

Fresa: Tendencias y perspectivas en el control de la plaga clave araña roja (*Tetranychus urticae*)

Strawberry: Trends and perspectives in the control of the key pest two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*)

Daniel S. Kirschbaum^{1,2}

Resumen: La araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) es la principal plaga del cultivo de la fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) en el mundo (pérdidas de hasta 80%). El ataque comienza en el envés de hojas viejas, causando pérdida de clorofila y reducción de: la tasa fotosintética, del desarrollo foliar y de la cantidad y calidad de frutos. Las limitaciones de los acaricidas químicos (riesgos ecotoxicológicos, tiempos de carencia prolongados, desarrollo de resistencia y mayor demanda de alimentos inocuos), impulsó el desarrollo de tecnologías alternativas o complementarias que marcan tendencias en el manejo de esta plaga clave de la fresa.

Palabras clave adicionales: manejo integrado de plagas; agricultura sostenible; *Fragaria × ananassa*.

Abstract: The two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) is the main pest of strawberry crops (*Fragaria × ananassa* Duch.) worldwide (losses of up to 80%). The attack begins on the underside of old leaves, causing loss of chlorophyll and reduction of the photosynthetic rate, foliar development, and fruit quantity and quality. The limitations of chemical miticides (ecotoxicological risks, long pre-harvest intervals, resistance development, and greater demand for safe food) promoted development of alternative or complementary technologies that are setting trends in the management of this strawberry key pest.

Additional key words: integrated pest management; sustainable agriculture; *Fragaria × ananassa*.

Introducción

La producción de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) ha mostrado un franco crecimiento en los últimos 5 años (Fig. 1) y se espera que esta tendencia se mantenga y acentúe por efectos de la pandemia de COVID-19, dado que la fresa es uno de los alimentos preferidos por sus propiedades nutraceuticas, especialmente por fortalecer el sistema inmunológico (Yadav, 2021). Se cultiva en unos 80 países, siendo China, EE.UU., México, Turquía, Egipto y España los principales (Tab. 1).

¹ INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Famaillá, Tucumán y Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán (Argentina). ORCID Kirschbaum, D.S.: 0000-0002-8547-0698

² Autor para correspondencia: kirschbaum.daniel@inta.gob.ar

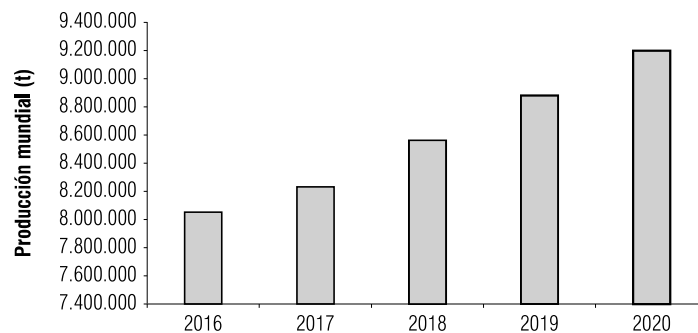


Figura 1. Tendencia de la producción (t) mundial de fresa. Elaboración propia con datos del 2019 (FAO, 2021). Año 2020: estimación propia.

Tabla 1. Estadísticas mundiales de producción y superficie cultivada de fresa (FAO, 2021).

	Producción (t)	Superficie (ha)
Mundo	8.885.000	396.500
China	3.213.000	126.000
EE.UU.	1.021.500	18.150
México	861.000	16.500
Turquía	487.000	16.100
Egipto	460.000	11.800
España	352.000	7.300

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2021).

Araña roja: *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

La araña roja afecta considerablemente la producción de fresa en el mundo. Puede causar pérdidas de hasta 80% en cultivos de esta baya (Karlec *et al.*, 2017). Otros autores mencionan 10 a 20% de pérdidas de rendimiento (Giménez-Ferrer, 1994). El ataque comienza en el envés de las hojas viejas, observándose un amarillamiento en el haz. Viven agrupadas en el envés y forman una “telaraña” que utilizan para su protección. Son individuos muy pequeños. Los adultos de forma oval. Las larvas de color amarillo-verdoso con dos puntos oscuros característicos sobre el dorso. Las hembras adultas son de color rojo intenso.

La araña roja con su estilete perfora las hojas y succiona el contenido celular (Bensoussan *et al.*, 2016), resultando en pérdida de clorofila (amarillamiento) y reducción de la tasa de fotosíntesis (Reddall *et al.*, 2007). A altas tasas de infestación, los ácaros pueden suprimir el desarrollo de las hojas y, en última instancia, afectar la calidad y cantidad de las fresas producidas (Nyoike y Liburd, 2013).

Situación de la fresa ante la plaga araña roja

En la medida que el mundo experimente el cambio climático en forma de aumento de la temperatura y condiciones más secas, el manejo de *T. urticae* se volverá más desafiante (Urbaneja-Bernat *et al.*, 2019). Hay escasos acaricidas (químicos) que puedan usarse durante el período de cosecha debido que presentan tiempos de carencia prolongados. En vista de que *T. urticae* puede desarrollar resistencia a numerosos plaguicidas, su control químico es difícil. Por otro lado, pero vinculado a lo anterior, la guía del comprador

del Environmental Working Group (2017) ha identificado a la fresa como una de las frutas más contaminadas de las 45 más populares, ocupando el cuarto lugar en 2016 y el primero en 2017. Esto pone en desventaja a la fresa frente a la tendencia de la demanda de los consumidores, orientada a la preferencia por frutas y hortalizas sin residuos de plaguicidas. Tampoco debe obviarse el hecho de que la polinización por abejas juega un papel importante en la producción y calidad de la fresa. Se estima que esta contribuye al 28% del rendimiento en un cultivo de fresa, siendo las abejas los insectos polinizadores más abundantes (Bagnara y Vincent, 1988), por lo que también se deben considerar los riesgos ecotoxicológicos de los acaricidas químicos para los polinizadores.

Tendencias en el control de la araña roja en fresa

Los microaspersores contribuyen a mejorar la humedad en el microclima de la fresa, lo que desalienta las poblaciones de arañas rojas (Dara *et al.*, 2016). Crean un ambiente más propicio para enemigos naturales, como los ácaros depredadores (Phytoseidae) y los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) (Dara *et al.*, 2016; Danielsen, 2018). Instalados en las camas de fresas, los microaspersores pueden suministrar agua de una manera más controlada y dirigida, con un escurrimiento mínimo o nulo. Los microaspersores son más eficientes (81%) que los aspersores convencionales (70%). El agua es un recurso crítico en un cultivo de alto valor como la fresa, especialmente bajo las condiciones de sequía actuales que ocurren en todo el mundo.

Habría una relación entre las características histofoliarias de la fresa y la densidad de araña roja en las hojas (incidencia), potencialmente vinculada a una respuesta metabólica de las células del mesófilo frente al ataque del ácaro. Esto permite hipotetizar que la tolerancia varietal a *T. urticae* podría estar relacionada con la densidad de cuerpos ergásticos foliares (Neira *et al.*, 2021). Otros estudios mantienen la hipótesis de que la tolerancia varietal en fresa está relacionada a la densidad de tricomas glandulares en los folíolos (Gugole Ottaviano *et al.*, 2013; Resende *et al.*, 2020). Estas características podrían ser la base para la obtención de cultivares de fresa tolerantes a la araña roja.

El método UV-B es una técnica de control que aprovecha el comportamiento y fisiología de la araña roja relacionados con la adaptación a los rayos UV, para aprovechar sus debilidades. Aunque el aumento de la sombra debido al crecimiento de las plantas puede reducir la efectividad de este método, los ácaros fitoseidos que evitan los rayos UV-B pueden atacar a los individuos de araña roja que sobreviven en los sectores sombreados de la planta (Yuan y Osakabe, 2019). En consecuencia, los ácaros fitoseidos pueden complementar la debilidad del método UV-B en áreas sombreadas de la planta de fresa. El uso simultáneo del método UV-B y el control biológico es extremadamente prometedor para el manejo eficaz de la plaga.

La exposición nocturna a irradiación UV-C de plantas de fresa infestadas con *T. urticae* redujo significativamente la cantidad de ácaros vivos por folíolo del dosel medio (<5) en comparación con las plantas testigo, no tratadas (>175). Ninguna de las plantas de fresa irradiadas con UV-C presentó telaraña, mientras que el 65% de las plantas no tratadas sí (Short *et al.*, 2020). Existe tecnología robótica para aplicar radiaciones UV en cultivos de fresa.

Las plantas de fresa tratadas con elicitores (p.e. MeJA) restringen la oviposición de la araña roja (Mouden *et al.*, 2021). La mayoría de los glucósidos flavonoides y fenólicos (compuestos de defensa vegetal) se indujeron con la aplicación de MeJA en fases juveniles de las plantas de fresa. Se propone que, las plantas jóvenes, relativamente

pequeñas, carecen de defensa constitutiva, lo que requiere una respuesta activa de defensa mediada por el ácido jasmónico.

Los hongos entomopatógenos se pueden aplicar como inoculantes de raíces en plantas de fresa para controlar simultáneamente *T. urticae* y hongos fitopatógenos (Canassa *et al.*, 2020). No producen efectos negativos sobre los ácaros depredadores (*Neoseiulus californicus*). En consecuencia, la inoculación de plantas de fresa con hongos entomopatógenos mediante inmersión de raíces puede usarse en combinación con ácaros depredadores para el control de *T. urticae*, constituyendo una estrategia innovadora de control biológico.

El ARN de interferencia (ARNi) es un mecanismo para silenciar genes mediante moléculas de ARN de doble cadena. El silenciamiento de genes se da por la interacción de complejos enzimáticos en el citoplasma con pequeñas moléculas de ARN exógeno que actúan sobre el ARN mensajero (ARNm) endógeno, impidiendo que sea traducido a proteína. ARNi es una tecnología alternativa para el control de plagas de importancia agrícola, a través del silenciamiento selectivo de genes, considerados esenciales para la sobrevivencia de la plaga. Un genoma bien anotado, susceptibilidad a ARNi e importancia económica, hacen de *T. urticae* un candidato excelente para el desarrollo de un protocolo de ARNi que permite el control de esta plaga (Bensoussan *et al.*, 2020).

La mayoría de los plaguicidas botánicos tienen limitaciones de acción lenta y corta persistencia para el manejo de plagas y enfermedades. La combinación de insecticidas botánicos con nanopartículas permite que las aplicaciones sean más efectivas y se utilice menos biocida (Yan *et al.*, 2021). En un estudio reciente, con la ayuda de nanopartículas del polímero SPc, se introdujeron más partículas nanométricas del insecticida botánico osthole en el citoplasma de la plaga, a través de la endocitosis, logrando mayor citotoxicidad contra las células de la araña roja en fresa. Además, permite el control simultáneo de enfermedades, lo cual es muy destacable para la agricultura sostenible.

El silicio podría desempeñar un papel importante en el control de amplio espectro de plagas y enfermedades en el cultivo de fresa. La aplicación de silicio en la raíz contribuyó a mejorar la resiliencia de las plantas contra *Podosphaera aphanis* y *T. urticae*, cuando se evaluaron los efectos del nutriente aplicado a través del sistema de fertirrigación en plantas de fresa (Liu *et al.*, 2020).

La necesidad de encontrar alternativas menos reñidas con el medio ambiente ha llevado a una intensificación de los estudios de enemigos naturales, plantas bankers y control biológico por liberación y por conservación. Como resultado, continuamente se reportan primeras de citas de artrópodos depredadores de arañas rojas, como por ejemplo el díptero *Feltiella curtistylus* y el fitoseido *N. barkeri* en diferentes zonas fraseras de Tucumán (Argentina) (Macián *et al.*, 2018; Funes *et al.*, 2020). Las continuas nuevas citas que pasan a engrosar el nutrido listado de enemigos naturales de araña roja (Castilho *et al.*, 2015; Dara, 2017), permitiendo dimensionar de una manera más clara y precisa los alcances de los servicios ecosistémicos.

Asimismo, se ha logrado profundizar los conocimientos sobre los recursos alimentarios que ofrece la vegetación espontánea a los enemigos naturales en términos de polen, lo cual ayuda a mantener la permanencia de enemigos naturales en el agroecosistema cuando las presas de estos depredadores no están presentes en el cultivo. Si bien el polen de estas plantas no permitiría el aumento de la población de *N. californicus*, la presencia de estas plantas en las proximidades del cultivo de fresa podría contribuir a la persistencia de la población del fitoseido y limitar la expansión de *T. urticae* en etapas iniciales de colonización del cultivo (Gugole Ottaviano *et al.*, 2015).

Se ha comprobado que el control biológico con diferentes especies de ácaros fitoseidos (*Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, *N. fallacis* y *Amblyseius andersoni*), reduce los niveles de araña roja inmediatamente después de la liberación en fresas en California (Howell y Daugovish, 2016). Sin embargo, lograron mantenerlas bajas sólo durante dos semanas. Esto indica que se necesitarán varias liberaciones a lo largo de la temporada de cultivo para mantener los niveles de araña roja por debajo de los umbrales económicos.

En cuanto a plantas bankers, cabe destacar un simple y confiable sistema de hábitat de plantas, en el cual no es necesario el monitoreo del cultivo para determinar el momento de liberación de ácaros fitoseidos para el control de araña roja, desarrollado en Corea del Sur (Ham *et al.*, 2019). Dicho sistema consiste en realizar un cultivo de plantas bankers (*Oxalis corniculata*) cerca del lote productivo de fresa, infestarlo con un ácaro fitófago (*Tetranychina harti*), que es específico de estas plantas y en ellas liberar ácaros fitoseidos (*N. californicus*). De esta manera, los depredadores estarán activos en el agroecosistema y controlarán las arañas rojas desde el momento que estas irrumpen en el cultivo de fresa.

En la era de la Agricultura 4.0, se destaca la utilización de drones que monitorean la sanidad del cultivo, detectan focos de araña roja (Cakir, 2016) y hacen liberaciones de ácaros fitoseidos (Leidig y Waddell, 2021); el desarrollo de aplicaciones para celulares (apps) que permiten, a través de imágenes tomadas con la cámara del celular, monitorear poblaciones de araña roja en hojas de fresa y detectar rápidamente el umbral de intervención (Lee, 2021); aplicación de UV-C con robots que se desplazan por el cultivo de fresa (Takeda *et al.*, 2020).

Conclusiones

Las tecnologías descritas son compatibles y combinables. Para su implementación se requiere la realización de modificaciones (ajustes) en el esquema productivo clásico de fresa. Por otro lado, fortalecen el enfoque de agroecosistema, aportan de innovaciones al MIP y contribuyen a la intensificación sostenible de los sistemas frutihortícolas.

Referencias bibliográficas

- Bagnara, D. y C. Vincent. 1988. The role of insect pollination and plant genotype in strawberry fruit set and fertility. *J. Hortic. Sci.* 63, 69-75.
- Bensoussan, N., S. Dixit, M. Tabara, D. Letwin, M. Milojevic, M. Antonacci y V. Grbic. 2020. Environmental RNA interference in two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, reveals dsRNA processing requirements for efficient RNAi response. *Sci. Rep.* 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75682-6>
- Bensoussan, N., M. Santamaria, V. Zhurov, I. Diaz, M. Grbić y V. Grbić. 2016. Plant-herbivore interaction: dissection of the cellular pattern of *Tetranychus urticae* feeding on the host plant. *Front. Plant Sci.* 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01105>
- Cakir, M. 2016. Damage detection of twospotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) in strawberry plants using unmanned aerial vehicle multispectral images. M.Sc. thesis. University of Florida, USA.
- Canassa, F., F. Esteca, R. Moral, N. Meyling, I. Klingen e I. Delalibera. 2019. Root inoculation of strawberry with the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* reduces incidence of the twospotted spider mite and selected insect pests and plant diseases in the field. *J. Pest Sci.* 86, 361-386. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01147-z>

- Castilho, R., V. Duarte, G. de Moraes, K. Westrum, N. Trandem, L. Rocha, I. Delalibera e I. Klingen. 2015. Two-spotted spider mite and its natural enemies on strawberry grown as protected and unprotected crops in Norway and Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 66(4), 509-28. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9913-4>
- Danielsen, J. 2018. Short-time effects of water sprinkling on the two-spotted spider mite predator *Phytoseiulus persimilis* in strawberry. M.Sc. thesis. Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management Nina Trandem, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Noruega.
- Dara, S. 2017. Biology and management of spider mites in strawberry. En: University of California Cooperative Extension, <http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/284203.pdf>
- Dara, S., S. Sandoval-Solis y D. Peck. 2016. Improving strawberry irrigation with micro-sprinklers and their impact on pest management. *Agric. Sci.* 7(12), 859-868. <https://doi.org/10.4236/as.2016.712078>
- Environmental Working Group. 2017. Shopper's guide to pesticides in produce. En: <https://www.ewg.org/foodnews/strawberries.php>
- FAO. 2021. FAOSTAT Statistical Database. Roma.
- Funes, C., L. Escobar y D. Kirschbaum. 2020. First record of *Feltiella curtistylus* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in Argentina. *Rev. Fac. Cienc. Agrar. Univ. Nac. Cuyo* 52(1), 314-319.
- Giménez-Ferrer, R., M. Erb, B. Bishop y J. Scheerens. 1994. Host-pest relationships between the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and strawberry cultivars with differing levels of resistance. *J. Econ. Entomol.* 87(1), 168-175
- Gugole Ottaviano, M., C. Cédola, N. Sánchez y N. Greco. 2015. Conservation biological control in strawberry: effect of different pollen on development, survival, and reproduction of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 67(4), 507-21. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9971-7>
- Gugole Ottaviano, M., N. Sánchez, M. Roggiro y N. Greco. 2013. Performance of *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus californicus* on strawberry cultivars and assessment of the effect of glandular trichomes. *Arthropod-Plant Interact.* 7(5), 547-554. <https://doi.org/10.1007/s11829-013-9268-x>
- Ham, E., H. Jun, J. Lee, U. Lim, Y. Lee y J. Park. 2019. Natural enemy in first (NEF). *Kor. J. Appl. Entomol.* 58(4), 319-320. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2019.11.0.054>
- Howell, A. y O. Daugovish. 2016. Biocontrol of spider mites in California strawberry production. *Int. J. Fruit Sci.* 16, 169-177.
- Karlec, F., A. Duarte, A. Oliveira y U. Cunha. 2017. Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Rev. Bras. Frutic.* 39(1), 1-8. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>
- Lee, D. 2021. Artificial intelligence for yield prediction and spider mite management. Conferencia Annual Santa Maria Strawberry Field Day. UC Cooperative Extension, California, USA.
- Leidig, T. y K. Waddell. 2021. Survival rates of *Phytoseiulus persimilis* via aerial drone application. En: http://www.parabug.com.au/resources/Documents_Research/Cal%20Poly%20Study.pdf
- Liu, B., K. Davies y A. Hall. 2020. Silicon builds resilience in strawberry plants against both strawberry powdery mildew *Podosphaera aphanis* and two-spotted spider mites *Tetranychus urticae*. *PLoS ONE* 15(12), e0241151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241151>
- Macián, A., L. Ghiggia, A. Jaime, B. Carrizo, C. Funes y D. Kirschbaum. 2018. *Neoseiulus barkeri* (Hughes) (Acari: Phytoseiidae) en cultivo de frutilla (*Fragaria x annanasa* Duch.) en Tucumán. Resúmenes de XVI Jornadas Fitosanitarias Argentinas, 10-12 octubre 2018. Tucumán, Argentina.
- Mouden, S., J. Bac-Molenaar, I. Kappers, E. Beerling y K. Leiss. 2021. Elicitor application in strawberry results in long-term increase of plant resilience without yield loss. *Front. Plant Sci.* 12, 695908. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.695908>

- Neira, D., C. Funes, M. Arias y D. Kirschbaum. 2021. Relación entre alteraciones histofoliares y tolerancia a arañuela roja (*Tetranychus urticae*) en diferentes cultivares de frutilla (*Fragaria × ananassa*). Resúmenes del 41 Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, Argentina.
- Nyoike, T. y O. Liburd. 2013. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on marketable yields of field-grown strawberries in North-Central Florida. J. Econ. Entomol. 106(4), 1757-1766. <https://doi.org/10.1603/ec12033>
- Reddall, A., L. Wilson, P. Gregg y V. Sadras. 2007. Photosynthetic response of cotton to spider mite damage: interaction with light and compensatory mechanisms. Crop Sci. 47(5), 2047-2057. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.11.0707>
- Resende, J., R. De Lima Filho, L. Ribeiro, J. Corrêa, C. De Goes Maciel y K. Youssef. 2020. Strawberry genotypes with resistance to *Tetranychus urticae* mediated by leaf trichomes. Ciênc. Agrotecnol. 44, e006920. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044006920>
- Short, B., W. Janisiewicz, F. Takeda y T. Leskey. 2020. UV-C irradiation as a management tool for *Tetranychus urticae* on strawberries: UV-C management for *T. urticae*. Pest Manage. Sci. 76, 3879-3879. <https://doi.org/10.1002/ps.5045>
- Takeda, F., W. Janisiewicz, T. Leskey y A. Stager. 2020. Ultraviolet-C light and robotics for autonomous control of strawberry diseases, insects and mites. En: Progressive Crop Consultant, <https://progressivecrop.com/2020/12/ultraviolet-c-light-and-robotics-for-autonomous-control-of-strawberry-diseases-insects-and-mites>
- Urbaneja-Bernat, P., V. Ibáñez-Gual, M. Montserrat, E. Aguilar-Fenollosa y J. Jaques. 2019. Can interactions among predators alter the natural regulation of an herbivore in a climate change scenario? The case of *Tetranychus urticae* and its predators in citrus. J. Pest Sci. 92(3), 1149-1164.
- Yadav, R. 2021. Potential benefits of berries and their bioactive compounds as functional food component and immune boosting food. En: Giri, A. (ed.). Immunity boosting functional foods to combat COVID-19. CRC Press.
- Yan, S., Q. Hu, Q. Jiang, H. Chen, J. Wei, M. Yin y J. Shen. 2021. Simple osthole/nanocarrier pesticide efficiently controls both pests and diseases fulfilling the need of green production of strawberry. ACS Appl. Mater. Interfaces 13(30), 36350-36360. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c09887>
- Yuan, L. y M. Osakabe. 2019. Dose response and temperature dependence of the mortality of spider mite and predatory mite eggs caused by daily nighttime ultravioletB irradiation. Photochem. Photobiol. 96(4), 877-882. <https://doi.org/10.1111/php.13204>