

Artículo científico

Productos botánicos para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) y sus efectos en ácaros fitoseídos**Botanical products for *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) management and their effects on phytoseiid mites**J. Castresana^{1*}; L. Puhl²; C. Cédola³¹Estación Experimental Agropecuaria INTA Concordia (3200), Estación Yuquerí, Concordia, Entre Ríos, Argentina.²Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, (1417) CABA, Argentina.³Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), CCT-CONICET-UNLP asociado CICPBA, Boulevard 120 s/n entre 61 y 64 s/n (1900) La Plata Argentina. *Correo electrónico: castresana.jorge@inta.gob.ar**Resumen**

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae), conocida también como arañuela de las dos manchas, es la plaga principal del cultivo de frutilla (*Fragaria x Ananassa* Duch.) provoca severos daños en el cultivo. Sus poblaciones son controladas con insecticidas y acaricidas de síntesis, práctica que, además de ser contaminante, genera resistencia y elimina las poblaciones de organismos benéficos asociados a la plaga como los ácaros fitoseídos. Una alternativa a estos compuestos son los principios activos extraídos de productos botánicos. El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de cuatro productos botánicos diferentes como una alternativa ecológica para el control de la arañuela en el cultivo de frutilla, en Concordia, Argentina. Se probaron cuatro formulaciones de aceites esenciales y extractos botánicos (i) *Azadirachta indica* - *Tagetes erecta*, (ii) *Allium sativum*, (iii) *Azadirachta indica* - *Allium sativum* y (iv) *Allium sativum* - *Capsicum frutescens* L. Estos tratamientos se contrastaron con un testigo (pulverización con agua). Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento con un diseño completamente aleatorizado. Se evaluó la densidad media de *T. urticae* por foliolo y *P. macropilis* por foliolo. Los resultados mostraron que el tratamiento con ajo registró un menor número de arañuelas comparado con el resto de los tratamientos y testigo. Los ácaros depredadores colonizaron las parcelas una vez superado el umbral de daño y persistieron en las parcelas hasta la finalización del ensayo. La utilización de formulados a base de aceites esenciales y extractos botánicos es compatible con el manejo integrado de *T. urticae* en el cultivo de frutilla.

Palabras clave: Ácaros depredadores; Aceites esenciales; Arañuela; Frutilla; Manejo integrado.

Abstract

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae), also known as two-spotted spider mite, is the main strawberry crop (*Fragaria x Ananassa* Duch.) pest, and causes it serious damage. Its population is controlled by synthetic pesticides, which do not only contaminate the environment, but also produce populations resistant to pesticides and eliminate natural enemies, such as phytoseiid mites. Active ingredients of botanicals compounds can constitute ecological alternatives to control *T. urticae*. The objective of this study was to determine the effectiveness of four such compounds in controlling the two-spotted spider mite in strawberry crops in Concordia, Entre Ríos Province, Argentina. Four essential oil and plant extract formulations were tested: (i) *Azadirachta indica* - *Tagetes erecta*; (ii) *Allium sativum*; (iii) *A. indica* - *A. sativum*; and (iv) *A. sativum* - *Capsicum frutescens* L. These treatments were compared to a control treatment (water spray method). A completely randomized design with four replications was used, and the average densities of *T. urticae* and *P. macropilis* per leaflet were registered. The results showed that the treatment based on garlic recorded the lowest number of mites considering all treatments and the control. Predatory mites colonized the experimental plots and remained there until the end of the experiments, even after damage threshold was exceeded by *T. urticae*. The use of essential oils and plant compound formulations is compatible with the integrated management of *T. urticae* in strawberry crops.

Introducción

El cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) en la provincia de Entre Ríos ocupa actualmente una superficie plantada inferior a 5

hectáreas (MCBA, 2019), pero en los últimos años se ha observado mayor interés en su producción en la zona del noroeste de la provincia. El cultivo de frutilla se realiza principalmente bajo cubierta, ya sea en túneles o invernáculos, lo

Recibido: 04/03/22; Aceptado: 14/06/22.

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

que permite obtener una producción temprana para el consumo local con mejores precios en el mercado. Sin embargo, esta modalidad productiva propicia el desarrollo de plagas, entre las cuales se destaca *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), conocida comúnmente como arañuela de las dos manchas o arañuela roja (AR), y que se considera como una de las plagas principales del cultivo (Funes *et al.*, 2018). Esta especie se caracteriza por ser polífaga y tener una amplia distribución mundial (Bolland *et al.*, 1998) y más de 1100 especies de plantas hospedantes (Mohankumar *et al.*, 2014) siendo responsable de graves pérdidas de rendimiento en cultivos frutihortícolas y ornamentales (Naher *et al.*, 2006).

Las arañuelas causan daño cuando se alimentan debido a que sus estiletes rompen la epidermis de las hojas, que no sólo les provoca una reducción de la capacidad fotosintética, sino que también, en altas densidades, ocasiona defoliación parcial o total, provocando significativas pérdidas económicas por la reducción de la cantidad y calidad de la fruta (Kumari *et al.*, 2017). Esta situación se ve agravada por el rápido incremento de la población de *T. urticae* bajo las óptimas condiciones ambientales de los cultivos protegidos (Hoy, 2011). Las consecuencias del uso indiscriminado de insecticidas y acaricidas de síntesis química de amplio espectro para su control provocaron la aparición de poblaciones resistentes de *T. urticae* (İnak *et al.*, 2019). Si bien existen antecedentes del control de *T. urticae* utilizando ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae mediante prácticas de control biológico (Chacón *et al.*, 2017), el uso indiscriminado de ciertos insecticidas-acaricidas reducen su eficacia (Tawfiq e Isra, 2013).

En la actualidad, varias de las investigaciones que se realizan sobre el control de plagas en productos almacenados y en cultivos bajo cubierta se han centrado en el uso de plantas aromáticas y medicinales (Zandi-Sohani *et al.*, 2012; Castresana y Puhl, 2018). Los aceites esenciales (AE) y extractos vegetales (E) se extraen de diferentes partes de la planta (Batish *et al.*, 2008) y son una alternativa interesante para su utilización como insecticidas-acaricidas a campo y bajo cubierta por ser productos de bajo riesgo para el ambiente y la salud humana (Regnault-Roger *et al.*, 2012). Debido a que los AE y E contienen en su composición numerosos compuestos químicos, presentan dos ventajas respecto de los insecticidas-

acaricidas de síntesis química. En primer lugar, poseen diferentes modos de acción: algunos tienen efectos neurotóxicos (Isman y Machial, 2006), bloqueadores de la hormona de la muda (Tarelli *et al.*, 2009), inhibidores de la respiración (Celis *et al.*, 2008), ovicidas, repelentes, anti-alimentarios y reguladores del crecimiento y fecundidad (Isman, 2000, Sertkaya *et al.*, 2010). En segundo lugar, reducen la posibilidad de generar resistencia en ácaros por el uso incorrecto de acaricidas de síntesis química (Willadsen, 2006). Estas características han impulsado la realización de numerosos trabajos sobre el uso de acaricidas botánicos a base de AE y E para el control de *T. urticae* (Aimee y Oscar, 2007).

Considerando que los AE y E son subproductos del metabolismo de las plantas, el AE y el E del ajo, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), en particular, tiene un alto potencial insecticida (Anwar *et al.*, 2014), debido a que liberan compuestos azufrados de mayor actividad biológica como la alicina y el tiosulfato de dialilo (MacPherson *et al.*, 2005, Chekki *et al.*, 2014), durante su descomposición celular (Anwar *et al.*, 2014). Se han encontrado así: efectos acaricidas o de repelencia (Stratton, *et al.*, 2019, Attia, *et al.*, 2011); de toxicidad y repelencia (Geng *et al.*, 2014); y efectos acaricidas (Aiad, 2013) y fagodisuasivos, que producen una alteración en el comportamiento de *T. urticae* en la planta hospedera, y que causan su muerte (Pervin Erdogan *et al.*, 2012). Por su parte, Hata *et al.*, (2020) demostraron que las hojas del cultivo de ajo colocadas cerca de las hojas del cultivo de frutilla favorecían la reducción de la oviposición de *T. urticae*. Asimismo, entre los plaguicidas botánicos más aplicados en la actualidad se encuentra el AE preparado a partir de las semillas del árbol neem, *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae), (Lokanadhan, *et al.*, 2012). En el AE de neem se identifican diferentes estructuras con actividad biológica, tales como: (azadiractina A, azadiractina D, azadiractina I, nimbina y alanina entre otras) (Djibril, *et al.*, 2015). Las azadiractinas son los componentes más estudiados del neem por sus atributos disuasorios, antioviposicionales, antialimentarios, disruptores del crecimiento, y reguladores del crecimiento y de la fecundidad para una amplia gama de artrópodos (Morgan *et al.*, 2009). Con respecto al AE de neem, el componente azadiractina produce en forma moderada una reducción de la fecundidad y supervivencia de las hembras de *Phytoseiulus*

persimilis Athias-Henriot (Duso *et al.*, 2008). A pesar de ello, se puede observar, un cambio positivo a favor del depredador en términos de la interacción depredador-presa, debido a que la azadiractina es más tóxica para *T. urticae* Koch.

De la misma forma, cuando buscamos plaguicidas botánicos, podemos tener en consideración a *Tagetes erecta* L. (copete; Asteraceae), la cual posee tiofenos y compuestos poliacetilenos en su composición, que producen un importante efecto biocida (Marotti *et al.*, 2010). Por su composición, el E de *Tagetes erecta* tiene propiedades larvicidas, nematocidas como insecticidas (Gopi *et al.*, 2012) y repelentes de plagas (Bhattacharyya, 2017). Por último, se puede mencionar al E del chile, *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae), como otro producto botánico interesante para el control de *T. urticae*, como lo demuestra el ensayo de repelencia llevado a cabo por Antonious *et al.*, 2006. En la composición del extracto del fruto de pimienta predominan tres ésteres metílicos del ácido decanoico: el éster metílico del ácido pentadecanoico, los ésteres metílicos del ácido hexadecanoico y el éster metílico del ácido andoctadecanoico, además de los capsaicinoides (capsaicina y dihidrocapsaicina) (Ravishankar, 1997).

En relación a los ácaros depredadores, hay autores cuyas opiniones difieren con respecto a cómo los AE y E los afectan, dependiendo de qué AE y E sus estudios hayan evaluado. Por ejemplo, estudios de Zhang y Sanderson (1995) mostraron que la baja eficacia del ácaro depredador *N. californicus* utilizado conjuntamente con extractos de plantas hacía necesario que transcurran más de 14 días para que el ácaro pudiera establecerse en un cultivo.

En base a lo expuesto previamente, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de diferentes formulados botánicos (FB) sobre *T. urticae*, a los efectos de encontrar una alternativa viable y ecológica para su control. Además, se buscó determinar los efectos de estos FB sobre los ácaros depredadores que naturalmente acompañan a esta plaga en el cultivo de frutilla bajo cubierta.

Materiales y métodos

Parcelas en invernadero

Este estudio fue realizado en un cultivo de frutilla, implantado con el cultivar comercial

“Festival”. El cultivo se mantuvo en un invernadero de estructura metálica tipo macrotúnel, con una superficie de 240 m² (30 m x 8 m) y una altura 3,5 m, ubicado en el módulo hortícola de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Concordia, Entre Ríos, Argentina (31° 22' 22,16" LS; 58° 7' 5,42" LO). Previo al trasplante del cultivo, se preparó el terreno con la técnica de biosolarización. Se armaron 5 camellones trapezoidales de 0,60 m de ancho en la meseta, 0,80 m de base y 28 m de largo, cubiertos con polietileno negro de 30 micras, distanciados a 1 m entre sí. Las plantas fueron trasplantadas por camellón mediante dos hileras alternas (tres bolillos). El marco de plantación fue de 0,35 m entre ellas y un distanciamiento de 0,25 m dentro de cada hilera. Desde el momento del trasplante, las plantas se regaron por goteo con “Campiar” (*Trichoderma viride/harzianum*), a una dosis de 100 cc/l de agua, junto con “Cepiada” (*Bacillus subtilis*), a una dosis de 100 cc /l de agua, para el control del mal de los almácigos (*damping off*). De esta manera, se logró obtener plantas sanas. Asimismo, se aplicó el enraizador Medra®, a una dosis de 1,5cc/l de agua. Una semana después, se inició el fertirriego empleando Nutrire plus® líquido orgánico, suministrado semanalmente a una dosis de 5 l/1000 m² hasta el final de ciclo del cultivo. Para la aplicación tanto de los tratamientos fitosanitarios como de los formulados botánicos, se utilizaron distintos equipos con pulverizador dorsal simétrico de 20 litros marca Guarany®, equipado con boquilla cónica. Para óptimos resultados, las aplicaciones se hicieron durante la caída del sol, momento en que se registran las horas de menor insolación. Las variables ambientales dentro del micro túnel fueron registradas por la estación meteorológica situada en la EEA INTA Concordia (Figura 1).

Diseño experimental

En cada camellón se delimitaron 4 parcelas de 25 plantas mediante una bordura o zona de transición con la finalidad de aislarlas, instalando un total de 20 parcelas homogéneas. Se empleó un diseño totalmente aleatorio con 5 tratamientos y 4 repeticiones (parcelas). Los tratamientos (Tabla 1) fueron aplicados de manera aleatoria. La densidad media de arañuelas rojas (AR) y ácaros depredadores (AD) (formas móviles/folíolo) se

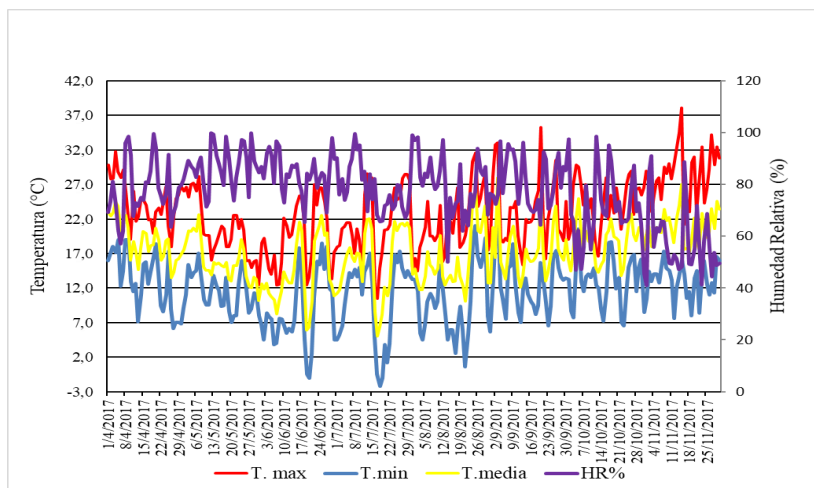


Figura 1. Temperatura y humedad relativa durante el periodo del ensayo de abril de 2017 hasta noviembre 2017.

determinó muestreando 5 plantas/parcela in situ en forma aleatoria, con una lupa de campo 30x. En cada planta se observó el envés de 5 folíolos de tamaño medio de las hojas centrales, elegidas al azar en el estrato medio.

Se realizaron un total de 29 aplicaciones de productos durante el ciclo con intervalos de 7 a 10 días, desde el 31 de abril hasta el 23 de noviembre de 2017. Debido a que los productos botánicos son fácilmente degradables a la exposición de altas temperaturas, luz ultravioleta y evaporación, en todas las aplicaciones, incluyendo el tratamiento testigo, se agregó coadyuvante a base de lecitina de soja (Lecithin Max®) a una concentración de aplicación de 2cc/litro de agua. El umbral de daño (UD) se estableció cuando la densidad de *T. urticae* fue ≥ 5 formas móviles/folíolo (Cisternas, 2013), momento en el cual se procedió a aplicarles a todos los tratamientos productos comerciales biorracionales (PB) a base de aceite de neem Neemazal®, con una concentración de aplicación de 4cc/litro de agua, y jabón potásico Hydralene®, a una concentración de aplicación de 2cc/litro de agua. Se tomaron muestras de las especies de ácaros presentes en el cultivo para su posterior identificación taxonómica.

En este ensayo se utilizaron productos botánicos provenientes de distintas empresas, a fin de mantener la calidad y homogeneidad de las mezclas aplicadas a lo largo del ensayo. El E perteneciente a la familia Asteraceae fue elaborado por el Laboratorio Basel, mientras que el E de ajo, Renap 100®, fue suministrado por la Empresa Messina Marinucci S.A. Los AE pertenecientes a las familias Amaryllidaceae, Meliaceae y Solanaceae fueron provistos por el Laboratorio Euma S.A. (Tabla 1).

Las variables de respuesta ya mencionadas fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado, debido a que el número de AR y AD no se ajustaron a una distribución normal. Dado que se trata de un recuento de individuos por folíolo, se asignó una distribución Poisson para la respuesta. El factor tratamiento fue considerado efecto fijo y la fecha de monitoreo fue considerada efecto aleatorio en un modelo mixto. Para comparación de medias de tratamientos a posteriori se realizó un test LSD Fisher. Este análisis permitió determinar si, en las variables respuesta medidas, existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para todo el período que duró el ensayo. Se estableció un nivel de significación del 5 %. El ajuste del modelo y las pruebas de hipótesis asociadas se realizaron con el programa InfoStat/Profesional versión 2014.

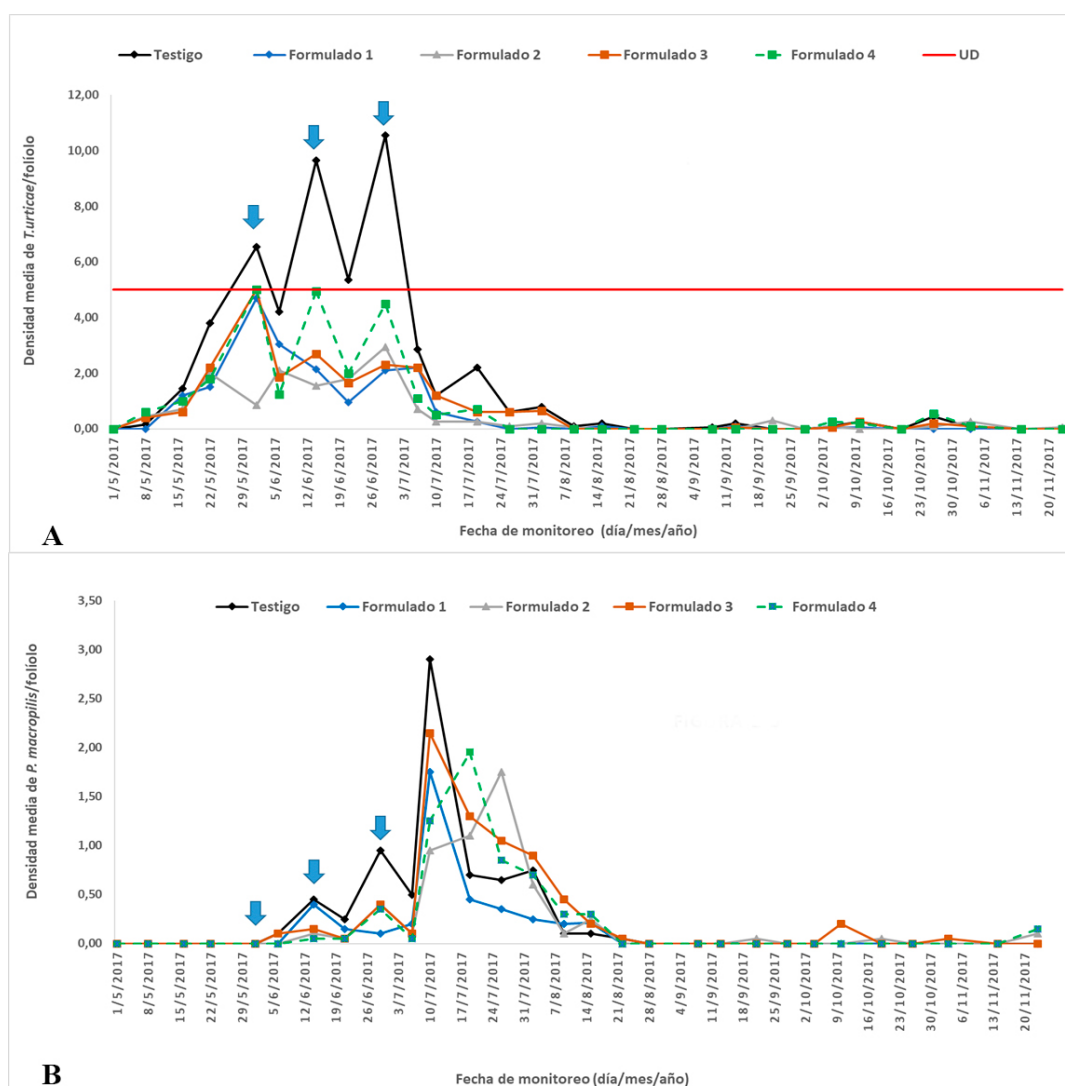
Resultados y Discusión

La principal especie de importancia sanitaria registrada en el cultivo de frutilla fue *T. urticae*, observada en el cultivo a partir del 8 de mayo de 2017. En la Figura 2A, se observa la fluctuación de la densidad media de *T. urticae* por folíolo durante el periodo de ensayo.

En el tratamiento testigo, la densidad media de *T. urticae* por folíolo se mantuvo por debajo del UD (< 5 formas móviles por folíolo) durante las cuatro primeras fechas de muestreo. Sin embargo, a partir de la cuarta fecha de muestreo, su densidad superó el UD muy por encima de los valores de densidad alcanzados por el resto de los tratamientos a base de FB, observándose tres picos de alta densidad bien marcados, en el periodo comprendido entre

Tabla 1. Productos botánicos evaluados en el cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo cubierta para el control de *Tetranychus urticae* mediante aplicaciones dirigidas a la parte aérea de la planta.

Producto	Composición (%)	Dosis
Formulado 1	AE (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) 32 %, E (<i>Tagetes erecta</i> L.) 8 %	5 ml/l de agua
Formulado 2	E (<i>Allium sativum</i> L.) 100 %	20ml/l de agua
Formulado 3	AE (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) 70 % y E (<i>Allium sativum</i> L.) 30 %	5 ml/l de agua
Formulado 4	AE (<i>Allium sativum</i> L.) 70 % y E (<i>Capsicum frutescens</i> L.) 30 %	5 ml/l de agua
Control	Pulverización con agua	

**Figura 2.** Fluctuación de la densidad de *T. urticae* (A) y de *P. macropilis* (B) durante el periodo del ensayo. La línea roja (A) muestra el umbral de daño (UD) y las flechas indican la fecha de aplicación de tratamientos de control con productos.

el 1 y 29 de junio, que coinciden con el aumento de la temperatura en esas fechas (Figura 1). Debido a esta situación, se realizaron aplicaciones con PB para su control, lo que permitió reducir la densidad en la tercera aplicación a valores por debajo del UD (Figura 2A). Este patrón de fluctuación poblacional de *T. urticae* observado en el tratamiento testigo fue semejante al observado en el formulado 4 (AE de *A. sativum* 70 % y E de *C. frutescens* 30 %), aunque la densidad de

T. urticae por foliolo fue menor, sin superar el UD. Otra diferencia respecto del tratamiento testigo fue que en las fechas de muestreo en las que se realizaron tratamientos de control, la densidad de *T. urticae* por foliolo se redujo considerablemente. Solo en una fecha de muestreo (1/6) se registró un valor cercano al UD (4,65 *T. urticae* por foliolo).

Los registros de densidad de *T. urticae* por foliolo alcanzados con el formulado 1 (AE de *A. indica* 32 %, E de *T. erecta* 8 %) y el formulado

3 (AE de *A. indica* 70 % y E de *A. sativum* 30 %) mostraron un patrón similar, sin superar el UD. Posteriormente a la fecha de muestreo del 1 de junio, la densidad de *T. urticae* por folíolo disminuyó paulatinamente hasta el final del ensayo. Por último, se menciona que en el tratamiento correspondiente al formulado 2 (E de *A. sativum* 100 %), la densidad de *T. urticae* tuvo un menor nivel a lo largo de todo el ensayo.

La prueba de hipótesis sobre el efecto fijo de los tratamientos demostró que existían diferencias significativas entre algunas de las medias de los tratamientos ($F = 6,97$; $gl = 4$; $p < 0,0001$). Los resultados de las pruebas LDS Fisher a posteriori entre las medias de los tratamientos se muestran en la Tabla 2. El tratamiento testigo registró el valor medio más alto y el formulado 2 el valor más bajo. El resto de los formulados (3, 4 y 5) mostraron valores intermedios, semejantes entre sí, pero difirieron significativamente del tratamiento testigo.

En estrecha asociación con *T. urticae*, se registraron dos especies de ácaros Phytoseiidae

Tabla 2. Medias y error estándar (E.E.) de las densidades de *Tetranychus urticae* por folíolo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias	E.E.
Testigo	0,91	0,23 A
Formulado 1	0,40	0,12 BC
Formulado 2	0,24	0,08 C
Formulado 3	0,41	0,22 BC
Formulado 4	0,49	0,14 B

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

(*Phytoseiulus macropilis* [Banks] y *Neoseiulus californicus* [McGregor]), de los cuales *P. macropilis* fue el más frecuente y abundante. Los ácaros depredadores fueron registrados en todos los tratamientos casi un mes después de implantado el cultivo, momento en que *T. urticae* ya había superado el UD (Figura 2B), y alcanzaron un pico de abundancia durante el mes de julio para luego declinar su densidad junto con su presa. Es importante resaltar que las aplicaciones de los FB no afectaron la persistencia del depredador en las diferentes parcelas. La prueba de hipótesis sobre el efecto fijo de los tratamientos en la densidad de ácaros depredadores determinó que no existían diferencias significativas entre las medias de densidad ($F_{\text{tratamiento}} = 0,33$; $gl = 4$; $p = 0,8547$). Los

Tabla 3. Medias y error estándar (E.E.) de las densidades de *Phytoseiulus macropilis*/folíolo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Medias	E.E.
Testigo	0,19	0,08 A
Formulado 1	0,12	0,06 A
Formulado 2	0,15	0,07 A
Formulado 3	0,21	0,08 A
Formulado 4	0,17	0,07 A

Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

promedios de la densidad de ácaros depredadores en cada tratamiento se observan en la Tabla 3.

Este estudio demuestra que la densidad de *T. urticae* en el cultivo de frutilla puede ser mantenida por debajo del UD aplicando FB, en particular a base de AE y E. El formulado 2, que está constituido por extracto de ajo, logró tener un efecto fagodisuasivo o de repelencia, lo cual redujo la densidad de *T. urticae* por folíolo. Estos resultados coinciden con los de antecedentes mencionados (MacPherson *et al.*, 2005; Attia, *et al.*, 2011; Pervin Erdogan *et al.*, 2012; Aiad, 2013; Anwar *et al.*, 2014; Geng *et al.*, 2014; Stratton, *et al.*, 2019; Hata *et al.*, 2020).

El depredador permaneció en muy baja proporción en los tratamientos donde se aplicaron los FB, o bien fue repelido por los diferentes compuestos. En el mismo sentido, estudios realizados por Nour El-Deen y Abdallah (2013) demostraron que el extracto de ajo es un producto adecuado para el manejo integrado de plagas, dado que causa una elevada mortalidad de *T. urticae* con un mínimo efecto secundario sobre el ácaro depredador *P. permisilis*, hecho que facilita que el depredador permanezca en el ambiente.

En relación con el tratamiento testigo, el registro del número de ácaros depredadores no fue significativamente superior al del resto de las parcelas tratadas con diferentes formulados. Esto posiblemente se debió a la proximidad de las parcelas a las que se aplicaron distintos formulados, que pudieron haber enmascarado a las parcelas testigo.

Debido a las condiciones en que fue realizado este ensayo, se concluye que el formulado 2 resultó ser el más eficiente para mantener a la plaga por debajo del UD. Cabe señalar que, en todos los tratamientos, con anterioridad o posterioridad a las aplicaciones, los ácaros benéficos estuvieron

presentes en el cultivo y, si bien el formulado 2 disminuyó la densidad de *P. macropilis*, este no fue totalmente eliminado, facilitando así su permanencia en el cultivo.

Es conveniente destacar que la utilización de formulados a base de aceites esenciales y extractos botánicos son compatibles con el manejo integrado de *T. urticae* en el cultivo de frutilla bajo cubierta y constituye una alternativa mucho más viable al empleo de acaricidas de síntesis química convencionales. Esta práctica favorecería la obtención de una producción ecológicamente sustentable y más respetuosa del ambiente.

Referencias

- Aiad K.A. (2013). Evaluation of the acaricide effects of some plant extracts on two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch under laboratory condition (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection and Pathology*, Mansoura University 4 (7): 689-692.
- Aimee B.F., Oscar E.L. (2007). Biological control of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. *Experimental and Applied Acarology* 43:109-119.
- Anwar A., Groom M., Arbach M., Hamilton C.J. (2014). How to turn the chemistry of garlic into a “botanical” pesticide. En *Recent Advances in Redox Active Plant and Microbial Products: From Basic Chemistry to Widespread Applications in Medicine and Agriculture*. Jacob C., Kirsch G., Slusarenko A., Winyard P.G., Burkholz T. (Eds); Springer: Dordrecht, The Netherlands. Pp. 323-341.
- Antonious G.F., Meyer J.E., Snyder J.C. (2006). Toxicity and repellency of hot pepper extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health Part B* 41: 1383-1391.
- Attia S., Grissa K.L., Mailleux A.C., Lognay G., Heuskin S., Mayoufi S., Hance T. (2011). Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology* 136 (4): 302-312.
- Batish D.R., Singh H.P., Kohli R.K., Kaur S. (2008). Eucalyptus essential oil as natural pesticide. *Forest Ecology and Management* 256: 2166-2174.
- Bhattacharyya M. (2017). The push-pull strategy: A new approach to the eco-friendly method of pest management in agriculture. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5: 604-607.
- Bolland H.R., Gutiérrez J., Fletchmann C.H.W. (1998). *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)*. Brill Academic Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Castresana J.E., Puhl L. (2018). Eficacia de insecticidas botánicos sobre *Myzus persicae* (Sulzer) y *Aphis gossypii* (Clover) (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12 (1): 136-146.
- Celis A., Mendoza C., Pachón M., Cardona J., Delgado W., Cuca L. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una Revisión. *Agronomía Colombiana* 26 (1): 97-106.
- Chacón-Hernández J.C., Cema-Chávez E., Reyes-Zepeda F., Gaona-García G., Rocandio-Rodríguez M., Landeros-Flores J. (2017). Respuesta funcional de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot sobre cuatro estados de desarrollo de *Tetranychus urticae* Koch sobre discos de rosál. *Southwestern Entomologist* 42 (2): 485-492.
- Chekki R., Snoussi A., Hamrouni I., Bouzouita N. (2014). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of Tunisian garlic (*Allium sativum*) essential oil and ethanol extract. *Mediterranean Journal of Chemistry* 3 (4): 947-956.
- Cisternas E.A. (2013). Insectos y ácaros plaga asociados al cultivo de la frutilla en la X Región. Seminario El Cultivo de la Frutilla en la Zona Sur. Osorno. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Remehue, 8 de mayo de 2002, Osorno, Chile. Pp. 27-30.
- Djibril D., Mamadou F., Gérard V., Geuye M.C., Oumar S., Luc R. (2015) Physical characteristics, chemical composition and distribution of constituents of the neem seeds (*Azadirachta indica* A. Juss) collected in Senegal. *Research Journal of Chemical Sciences* 5 (7): 52-58.
- Duso C., Malagnini V., Pozzebon A., Castagnoli M., Ligouri M., Simoni S. (2008). Comparative toxicity of botanical and reduce-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control* 47: 16-21.
- Funes C.F., Carrizo B.N., Salazar S.M., Alderete G.L., Kirschbaum D.S. (2018). Efecto de factores externos sobre la densidad de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) y del complejo de trips en frutilla (*Fragaria x ananassa*). XL Congreso Argentino de Horticultura. Córdoba, Argentina. Pp 225.
- Geng S., Chen H., Zhang J., Tu H. (2014). Bioactivity of garlic-straw extracts against the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. viennensis*. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 30 (1):38-48.
- Gopi G., Elumalai A., Jayasri P. 2012. A concise review on *Tagetes erecta*. *International Journal of Phytopharmacy Research* 3: 16-19.
- Hata F.T., Bega V.L., Ventura M.U., Grosso F.d.S., Silva J.E., Machado R.R., Sousa, V. (2020). “Plant Acceptance for Oviposition of *Tetranychus urticae* on Strawberry Leaves Is Influenced by Aromatic

- Plants in Laboratory and Greenhouse Intercropping Experiments". *Agronomy* 10 (2): 193.
- Hoy, M.A. (2011). *Agricultural acarology: introduction to integrated mite management* (Vol. 7). CRC Press. Taylor & Francis Group, USA. Pp. 410.
- İnak E., Alpkent Y.N., Çobanoğlu S., Dermauw W., Van Leeuwen T. (2019). Resistance incidence and presence of resistance mutations in populations of *Tetranychus urticae* from vegetable crops in Turkey. *Experimental Applied Acarology* 78: 343–360.
- Isman M.B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603–608.
- Isman M.B., Machial C.M. (2006). Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. En: *Naturally Occurring Bioactive Compounds*. M. Rai and M.C. Carpinella. (Eds.). Elsevier, BV. Amsterdam, The Netherlands. Pp. 29–44.
- Kumari S., Chauhan U., Kumari A., Nadda G. (2017). Comparative toxicities of novel and conventional acaricides against different stages of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Saudi Society of Agricultural Sciences* 16: 191–196.
- Lokanadhan S., Muthukrishnan P., Jeyaraman S. (2012). Neem products and their agricultural applications. *Journal of Biopesticide* 5: 72–76.
- MacPherson L.J., Geierstanger B.H., Viswanath V., Bandell M., Eid S.R., Hwang S., Patapoutian A. (2005). The pungency of garlic: activation of TRPA1 and TRPV1 in response to allicin. *Current Biology* 15: 929–934.
- Marotti I., Marotti M., Piccaglia R. (2010). Thiophene occurrence in different Tagetes species: agricultural biomasses as sources of biocidal substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90 (7): 1210–1217.
- MCBA. (2019). Boletín de frutas y hortalizas N° 99. Frutilla. Octubre 2019. Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Tapiales, Buenos Aires. Argentina.
- Mohankumar S., Balakrishnan N., Samiyappan R. (2014). Biotechnological and molecular approaches in the management of non-insect pests of crop plants. In: *Integrated Pest Management*. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. Pp. 337–369.
- Morgan J.A., Corley S.W., Jackson L.A., Lew-Tabor A.E., Moolhuijzen P.M., Jonsson N.N. (2009). Identification of a mutation in the para-sodium channel gene of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* associated with resistance to synthetic pyrethroid acaricides. *International Journal for Parasitology* 39: 775–779.
- Naher N., Islam W., Haque M.M. (2006). Predation of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Life and Earth Science* 1(1): 1–4.
- Nour El-Deen M.E.M., Abdallah A.A.M. (2013). Effect of different compounds against *Tetranychus urticae* Koch and its predatory mite *Phytoseiulus persimilis* A. H. under laboratory conditions. *Journal of Applied Sciences Research* 9: 3956–3973.
- Pervin Erdogan P., Yildirim A., Sever B. (2012). Investigations on the effects of five different plant extracts on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). En: *A Journal of Entomology*, <http://doi.org/10.1155/2012/125284>, consulta: noviembre 2021.
- Ravishankar B.E. (1997). *Supercritical fluid extraction of capsaicin from peppers*. Tesis doctoral. Texas Tech University. Texas, USA. Pp. 128.
- Regnault-Roger C., Vincent C., Arnason J.T. (2012). Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* 57: 405–424.
- Sertkaya E., Kaya K., Soylu S. (2010). Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products* 31 (1): 107–112.
- Stratton C.A., Hodgdon E., Rodriguez-Saona C., Shelton A.M., Chen Y.H. (2019). Odors from phylogenetically distant plants to Brassicaceae repel an herbivorous brassica specialist. *Science Reports* 9 (1): 10621.
- Tawfiq M.A., Isra W.S. (2013). The effects of three acaricides on egg hatchability of three populations of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Jordan of Agricultural Sciences* 9 (3): 343–350.
- Tarelli G., Zerba E.N., Alzogaray R.A. (2009). Toxicity to vapor exposure and topical application of essential oils and monoterpenes on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology* 102, 1383–1388.
- Willadsen, P. (2006). Tick control: thoughts on a research agenda. *Veterinary Parasitology* 138: 161–168.
- Zandi-Sohani N., Hojjati M., Carbonell-Barrachina Á.A. (2012). Bioactivity of *Lantana camara* L. essential oil against *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). *Chilean Journal of Agricultural Research* 72 (4): 502–506.
- Zhang Z.Q., Sanderson J.P. (1995). Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse roses: Spatial distribution and predatory efficacy. *Journal Economic Entomology* 88 (2): 352–357.