tabla 1.** Cuadrados medios del análisis de varianza para la reacción a la araña de dos puntos en 48 genotipos de fresa.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
Genotipos	47	27,094383***
C <sub>1</sub>	1	1,1250**
C <sub>2</sub>	1	0,7813**
C <sub>3</sub>	1	135,779**
Error experimental	144	0,078559

C.V. = 5,4 %; C1 = ‘Florida Belle’ vs ‘Sequoia’; C2 = ‘Florida Belle’ vs ‘98,32’; C3 = ‘Florida Belle’, ‘Sequoia’ y ‘Capitola’ vs ‘98,32’, ‘10,37’ y ‘07,4’.

**Cultivares**

En las Figuras 1 y 2 se presentó la respuesta de los cultivares extranjeros y del germoplasma del Programa de Fresa del INIFAP, respectivamente. En ambos grupos de poblaciones de clones, hubo una amplia variación en el daño del ácaro, desde genotipos altamente resistentes hasta otros extremadamente susceptibles, pasando por diversos grados de susceptibilidad. Los cultivares altamente resistentes fueron: ‘Florida Belle’, ‘Sequoia’ y ‘Fairfax’; los resistentes: ‘Capitola’, ‘Dabreak’, y ‘Solana’; tolerantes: ‘San Andreas’, ‘Tioga’, ‘Festival’ y ‘Cometa’; susceptibles: ‘Aromas’, ‘Albritton’, ‘Camarosa’, ‘Buenavista’ y ‘Dover’; y altamente susceptibles: ‘Andana’, ‘Douglas’, y ‘Seascape’ (Figura 1).



**Figura 1.** Reacción de 18 cultivares de fresa al daño de araña de dos puntos, bajo condiciones de invernadero. Irapuato, Guanajuato, 2017. Índice arbitrario de 0 a 10, donde 0 = ningún síntoma, y 10 = plantas totalmente colonizadas (Serce & Hancock, 2002).

### Clones avanzados y especies

Al comparar los clones avanzados y especies, su reacción al ácaro a través del IDF fue la siguiente: altamente resistentes: '98,32', *F. vesca* clon 'Guanajuato', 'UC-4' y '08,492'; resistentes: '92,1E6', '07,168', '10,37', '99,849', '07,4' y '99,139'; tolerantes: 'C-15,3', '07,35', '06,76', '00,142', '10,14', '10,25', '99,185', '07,207', '10,40' y '07,90'; susceptibles: '08,268', '99,24', '08,453', '02,81', '08,279' y '07,198'; altamente susceptibles: '02,11', '01,150', '01,70' y '10,16'. Cabe agregar que '92,1E6', es un híbrido F1 que porta 50 % de genes de *F. chiloensis* y C-15,3 un clon silvestre de esa especie (Figura 2).

### Discusión

Actualmente no existe información reciente documentada sobre los cultivares estudiados en el presente trabajo, sin embargo, en los últimos trabajos reportados hay coincidencias con la categoría de resistencia reportada en este estudio para algunos genotipos y fuertes diferencias para otros. Los genotipos altamente resistentes identificados en este estudio fueron: 'Florida Belle', 'Sequoia' y 'Fairfax'. En Florida y California E.E.U.U, Sequoia fue reportada como tolerante (Kishaba et al., 1972; Poe & Howard, 1971), posteriormente, en Florida esa misma variedad se clasificó como resistente (Schuster et al., 1980) y, en Brasil, los datos reportados sugieren que se comportó como medianamente susceptible (Lourencao et al., 2000). 'Florida Belle' según la información disponible, se clasificó como resistente en Florida (Schuster et al., 1980) y Ohio (Giménez-Ferrer et al., 1993), pero tolerante en Brasil

(Lourencao et al., 2000). A su vez Fairfax, se identificó como resistente (Giménez-Ferrer et al., 1993).

Entre los genotipos identificados como resistentes en esta investigación: 'Capitola', 'Dabreak' y 'Solana', este último fue declarado tolerante en Ohio (Giménez-Ferrer et al., 1993), en tanto que, para los dos primeros, no hay reportes de su reacción a la araña de dos puntos en la literatura internacional.

Los genotipos tolerantes aquí detectados fueron: 'San Andreas', 'Festival', 'Tioga' y 'Cometa', y de los reportes existentes 'Tioga' fue identificada como resistente en California (Kishaba et al., 1972) y tolerante en Ohio (Giménez-Ferrer et al., 1993). 'Festival', a su vez, fue detectada como resistente en Brasil (Costa et al., 2017).

Los genotipos identificados como altamente susceptibles en esta investigación son: 'Andana', 'Douglas' y 'Seascape'. De ellos solo hay antecedente de 'Douglas', que fue calificado como resistente en Ohio (Giménez-Ferrer et al., 1993) y susceptible en Irapuato en 1987 (Dávalos-González & Castro-Franco, 1987).

No obstante, es posible que las discrepancias observadas entre los cultivares en los distintos ensayos, fueron por las diferentes técnicas de evaluación empleadas (Giménez-Ferrer et al., 1993; Kishaba et al., 1972; Schuster et al., 1980), y quizás también, por la época en que el ensayo fue establecido ya que, aparentemente, bajo el fotoperiodo corto es cuando se expresa mejor la reacción de los genotipos a la susceptibilidad a la araña de dos puntos (Patterson et al., 1994).

Otro nivel de comparaciones y probablemente el que representa mejor la reacción del genotipo al ácaro es la comparación del resultado del ensayo con el IDF observado en campo en las plantaciones comerciales de la región de interés.

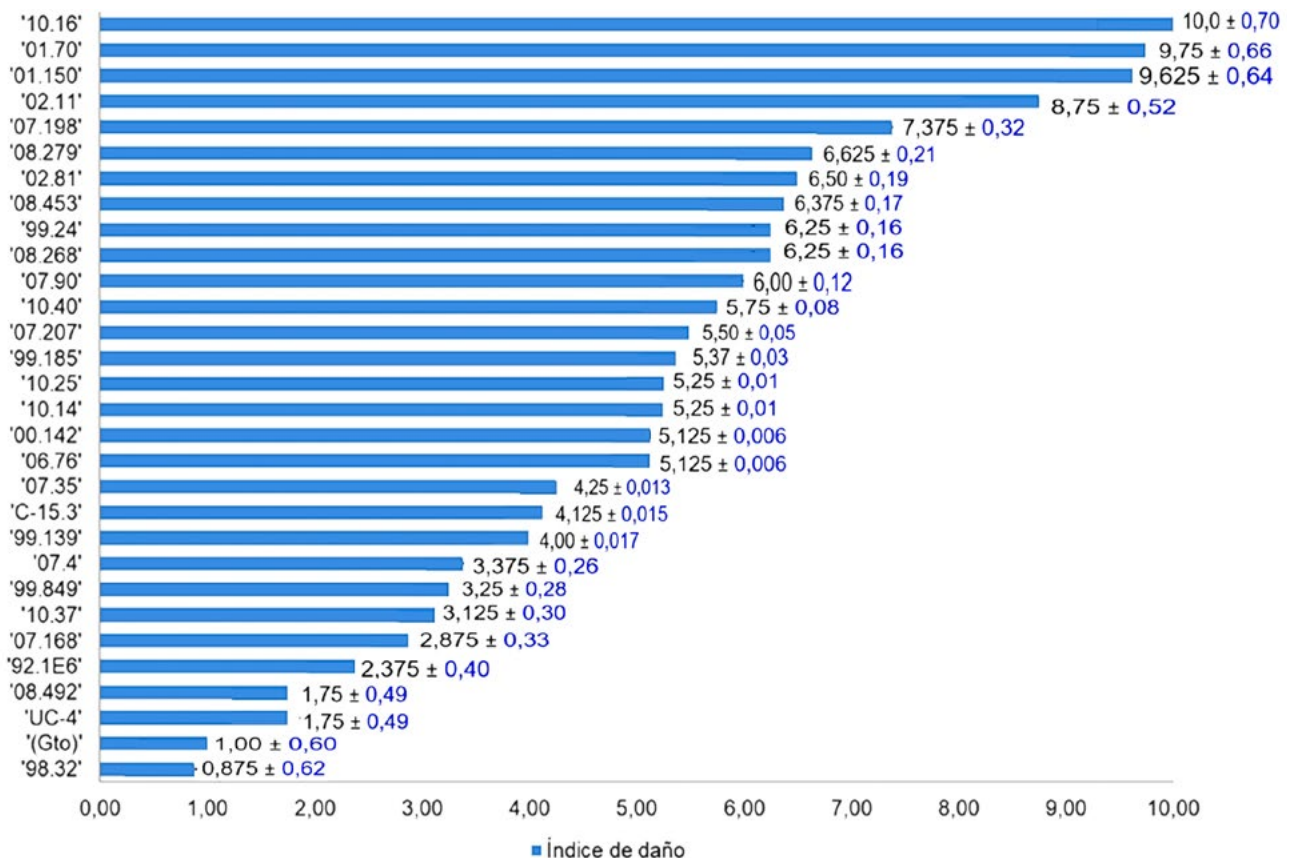


Figura 2. Reacción de 30 selecciones avanzadas y especies de fresa al ataque de araña de dos puntos, bajo condiciones de invernadero. Irapuato, Guanajuato, 2017. Índice arbitrario de 0 a 10, donde 0 = ningún síntoma, y 10 = plantas totalmente colonizadas (Serce & Hancock, 2002).

Para el caso de Irapuato y Guanajuato, la comparación fue con genotipos de los que se dispone de información (Datos no mostrados). Entre los genotipos resistentes en campo como: 'Sequoia', 'Capitola' y 'Solana', su respuesta fue la misma en este ensayo. La única excepción es 'San Andreas', que es altamente susceptible en campo y en el ensayo se mostró tolerante. Entre los cultivares susceptibles como 'Parker' y 'Dover' y altamente susceptibles 'Douglas' y 'Seascape', todos excepto 'Dover' se comportaron a nivel comercial en Irapuato de acuerdo con la reacción encontrada en el ensayo (Dávalos-González & Castro-Franco, 1987; Dávalos González et al., 1992). Este último también fue susceptible a nivel experimental en los ensayos de rendimiento.

Al buscar posibles fuentes de resistencia para la araña de dos puntos, en función del IDF, 'Capitola' es un excelente candidato, por su resistencia al ácaro (Figura 1), es de día neutro, con alto potencial de rendimiento y adaptación a pH alcalino. Esta combinación de atributos fue heredada a los híbridos descendientes de ese progenitor: '08,492', '10,37' y '07,4' que también mostraron bajos IDF (Figura 2). Son híbridos interespecíficos de *F. ananassa* x *F. chiloensis*. Es importante destacar que entre los genotipos que ha desarrollado el INIFAP para otros propósitos y ensayados para conocer su respuesta a la araña de dos puntos, 12 de 16 híbridos interespecíficos (75%) se clasificaron en las primeras tres categorías de menor IDF versus solamente 5 de 10 (50%) para las mismas categorías antes señaladas en los híbridos intraespecíficos. Estos datos demuestran que la hibridación interespecífica con ciertos clones de *F. chiloensis* ssp. Pacífica seleccionados para resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, también aportaron patrimonio genético para resistencia a araña, cualidad documentada en ciertos clones de esta especie (Shanks et al., 1995). La confirmación de que hay una mayor base genética para resistencia a la araña, ofrece la posibilidad de desarrollar mediante el mejoramiento genético convencional cultivares de fresa con buena productividad y calidad de fruta con la cualidad adicional de que requieran menos aplicaciones de acaricidas.

Estudios más actualizados sugieren que la resistencia de genotipos de fresa al ataque de la araña roja se puede deber a diversos factores químicos (metabolitos secundarios y aleloquímicos) (Vázquez et al., 2016) o morfológicos de la planta (Golizadeh et al., 2017), así como al contenido de nutrientes en las hojas del huésped (Elsadany, 2018), que pueden llegar a afectar los parámetros de crecimiento del ácaro (Santamaria et al., 2020). Resende et al. (2020) reportan que la presencia de tricomas en genotipos de fresa es un mecanismo de defensa al ataque de *T. urticae* al alterar su comportamiento. Los tricomas llegan a obstaculizar el movimiento de los ácaros y limitan la oviposición de los huevos, por lo que, se puede considerar como un fenómeno de antixenosis (Karley et al., 2016). Por su parte, Hata et al. (2020) mencionan que la presencia de tricomas en los folíolos de fresa es considerada como un promotor de resistencia a la araña roja como mecanismos constitutivos, ya que son estructuras preexistentes desarrolladas para evitar daños por plagas (Santamaria et al., 2020).

Karlec et al. (2017) reportan que diferentes cultivares de fresa (Camarosa, Florida, Festival, Campinas y Sabrosa) influyeron negativamente en la biología *T. urticae*, a causa de una probable antibiosis, similar a lo reportado por Monteiro et al. (2014) quienes mencionan que *T. urticae* presentó mayor dificultad de establecimiento en discos foliares de fresa en

estado larvario, posiblemente por la presencia de compuestos que pueden tener efectos tóxicos o antidigestivos en los estadios iniciales del ácaro, que afecta directamente alguna etapa del ciclo biológico del ácaro como: tasa de reproducción, oviposición y sobrevivencia (Karlec et al., 2017; Rakha et al., 2017). Esto se puede deber principalmente a la presencia de ciertas sustancias como pueden ser metilcetonas que presentan actividad disuasoria contra los ácaros (Antonious & Snyder, 2015), acilsacarosa producida por los tricomas tipo IV que causa mortalidad y reduce la tasa de oviposición (Lucini et al., 2015), zingibereno, un sesquiterpeno producido por tricomas tipo IV y VI, que llega a aumentar la mortalidad de las ninfas y disminuir la fecundidad (De Oliveira et al., 2018), así como otros aloquímicos como los flavonoides, compuestos fenólicos o terpenoides también se han asociado con la resistencia a *T. urticae* (Agut et al., 2014).

## Conclusiones

Se identificaron genotipos extremadamente resistentes a la araña de dos puntos, tanto en genotipos extranjeros como entre los genotipos de fresa del INIFAP estos genotipos resistentes que pueden ser factibles de utilizar como progenitores para desarrollar nuevos materiales resistentes a *T. urticae*. De hecho, 07,4 tiene alto potencial de rendimiento, excelente calidad sensorial de la fruta y resistencia al complejo viral y a *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* (Fof), 10,37 posee cualidades semejantes al clon anterior excepto resistencia a Fof; 98,32 excelente firmeza y sabor de fruta. Estos resultados, confirman que esos progenitores pueden asegurar el mantenimiento de un nivel de variación genética para resistencia al ácaro y permiten seleccionar genotipos con un conjunto sobresaliente de caracteres de rendimiento calidad y resistencia a las enfermedades descritas, como a la araña de dos puntos.

## Referencias

- Agut, B., Gamir, J., Jacas, J. A., Hurtado, M., & Flors, V. (2014). Different metabolic and genetic responses in citrus may explain relative susceptibility to *Tetranychus urticae*. *Pest management science*, 70(11), 1728-1741. <https://doi.org/10.1002/ps.3718>
- Al-Khayri, J. M., & Islam, R. (2018). Genetic improvement of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne). In: Al-Khayri, J., Jain, Johnson, D. (Ed) *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits* (3 Ed., 217-275). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7_6)
- Al-Shammery, K. A., & Al-Khalaf, A. A. (2022). Effect of host preference and micro habitats on the survival of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in Saudi Arabia. *Journal of King Saud University-Science*, 34(4), 102030. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102030>
- Antonious, G. F., & Snyder, J. C. (2015). Repellency and oviposition deterrence of wild tomato leaf extracts to spider mites, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 50(9), 667-673. 10.1080/03601234.2015.1038960
- Bujanos Muñoz, R., Marín Jarillo, A., González Pérez, E., Villalobos Reyes, S., & Díaz Espino, L. F. (2018). Manejo de artrópodos-plaga del cultivo de la fresa en la Región de el Bajío, México. Folleto Técnico No. 12. Primera edición. INIFAP.
- Csányi, K., Barta, K., Szatmári, J., & Farsang, A. (2019). Potential environmental impacts of powders of agricultural origin, with particular regard to the effects of pesticide, Southern Hungary. En *Geophysical Research Abstracts*, 21. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-16167.pdf>
- Costa, A. F., Teodoro, P. E., Bhering, L. L., Fornazier, M. J., Andrade, J. S., Martins, D. S., & Zanuncio-Junior, J. S. (2017).

- Selection of strawberry cultivars with tolerance to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and high yield under different managements. *Genetics and Molecular Research: GMR*, 16(2), 16029599. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029599>
- Dávalos-González, P. A., & Castro-Franco, J. (1987). *Variedades de fresa introducidas con adaptación para el Bajío*. (Folleto Técnico Núm. 4. pp. 6.) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Dávalos-González, P. A., Castro-Franco, J., Redondo-Juárez, E., Rodríguez-González, H., Díaz-Castro, G., & Arévalo-Valenzuela, A. (1992). *Guía para cultivar fresa en Irapuato*. (Folleto para productores Núm. 1. pp. 43.) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Dávalos-González, P. A., Jofre-Garfias, A. E., Hernández-Razo, A. R., Narro-Sánchez, J., Castro-Franco, J., Vázquez-Sánchez, N., & Bujanos-Muñiz, R. (2006). Strawberry breeding for the central plateau of México. *Acta Horticulturae*, 708, 547-552. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.708.97>
- De Oliveira, J. R., De Resende, J. T., Maluf, W. R., Lucini, T., de Lima Filho, R. B., De Lima, I. P., & Nardi, C. (2018). Trichomes and allelochemicals in tomato genotypes have antagonistic effects upon behavior and biology of *Tetranychus urticae*. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1132. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01132>
- Elsadany, M. F. (2018). Influence of host plants and some leaf contents on biological aspects of *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 79, 20. <https://doi.org/10.1186/s41936-018-0032-8>
- Fahim, S. F., Momen, F. M., & El-Saiedy, E. S. M. (2020). Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. *Persian Journal of Acarology*, 9(1), 43-56. <https://www.biotaxa.org/pja/article/view/202014>
- Giménez Ferrer, R. M., Scheerens, J. C., & Erb, W. A. (1993). *In vitro* screening of 76 strawberry cultivars for twospotted spider mite resistance. *HortScience*, 28(8), 841-844. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.28.8.841>
- Golizadeh, A., Ghavidel, S., Razmjou, J., Fathi, S. A. A., & Hassanpour, M. (2017). Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. *Acarologia*, 57(3), 607-616. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20174176>
- Gong, Y. J., Chen, J. C., Zhu, L., Cao, L. J., Jin, G. H., Hoffmann, A. A., & Wei, S. J. (2018). Preference and performance of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars. *Experimental and Applied Acarology*, 76, 185-196. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0295-2>
- Gyuris, E., Szép, E., Kontschán, J., Hettyey, A., & Tóth, Z. (2018). Efficiency against the Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and prey-age-related choice of three predatory mites. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 64(1), 75-90. <https://doi.org/10.17109/AZH.64.1.75.2018>
- Hata, F. T., Ventura, M. U., Ferreira, N. Z. B., Béga, V. L., Camacho, I. M., de Paula, M. T., & de Lima, D. P. (2020). *Neopamera bilobata* Say (Hemiptera: Rhyparochromidae) habit and density on strawberry cultivars. *Phytoparasitica*, 48, 183-190. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00791-x>
- Jofre-Garfias, A.E., Vázquez-Sánchez, M.N., Hernández-Razo, A. R., & Dávalos-González, P.A. (2006). Production and acclimatization of in vitro produced strawberry plants. *Acta Horticulturae*, 727, 67-72. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.727.5>
- Karlec, F., Duarte, A. D. F., Oliveira, A. C. B. D., & Cunha, U. S. D. (2017). Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), e-171. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>
- Karley, A. J., Mitchell, C., Brookes, C., McNicol, J., O'Neill, T., Roberts, H., & Johnson, S. N. (2016). Exploiting physical defence traits for crop protection: leaf trichomes of *Rubus idaeus* have deterrent effects on spider mites but not aphids. *Annals of Applied Biology*, 168(2), 159-172. <https://doi.org/10.1111/aab.12252>
- Kishaba, A. N., Voth, V., Howland, A. F., Bringham, R. S., & Toba, H. H. (1972). Two-spotted spider mite resistance in California strawberries. *Journal of Economic Entomology*, 65, 117-119. <https://doi.org/10.1093/jee/65.1.117>
- Lourencao, A. L., Moraes, G. J., Passos, F. A., Amrosano, G. M. B., & Silva, L. V. F. (2000). Resistencia de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(2), 339-346. <https://doi.org/10.1590/S0301-8059200000200016>
- Lucini, T., Faria, M. V., Rohde, C., Resende, J. T. V., & de 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>
- Monteiro, L. B., Kuhn, T. M. A., Mogor, A. F., & Da Silva, E. D. B. (2014). Biology of the two-spotted spider mite on strawberry plants. *Neotropical Entomology*, 43, 183-188. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0184-7>
- Patterson, C. G., Archbold, D. D., Rodríguez, J. C., & Hamilton-Kemp, T. R. (1994). Day length and resistance of strawberry foliage to the two-spotted spider mite. *HortScience*, 29(11), 1329-1331. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.11.1329>
- Pazmiño, P., Lema, G., Mendoza, D., Velástegui, G., & Vásquez, C. (2018). Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) alimentado sobre dos cultivares de fresa en Ecuador. *Bioagro*, 30(3), 229-234. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7142736>
- Poe, S. L., & Howard, C. M. (1971). Relative susceptibility of selected strawberry clones and cultivars to spider mite injury. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 4, 152-156.
- Puspitarini, R. D., Fernando, I., Rachmawati, R., Hadi, M. S., & Rizali, A. (2021). Host plant variability affects the development and reproduction of *Tetranychus urticae*. *International Journal of Acarology*, 47(5), 381-386. <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1915377>
- Rakha, M., Bouba, N., Ramasamy, S., Regnard, J. L., & Hanson, P. (2017). Evaluation of wild tomato accessions (*Solanum* spp.) for resistance to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) based on trichome type and acylsugar content. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 1011-1022. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0421-0>
- Renkema, J., Dubon, F., Peres, N., & Evans, B. (2020). Twospotted spider mites (*Tetranychus urticae*) on strawberry (*Fragaria x ananassa*) transplants, and the potential to eliminate them with steam treatment. *International Journal of Fruit Science*, 20(51), 978-991. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1755769>
- Resende, J. T. V. D., Lima Filho, R. B. D., Ribeiro, L. K., Corrêa, J. V. W., Maciel, C. D. D. G., & Youssef, K. (2020). Strawberry genotypes with resistance to *Tetranychus urticae* mediated by leaf trichomes. *Ciência e Agrotecnologia*, 44, e006920. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044006920>
- Santamaria, M. E., Arnaiz, A., Rosa-Diaz, I., González-Melendi, P., Romero-Hernandez, G., Ojeda-Martinez, D. A., & Diaz, I. (2020). Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. *Plants*, 9(4), 464. <https://doi.org/10.3390/plants9040464>
- Shanks, C. H., Chandler, C. K., Show, E. D., & Moore, P. P. (1995). *Fragaria* resistance to spider mites at three locations in the United States. *HortScience*, 30(5), 1068-1069. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.5.1068>
- Schuster, D. J., Price, J. F., Martin, F. G., Howard, C. M., & Albrechts, E. E. (1980). Tolerance of strawberry cultivars to two-spotted spider mites in Florida. *Journal of Economic Entomology*, 73(1), 52-54. <https://doi.org/10.1093/jee/73.1.52>
- Serce, S., & Hancock, J. F. (2002). Screening of strawberry germplasm for resistance to the two-spotted spider mite. *HortScience*, 37(3), 593-594. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.3.593>
- Vázquez González, G., Sabás Chávez, C. C., González Huerta, A., Aguilar Medel, S., Vázquez García, L. M., & Mejía Carranza, J.

- (2016). The *Tetranychus urticae* Koch effect on the quality of the flower stem of 15 rose cultivars. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 833-844. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/258>
- Wagner, H., Knorn, A., & Olbricht, K. (2021). Resistance evaluation of two-spotted spider mite in the genus *Fragaria* L. En *IX International Strawberry Symposium 1309*, 153-156. [https://www.ishs.org/ishs-article/1309\\_22](https://www.ishs.org/ishs-article/1309_22)

---

### Origen y financiamiento

*La presente investigación forma parte del trabajo de investigación que se derivó del proyecto “Generación y validación de variedades mexicanas de fresa”, financiado por los fondos sectoriales de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) en México.*

### Contribución de los autores

*Pedro Antonio Dávalos-González: recolección y cría del material biológico, establecimiento de experimento, toma de datos, interpretación de análisis de datos y redacción del manuscrito.*

*Rafael Bujanos-Muñiz: establecimiento de experimento, toma de datos, interpretación de análisis de datos y redacción del manuscrito.*

*Ramón Aguilar-García: análisis e interpretación de datos y escritura del manuscrito.*

*Alejandro Rodríguez-Guillén: establecimiento de experimento, toma de datos y escritura del manuscrito.*

*Alba Estela Jofre Y Garfias: Análisis e interpretación de datos y escritura del manuscrito.*

*José Francisco Rodríguez-Rodríguez: análisis e interpretación de datos, escritura del manuscrito y envió del manuscrito.*

*Antonio Marín Jarillo: Análisis e interpretación de datos y escritura del manuscrito.*

### Conflicto de intereses

*Los autores declaramos no tener conflicto de interés.*