

Control y mitigación de ácaros en especies de flores ornamentales en Colombia

Control and mitigation of mites in ornamental flower species in Colombia

Sergio Julián Bonilla Mendieta*
Luis Fernando Cardona Palacio*

Recibido: 24 de junio de 2023 – Aceptado: 13 de abril de 2024 – Publicado: 20 de enero de 2026

Forma de citar este artículo en APA:

Bonilla Mendieta, S. J., & Cardona Palacio, L. F. (2026). Control y mitigación de ácaros en especies de flores ornamentales en Colombia. *Ciencia y Academia*, (7), 53-78. <https://doi.org/10.21501/2744838X.4764>

Resumen

Uno de los principales problemas fitosanitarios en especies ornamentales en Colombia son los ácaros, los cuales han desarrollado una serie de mecanismos de supervivencia que hacen más complejo su control. Inclusive, se han identificado bajas eficacias biológicas de productos agroquímicos para el control de estos individuos, lo que hace muy relevante encontrar estrategias de manejo que logren mejorar las herramientas de control y mitigación. Existen ingredientes activos muy específicos en el punto de control del ciclo biológico de cada plaga, este es el caso de Hexythiazox que pertenece al grupo 10A según la clasificación de la IRAC, y que por sus características ayuda a romper el ciclo de la plaga ya que tiene un control relevante sobre las posturas y un efecto post-letal de tipo transovárico. Por ejemplo, la fumigación

* Ingeniero Agrónomo, Administrador público. Master MBA Internacional en Dirección de Empresas Agroalimentarias, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Colombia. Contacto: juliansergio597@gmail.com, sergio.bonilla@upb.edu.co

** Doctor en Ingeniería, Ingeniero químico. Docente del Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Católica Luis Amigó, Medellín-Colombia. Contacto: luis.cardonapa@amigo.edu.co



es una fase que presenta diferentes variables, donde la cantidad de agua suministrada se convierte en un factor determinante ya que esta sirve de vehículo para que los PPC's (Productos para la Protección de Cultivos) logren llegar al punto donde se requieren. El pH entonces determinará la reactividad de los ingredientes aplicados en esta fórmula y facultará la estabilidad de las moléculas cuando estén asperjadas sobre las plantas. En este trabajo se realiza una revisión de los diferentes tipos de ácaros en especies ornamentales en Colombia y se exponen las estrategias de control y mitigación.

Palabras clave

Ácaros; Plagas; Tetranychus Urticae; Hexythiazox; Rosa spp.; Clavel.

Abstract

One of the main phytosanitary problems in ornamental species in Colombia is mites, which have developed a series of survival mechanisms that make their control more complex. Low biological efficiencies of agrochemical products have even been identified to control these pests, making it relevant to find management strategies to improve control and mitigation tools. There are ingredients to the biological cycle control of each pest. In the case of the Hexythiazox chemical molecule, which belongs to group 10A according to the IRAC classification and, due to its characteristics, helps to break the pest cycle since it has high control over the postures and a post-lethal effect of the transovarial type. Fumigation is a phase that requires water plant supply since it serves as a vehicle for the CPPs (crop protection products). The pH determines the reactivity of the ingredients applied and facilitates the molecules' stability when sprayed on the plants. In this work, a review of the different types of mites in ornamental species in Colombia is studied, and the control and mitigation strategies are described.

Keywords

Mites; Pests; Tetranychus Urticae; Hexythiazox; Rosa spp.; Carnation.

Introducción

La producción agrícola mundial se encuentra en un crecimiento exponencial debido al incremento de la población. No obstante, hay factores que afectan la agricultura y están relacionados con fenómenos meteorológicos, plagas y enfermedades, conflictos socioeconómicos, cambio climático y alteraciones relacionadas con la pandemia ocasionada por el COVID-19 (Banco Mundial, 2023). Para contrarrestar los efectos antes mencionados, la agricultura debe volverse más tecnificada e innovadora, con el fin de generar un producto final de excelente calidad que cumpla con los estándares de mercados altamente competitivos. Es decir, las unidades productivas agrícolas se enfrentan día a día a nuevos retos para lograr una mayor producción manteniendo altas rentabilidades, dada la creciente demanda de alimentos a nivel mundial (Friedrich, 2014). Por estas razones es de vital importancia garantizar que los Productos para la Protección de Cultivos (PPC's) alcancen las mejores eficacias posibles (Mejía Méndez & Castellanos Suárez, 2018).

Una de las problemáticas que afecta la producción industrial agrícola, son las plagas. Un ejemplo de esto es lo reportado por Kripa et al., 2020 con disminuciones en la producción de cultivos comerciales entre 50 a 80%. Los insectos más comunes a nivel industrial están relacionados con los áfidos (pulgones), los ácaros, los gusanos defoliadores, las cochinillas, la mosca blanca, entre otros (Durán, 2014). El no controlar apropiadamente estas plagas se refleja en la disminución de ingresos y de producción para las compañías productoras. García & Basto (s.f.) muestran que los indicadores de productos agroindustriales que no cumplen los criterios de calidad, deberían estar entre 5 % y 10 % o mantenerlo por debajo del 5 %; siendo la principal fuente de rechazo los daños fitosanitarios causados por insectos y ácaros. De acuerdo con Badii et al. (2010), los ácaros y en especial el *Tetranychus urticae* conocido como “araña roja” o ácaro de dos puntos, presenta unas características peculiares en su ciclo de vida (entre 7 a 21 días de duración), además de producir telarañas que utilizan como protección para las masas de huevos que están distribuidas en una proporción de 3:1 a 2:1 a favor de las hembras, y cada una deposita entre 100 a 150 huevos en su vida. Por otra parte, este ácaro ha presentado resistencia a algunos agroquímicos y es considerado una de las principales plagas a nivel mundial (Torrado & Melo, 2021). Lo anterior evidencia la gran capacidad que tienen para establecerse en un cultivo, ya que además de presentar un ciclo de vida rápido, la mayoría son hembras ovipositando, perpetuando el daño en el cultivo, con una estrategia física y estructural de protección (Torrado & Melo, 2021).

Existen compuestos químicos que presentan control sobre diferentes rutas fisiológicas en ácaros, entre los que se encuentran el sistema nervioso y muscular, sistema de crecimiento y desarrollo, sistema respiratorio, sistema digestivo y modo de acción desconocido (Insecticide Resistance Action Committee [IRAC], 2022). Rodríguez Escobar et al. (2021) obtienen control sobre ácaros adultos con el uso de dicofol, azufre, bifenazate, abamectina, clofentezine y tiametoxan. No obstante, también se resaltan los efectos subletales que muestran los individuos de la plaga al ser asperjados con ciertas moléculas. Landeros et al. (2002) describen el efecto de utilizar una baja concentración de avermectinas (0.04 ppm) en el control de *T. urticae*, en alrededor de 11 días después de la aplicación.



Otro caso de efectos subletales es la acción del compuesto químico Hexythiazox en el control transovario del *T. urticae*. Agroidea (2021) realiza ensayos de laboratorio utilizando el Hexythiazox y muestra un control del 91% en las oviposiciones de este ácaro, es decir, el productor agrícola podrá contar con un control de poblaciones posterior a la fumigación, teniendo así una protección más prolongada en su cultivo. Por otro lado, el compuesto Hexythiazox es un ingrediente activo perteneciente al grupo 10A, con efecto sobre crecimiento y desarrollo; es una molécula que presenta control sobre la inhibición del crecimiento, afectando la enzima que cataliza la polimerización de la quitina en ácaros (CHS1, por sus siglas en inglés enzima quitina sintetasa) (IRAC, 2022). Es importante aclarar que cada uno de los plaguicidas utilizados en la industria agropecuaria, debe cumplir con una normatividad en cuanto a su uso y posibles efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana (Rainforest Alliance, 2022). Por estos motivos se debe seleccionar aquel plaguicida que genere las mejores eficacias y logre mitigar la problemática ambiental de aguas, aire y suelos relacionado con su uso.

Tipos de plagas en la producción de especies ornamentales

En la Tabla 1 se muestran las principales plagas en especies ornamentales de flores como rosa, clavel, pompón, crisantemo, alstroemeria, hortensia, entre otros. Tal como se observa en esta tabla, la araña roja (*Tetranychus urticae*) y el minador (*Liriomyza trifolii*) presentan los menores tiempos de desarrollo iniciando con el huevo, luego la larva (entre 2 y 5 días) hasta su adultez (entre 7 y 15 días). Estas dos plagas afectan los cultivos de rosa, clavel, pompón, crisantemo y alstroemeria.

Tabla 1. Principales plagas de daño económico en especies ornamentales

Nombre de la plaga		Cultivo ornamental	Ciclo Biológico		Referencia
Nombre común	Nombre científico		Estado de desarrollo	Duración (días)	
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	Rosa, clavel	Huevo	3 a 5	Serrano et al. (2010)
			Larva	3 a 5	
			Protoninfa	3 a 5	
			Deutoninfa	2 a 3	
			Adulto	7 a 15	
Ácaro Rojo	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Clavel	Huevo	3 a 4	Peralta & Tello (2011)
			Larva	2 a 4	
			Protoninfa	2 a 3	
			Deutoninfa	2 a 3	
			Adulto	15 a 20	

Continúa en la página siguiente



Inicia en la página anterior

Nombre de la plaga		Cultivo ornamental	Ciclo Biológico		Referencia
Nombre común	Nombre científico		Estado de desarrollo	Duración (días)	
Trips	Frankliniella occidentalis	Rosa, clavel, pompón, crisantemo, alstroemeria, hortensia y otros diversificados.	Huevo	2 a 4	IPM Labs (s.f.)
			Larva instar 1	1 a 2	
			Larva instar 2	2 a 4	
			Prepupa	1 a 2	
			Pupa	1 a 3	
			Adulto	30 a 45	
Mosca Blanca	Bemisia tabaci	Pompón, crisantemo, hortensia y otros diversificados.	Huevo	5 a 8	Aguirre & Calix (2009)
			Larva instar 1	2 a 5	
			Larva instar 2	1 a 3	
			Larva instar 3	1 a 3	
			Larva instar 4	5 a 8	
			Adulto	1 a 5	
Áfidos	Macrosiphum euphorbiae, Mizus persicae	Rosa, clavel, pompón, crisantemo, alstroemeria, hortensia y otros diversificados.	Huevo	7 a 14	Vasicek et al. (2001)
			Ninfa	7 a 15	
			Adulto	20 a 25	
			Larva	30 a 40	
			Pupa	30 a 32	
			Adulto	10 a 22	
Minador	Liriomyza trifolii	Pompón, crisantemo, alstroemeria y otros diversificados	Huevo	2 a 3	Cruz et al. (1989)
			Larva instar 1	2 a 3	
			Larva instar 2	2 a 3	
			Larva instar 3	2 a 3	
			Pupa	8 a 9	
			Adulto	7 a 9	
Cogollero	Spodoptera frugiperda	Rosa, clavel, pompón, crisantemo, alstroemeria, hortensia y otros diversificados	Huevo	3 a 4	Fernández et al. (2004)
			Larva	14 a 20	
			Pupa	8 a 10	
			Adulto	8 a 10	
Polillas	Lepidopteros Nóctuidos	Rosa, clavel, pompón, crisantemo, alstroemeria, hortensia y otros diversificados	Huevo	6	Ortiz & Jiménez (2017), ICA. (2019)

Tal como se observa en la Tabla 1, el ácaro *Tetranychus urticae* afecta los dos principales cultivos ornamentales de exportación de Colombia (rosa y clavel). En este sentido, se reafirma la importancia de aclarar las diferentes alternativas de manejo para esta plaga en cultivos comerciales.

Existen otras plagas que afectan la industria de flores de corte de exportación, por presentar diversas limitantes dentro de varias fases del proceso. Este es el caso de polillas y lepidópteros nocturnos, en su estado de larva, es un defoliador de follaje en los cultivos, pero si logra avanzar a su etapa de adulto, puede ovipositar en las cajas de embalaje del producto de exportación, generando rechazo en las aduanas de los puertos; por lo que se considera una plaga cuarentenaria (ICA, 2019). En la Figura 1 se ilustran las diferentes plagas comentadas previamente.

Figura 1.

Plagas usualmente encontradas en especies ornamentales



Nombre común: Araña roja.
Fuente: Elaboración propia



Nombre común: Ácaro blanco.
Fuente: Vergara (2017)



Nombre común: Trips.
Fuente: Elaboración propia



Nombre común: Mosca blanca.
Fuente: Agronegocios (2015)



Nombre común: Áfidos.
Fuente: Greenhouse grower (2017)



Nombre común: Minador.
Fuente: Reyes (2015)



Nombre común: Gusano cogollero.
Fuente: Agroproductores (2020)



Nombre común: Polillas.
Fuente: Urretabizkaya et al. (2010)

Existe evidencia documental (Mesa, 2011) que sugiere el fuerte impacto de los ácaros sobre las principales especies ornamentales de exportación. En particular, diferentes estudios describen el alto impacto del ácaro *Tetranychus urticae* como una de las plagas más significativas en los cultivos de rosa de la Sabana de Bogotá. Mesa (2011) planteó que las especies del género *Tetranychus* presentan el mayor rango de plantas hospedantes, mayor variabilidad de sus poblaciones y más amplia distribución geográfica. Las familias de ácaros identificadas en Colombia según Mesa (2011) son: *Tetranychidae*, *Eriophyidae*, *Tarsonemidae*, *Tenuipalpidae* y *Phytoseiidae*. En esta recopilación, se muestran los tipos de hospederos como cítricos, hortalizas, gramíneas, frutales y ornamentales. Siendo la familia *Tetranychidae* (especies *Tetranychus cinnabarinus* y *Tetranychus urticae*) y la familia *Tarsonemidae* (especie *Polyphagotarsonemus latus*) quienes atacan cultivos de flor de corte, que es el objeto de estudio de este trabajo y las cuales serán descritas más adelante. Adicionalmente, Mesa (2011) reporta que los costos que demanda el control de esta plaga en flores de exportación, hortalizas y algunos frutales son muy altos. Los ácaros se convierten en una amenaza en especies ornamentales de exportación y por tanto, su control y mitigación debe realizarse de la manera más apropiada para no generar sobrecostos,

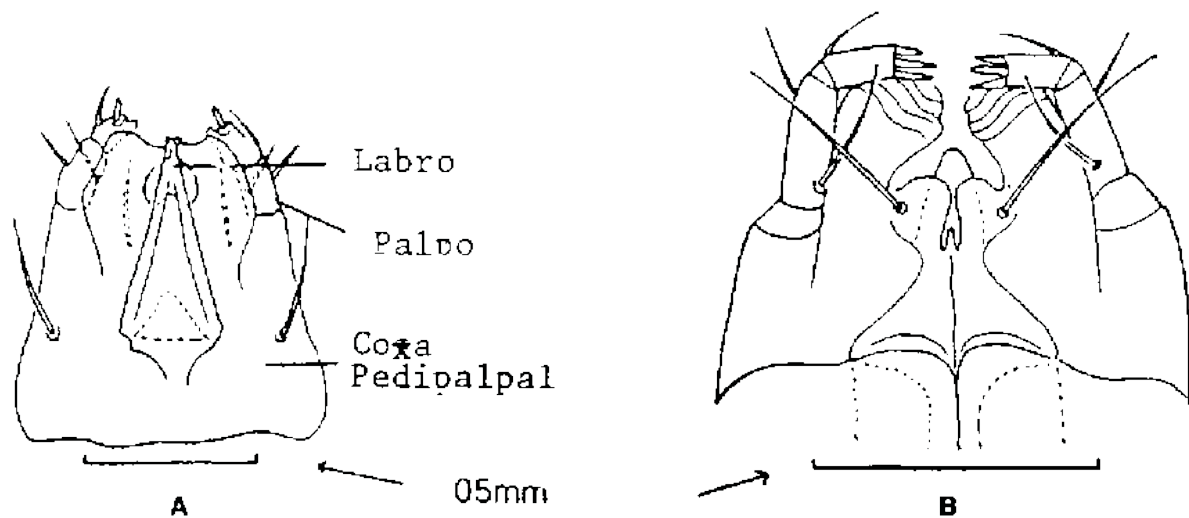
afectaciones en el medio ambiente ni en la salud de los seres humanos. A continuación, se exponen los diferentes tipos de ácaros, en particular el *Tetranychus urticae* y las afectaciones en los cultivos en mención.

Tipos de ácaros que afectan las especies ornamentales en Colombia

Los ácaros fitófagos se alimentan de la savia de la planta a través de su aparato bucal picador – chupador ilustrado en la Figura 2 (Sandeepa et al., 2019). Dada su facilidad de reproducción en el cultivo y por sus estrategias de supervivencia, con altas poblaciones, las plantas presentan: clorosis, falta de vigorosidad, pérdida de turgencia y telarañas (Mansour et al., 2004). Con altas infestaciones, las yemas de crecimiento se tornan marchitas y se ha observado malformación y distorsión del crecimiento aéreo de la planta; esto puede deberse a que estas plagas segregan sustancias que dificultan el crecimiento local (Koppert, s.f.).

Figura 2.

Aparato bucal de los ácaros



Fuente: Dell'Orto H., & Arias, C. (1985). "Insectos que dañan granos y productos almacenados", <https://www.fao.org/3/x5053S/x5053s08.htm>

En la Tabla 2, se muestran los tres tipos de ácaros reportados en los diferentes cultivos de flores en Colombia, los cuales son: *Tetranychus urticae*, *Tetranychus cinnabarinus* y *Polyphagotarsonemus latus*.

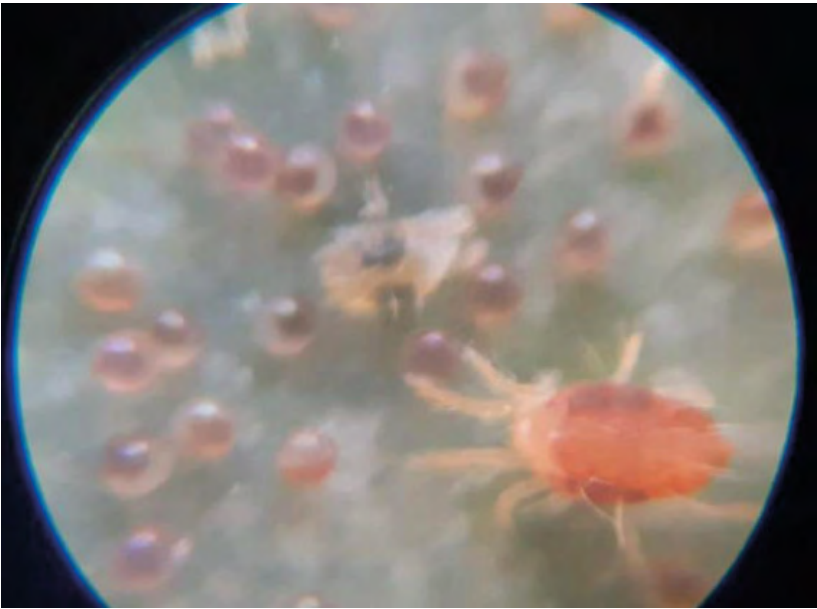
Tabla 2. Ácaros que afectan especies ornamentales en Colombia

Nombre científico	Nombre común	Especies que ataca	Síntomas	Referencia
<i>Tetranychus urticae</i>	Araña roja	Rosa, clavel, crisantemo, alstroemeria, pompón y otros diversificados.	Clorosis, telarañas, falta de vigorosidad, pérdida de turgencia.	Sandeepa et al. (2019)
<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Ácaro rojo	Rosa, clavel, crisantemo, alstroemeria, pompón y otros diversificados.		Mansour et al. (2004)
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Ácaro blanco	Clavel y gerbera.		Koppert (s.f.)

Tetranychus urticae

En la Figura 3, se ilustra un individuo adulto del ácaro en mención, el cual presenta las siguientes características: 1) Afecta los dos productos que tienen mayor participación en el mercado de exportación, tales como la rosa y el clavel (Daza et al., 2010), 2) Las especies del género *Tetranychus* presentan el mayor rango de plantas hospedantes, mayor variabilidad de sus poblaciones y más amplia distribución geográfica (Mesa, 2011), 3) Es considerada una “mega plaga” por sus diversas estrategias de supervivencia, adaptación y facilidad para adquirir resistencia cruzada a agroquímicos (Torrado & Melo, 2021), 4) Es un problema fitosanitario que tiene un peso importante en la estructura de costos del esquema MIPE (Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades), 5) Es una plaga que se encuentra distribuida en todo el territorio colombiano, en algunos de los cultivos ornamentales más relevantes de la economía en el mercado local y de exportación (Mesa, 2011).

Figura 3.
Individuo adulto y huevos inviables de *T. Urticae*





Tetranychus cinnabarinus

Esta plaga presenta 5 estados de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Vereau (1978), describe estos estados, así: los huevos son esféricos y blanquecinos, se van enrojeciendo a medida que van llegando al final de su desarrollo. El estado larval es ovalado, hexápodo y desde este instar, comienza a generar daño a los tejidos de la planta con su aparato bucal picador – chupador. El estado ninfal se compone de dos fases: protoninfa y deutoninfa; la primera es octópoda y dura de 1 a 2 días; la segunda, además de presentar las mismas características, incrementa exponencialmente su actividad alimenticia. Los adultos, presentan diferencias notables entre machos y hembras, además de su ciclo de vida ya que los machos duran entre 6 a 17 días y las hembras de 9 a 32 días respectivamente. Esta plaga también se caracteriza por tejer una densa tela de seda que le sirve como protección de sus enemigos naturales y en situaciones ambientales adversas (Vereau, 1978).

Polyphagotarsonemus latus

Este ácaro se encuentra en una variedad de cultivos hospederos en particular en el clavel y gerbera. Consta de 3 estados de desarrollo: huevo, larva y adulto. Sus oviposiciones se presentan principalmente en el envés de las hojas o los frutos; las larvas presentan 3 pares de patas y en su fase adulta desarrollan cuatro pares. Tiene un color característico verde-pálido o verde-amarillo (Gerson, 1992). Esta plaga tiene predilección por tejidos tiernos (yemas apicales, hojas jóvenes y puntos de floración) generando malformación, distorsión del crecimiento y bronceado en los tejidos afectados (Gerson, 1992).

Para la evaluación de las poblaciones de las tres especies anteriormente mencionadas, Gugole (2013) propone realizar el conteo teniendo en cuenta dos poblaciones que son: 1) Estados móviles, en donde se encuentran adultos, larvas y ninfas; y 2) Oviposiciones, es decir los huevos viables del ácaro encontrados al momento del monitoreo.

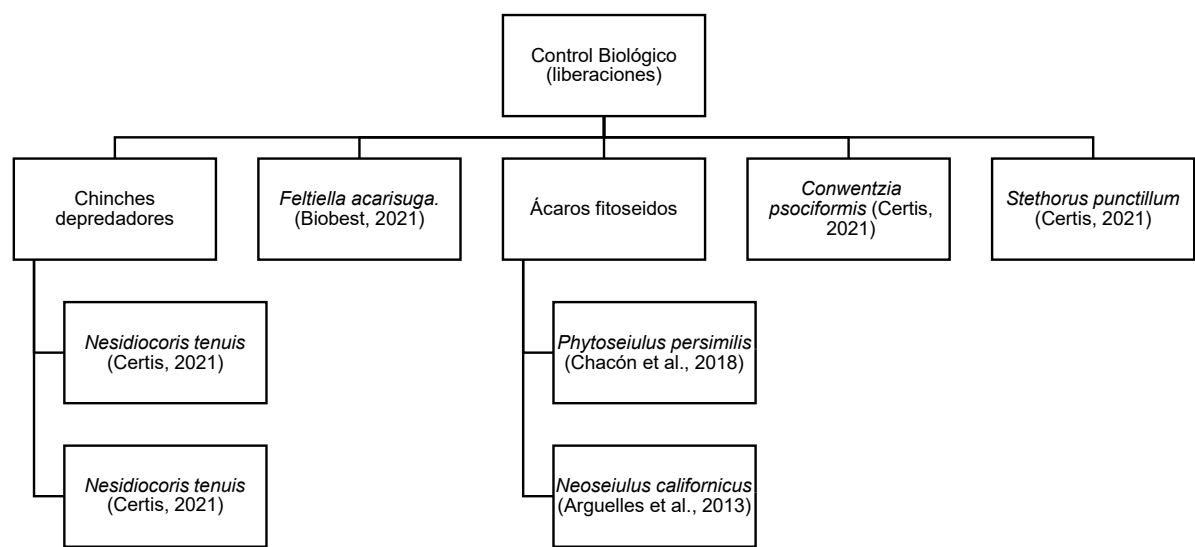
Alternativas de control y mitigación de ácaros en especies ornamentales

Dentro de las alternativas que se tienen para mitigar las plagas en especies ornamentales, están los agentes de control biológico y químico que se detallan a continuación.

Control biológico

Las Figuras 4 y 5 muestran las diferentes estrategias para mitigar y controlar las plagas. En el control biológico se manejan liberaciones controladas de ácaros fitoseidos como el *Phytoseiulus persimilis* (Chacón-Hernández et al., 2018), *Phytoseiulus plumifer* (Gómez, 1992) y el *Neoseiulus californicus* (Arguelles et al., 2013).

Figura 4
Descripción de los principales agentes de fauna benéfica utilizados en agricultura



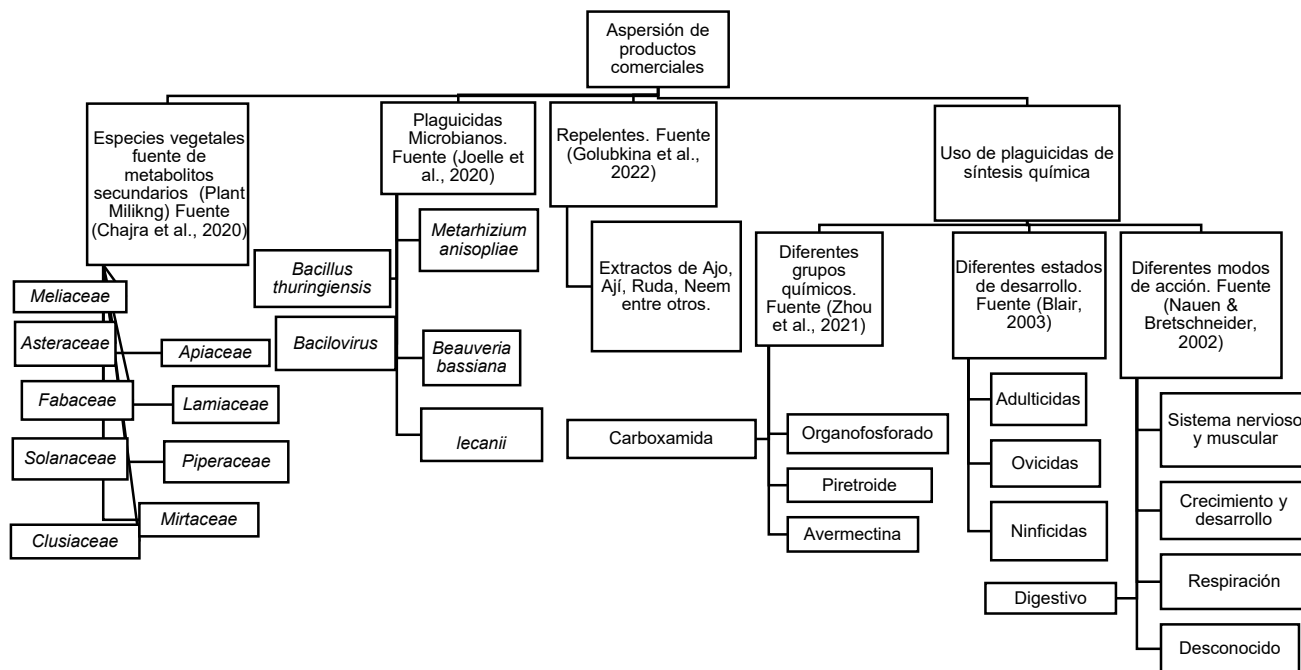
Nota. La Figura 4, ilustra los principales insectos depredadores utilizados para el control de plagas en agricultura, sin embargo, *Phytoseiulus persimilis*, es una especie de ácaro depredador que por su facilidad de manejo, compatibilidad con una amplia gama de ingredientes activos, su costo y la diversidad de proveedores, es una de las especies más utilizadas por los floricultores en Colombia (Chacón-Hernández et al., 2018).

Control químico

El control químico de ácaros por aspersión, se realiza a través del uso de metabolitos secundarios (Chajra et al., 2020), agentes microbianos (Joelle et al., 2020), repelentes (Golubkina et al., 2022) y uso de plaguicidas de síntesis química (Blair, 2003; Nauen & Bretschneider, 2002). Lo anterior puede evidenciarse en la Figura 5.

Figura 5

Herramientas para control de plagas en aspersión



Nota. La Figura 5, engloba las diferentes fuentes posibles de extractos y metabolitos secundarios que se pueden utilizar con un efecto insecticida y acaricida. Actualmente existen compañías a nivel global que desarrollan opciones de extractos vegetales de diferentes familias, que proveen de opciones para el control de las plagas basadas en biotecnología y que generalmente son amigables con el medio ambiente y la fauna (Chajra et al., 2020).

IRAC (2022) describe 35 grupos de moléculas y compuestos agrupándolos en las 5 categorías que son: 1) Acción sobre sistema nervioso y muscular; 2) Acción sobre crecimiento y desarrollo; 3) Acción sobre la respiración; 4) Acción sobre el sistema digestivo y 5) Modo de acción no conocido o incierto. Lo anterior representa una guía para diseñar el esquema de rotaciones de control, ya que el documento y la experiencia de los productores, muestran la alta factibilidad de resistencia cruzada a los plaguicidas si no existe un adecuado manejo de las herramientas disponibles. Si bien es cierto que la mayoría de los acaricidas en el mercado son del grupo que afecta el sistema nervioso, y son por lo general de un costo más competitivo (Rocha & García, 2008), es de suma importancia hacer uso de otros mecanismos fisiológicos para atacar las plagas; este es el caso del grupo 10, que actúa sobre procesos de crecimiento y desarrollo, específicamente en la inhibición de la enzima CHS1 (IRAC, 2022) y que adicionalmente es una tendencia en el mercado global.

La producción de nuevas moléculas de acaricidas, está determinada por ingredientes activos que tengan bajo riesgo de resistencia cruzada y de noble impacto con el medio ambiente, entre estos están incluidos algunos compuestos que inhiben el crecimiento de ácaros como Hexythiazox, Clofentezine

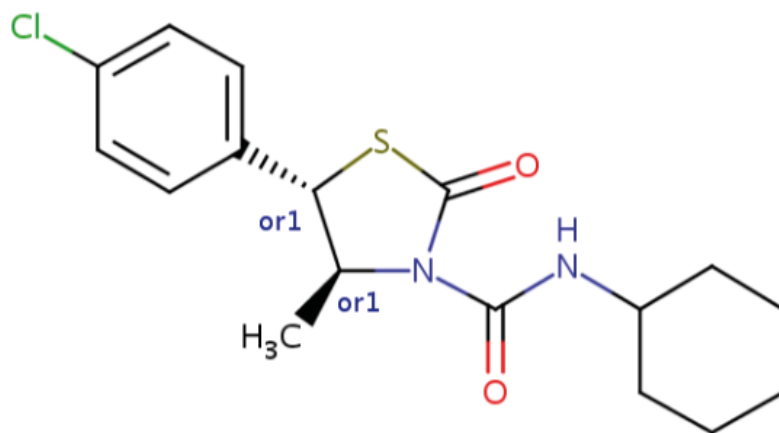
y Etoxazole (Van Leeuwen et al., 2015, p. 12). La Tabla 4, muestra los diferentes compuestos químicos utilizados para el control de ácaros. Además, esta tabla referencia la clasificación de IRAC e incluye la solubilidad en agua y otros compuestos químicos (columnas 3 y 9), el coeficiente de partición (grado de hidrofobicidad de una molécula que se utiliza para inferir cómo se comporta el entorno de los fluidos biológicos de un organismo), la densidad y la masa molecular de cada compuesto (IRAC, 2022; Lewis et al., 2016; PubChem, s.f., 2023).

En el subgrupo 10A se ubica Hexythiazox, un compuesto que según Singh (2022), presenta unas eficacias superiores frente a otros acaricidas (fenazaquin, etoxazole y abamectina) con una protección sobresaliente entre 14 a 21 días y con un buen comportamiento entre 7 a 14 días después de la aplicación. En cuanto a su ciclo de vida, *T. urticae* presenta un ciclo fenológico de 5 estados de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto; dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad, la plaga puede poner de 3 a 5 huevos por día (Certis, 2021). Relacionando lo anterior, el grupo 10A abarca moléculas que actúan específicamente sobre la cutícula de los insectos, evitando la incorporación de las unidades de N-acetilglucosamina, en el polímero de la quitina, y tienen una acción citostática sobre las células epidérmicas que producen quitina. También pueden tener efectos secundarios en el metabolismo de los ácidos nucleicos y en la hormona de la muda (Viñuela et al., 1991).

La Figura 6, muestra la estructura química de Hexythiazox, la cual es considerada heterocíclica (por tener grupos cíclicos, como el benceno o ciclo hexano) y está compuesta por azufre, nitrógeno y cloro. Por otro lado, en la Tabla 3, se muestran las características químicas de la molécula en mención, en cuanto a densidad, mecanismo fisiológico, concentración, coeficiente de partición, entre otros. Bichopolis S.A.S. (2020), reporta la “*Tabla de compatibilidad de productos para acariraptor*”; en su versión de 2020, muestra la adecuada compatibilidad de la molécula en estudio, con el manejo de fauna benéfica, en este caso específico para *Phytoseiulus Persimilis*, una estrategia que, aparte de ser amigable con el medio ambiente, cobra mayor relevancia día a día en la producción de flores de exportación. Otra ventaja del uso de Hexythiazox, es su efecto subletal. Musa et al. (2022) estudia este compuesto en hembras de *T. urticae* que estaban en el periodo preovipositorio o en el primer día de oviposición. La generación F0 (primera generación de individuos evaluados-padres) redujo significativamente su longevidad y fecundidad. El efecto transovárico más marcado ocurrió 4 días después de la aplicación, cuando del 52 % al 89 % de los huevos eran inviables. En la generación F1 (segunda generación de individuos evaluados –hijos), también se vieron reducciones significativas como consecuencia del efecto transovárico (La transferencia de patógenos a las generaciones sucesivas a través de la invasión del ovario y de la infección del óvulo) (Blog Biodic, s.f.).

Figura 6

Estructura química de Hexythiazox



Fuente: PubChem (s.f.). "Hexythiazox", <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hexythiazox>

Tabla 3. Características químicas de Hexythiazox

Parámetro	Características
Formula química	C ₁₇ H ₂₁ ClN ₂ O ₂ S
Clasificación IRAC	10A
Mecanismo fisiológico	Crecimiento y Desarrollo
Punto de acción primario	Regulación de Crecimiento
Ruta fisiológica	Afecta CHS1
Masa molecular	352.88 (g/mol)
Formulación	Polvo Mojable (WP)
Concentración	10% (100 g/kg)
Coeficiente partición	2.67
Densidad	1.31 g ml ⁻¹

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase (s.f.). "Hexythiazox (Ref: NA 73)", <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/385.htm>

Efecto de los nutrientes y medidas de control físico de ácaros

En la Figura 7, se muestra el efecto sobre el control de los ácaros dado por 5 tipos de nutrientes que son: 1) Promotores de desarrollo vegetal (Corrales et al., 2014); 2) Inductores de resistencia (Echeverri et al., 2012); 3) Efecto anti alimentario (Leyva et al., 2012); 4) Resistencia mecánica (Grichar et al., 2004) y 5) Repelentes (Shimizu & Ichi, 2022). Mediante la adición de diferentes compuestos como fósforo, aminoácidos, silicio, calcio, y amonios se logra la recuperación, bioestimulación de la planta, daño en el aparato bucal de la plaga, robustecimiento de la pared celular y la posibilidad de ahuyentar a diferentes tipos de plagas, en este caso ácaros. No obstante, en la Figura 15 se muestra otro enfoque en el control de ácaros a partir de labores en el cultivo, que abarcan el trapeo (Neira et al., 2004), poda de focos de infección (Sánchez-Vázquez et al., 2017), compostaje del material infectado (Sánchez-Vázquez et

al., 2017), eliminación de las plantas afectadas (Sánchez-Vázquez et al., 2017), cultivos trampa, como *Cucurbita máxima*, *Ruta graveolens*, *Solanum lycopersicon* y finalmente, cultivos donde se mantiene un nivel de humedad relativa alta mediante riegos (Valbuena, 2019).

Figura 7
Efecto de nutrientes sobre control de plagas

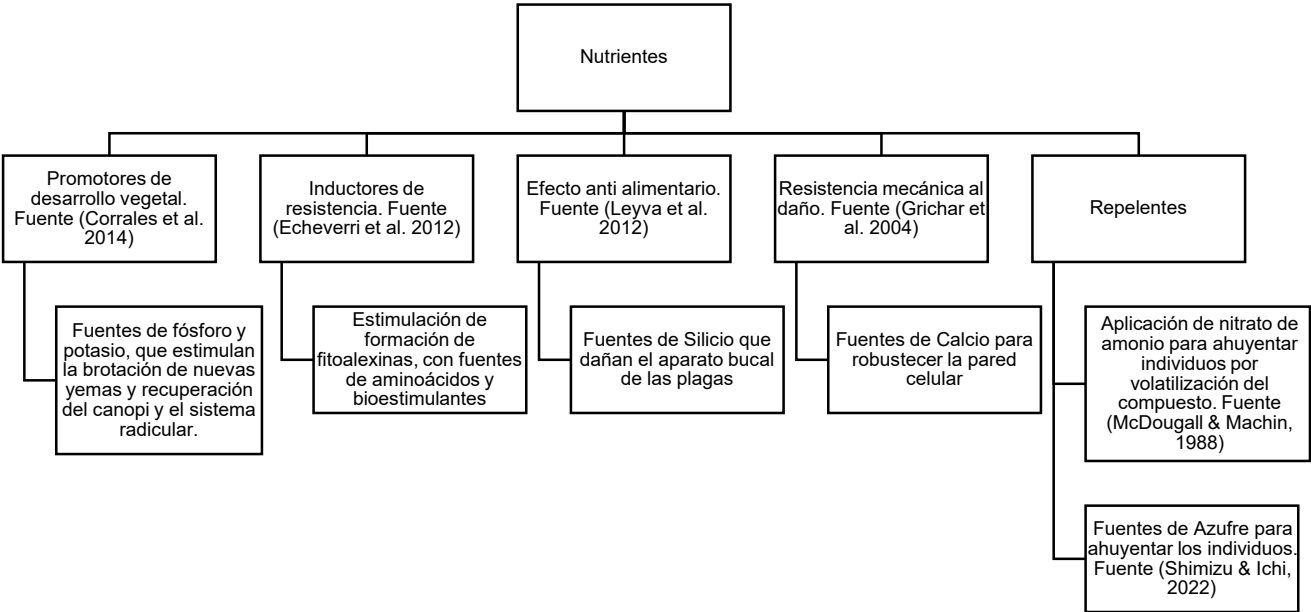
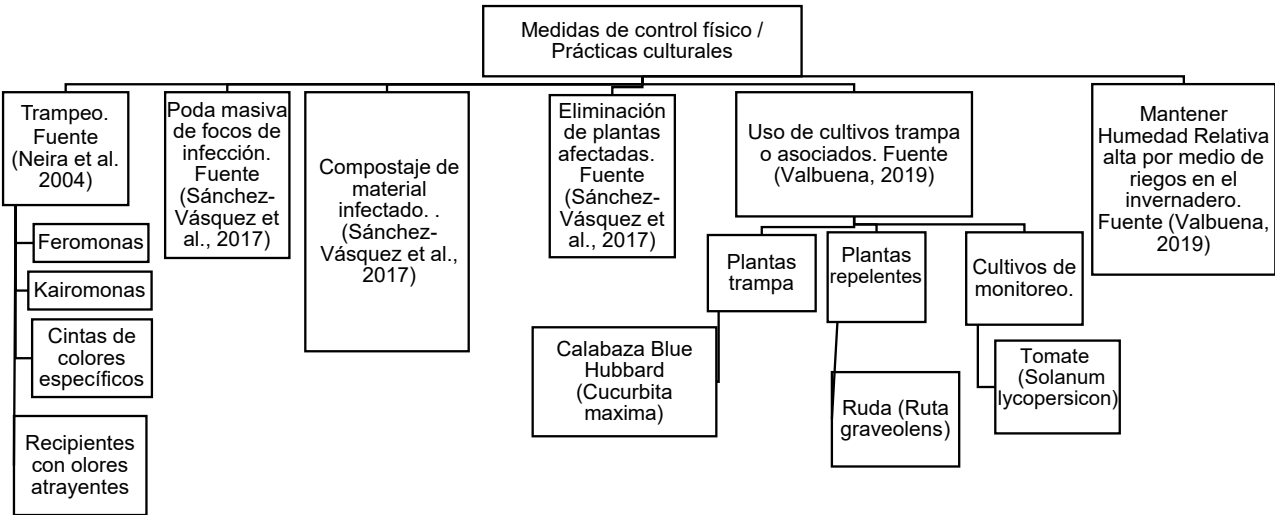


Figura 8
Labores de cultivo recomendadas para control de ácaros





Impactos del pH en el control de ácaros

Dentro de las técnicas de aplicación y control de plagas (ácaros), se encuentran los equipos de fumigación, realización de aforos, órdenes de mezcla, condiciones ambientales, momento y frecuencia de aplicación, entre otros. Se destacan las características químicas del agua y del pH. Barzola (2020) determinó que el rango de pH debe estar entre 5,5 a 6, para proporcionar una mayor vida útil a la molécula. El agua es un vehículo que contiene diferentes tipos de compuestos; dependiendo del origen de esta, sus características químicas le confieren usos determinados como el de fumigación en agricultura. Una de esas variables es el pH que como lo explica Meijer et al. (2020), es un indicador de la concentración de hidrógenos que determina la acidez o alcalinidad de una solución.

Otros factores externos que pueden causar fluctuaciones en el pH de un cuerpo de agua, incluyen los desechos de agricultura, los drenajes ácidos de minería y las emisiones de combustibles fósiles, como el dióxido de carbono, el cual genera un ácido débil cuando se disuelve en el agua (García et al., 2019); por esto es crucial hacer mediciones constantes en la finca y así asegurarse de que no haya variado el rango de pH. Se propone un rango de pH, ya que la cinética química hace que sustancias disueltas en agua, sufran impactos de distinta magnitud, según el ion que prevalezca (Leiva, 2020), modificando o degradando el ingrediente activo, con lo cual la eficacia del producto se va a ver afectada directamente.

De esta forma, se recomienda manejar en las aplicaciones de Hexythiazox, una dosis de 0,4 g/L de agua asperjada, manejando entre 1.000 a 1.200 L/Ha (g: gramos, L: litros y Ha: Hectáreas), siguiendo siempre las indicaciones de un Ingeniero Agrónomo y la ficha técnica (AVGUST Colombia, 2021).

Comentarios finales

Tal como se mencionó anteriormente, el ácaro *Tetranychus urticae* es considerado una “mega plaga” por sus diversas estrategias de supervivencia, adaptación y facilidad de adquirir resistencia cruzada a agroquímicos (Torrado & Melo, 2021). En particular para este ácaro, se tienen una serie de estrategias de control y manejo que pueden extenderse a otro tipo de plagas tal como se muestra en la Tabla 6. En la fila 9 de la misma tabla, la estrategia “Vigorización de plantas” se refiere a la aplicación de elementos nutricionales: en el caso del nitrógeno, es un elemento que se debería contemplar de manera constante desde el inicio del cultivo ya que este se relaciona con el área foliar, la eficiencia fotosintética y la producción de biomasa de la planta (Escalante, 1999). El fósforo, interviene en el proceso de desarrollo vegetal, desarrollo radicular y floración (Munera & Mesa, 2014). El Potasio, promueve el potencial osmótico, crecimiento celular, procesos de llenado y producción vegetal (Mengel & Kirkby, 2000). El calcio es estructural, ubicándose principalmente en los tejidos vegetales y contribuyendo en la división y elongación celular (Mengel & Kirkby, 2000). El boro, actúa principalmente en la preservación de la estructura de la pared celular, mantenimiento de las funciones de la membrana y cofactor de las

membranas metabólicas (Malavé Acuña & Carrero Molina, 2007). El magnesio, está relacionado con el proceso de fotosíntesis y la fijación de dióxido de carbono (Ube, 2020). De tal forma, el balance adecuado en las fórmulas de fertilización relacionado con el estado fenológico del cultivo, es fundamental para que la planta se encuentre en las mejores condiciones nutricionales y logre afrontar con el menor estrés posible una eventual limitante fitosanitaria (Gómez, 2012).

Para el manejo de esta plaga, es indispensable adoptar una estrategia general de manejo integrado de resistencia de ácaros “MIRA” (Torrado, 2010), definida como un enfoque y grupo de estrategias que le dan especial interés al control de ácaros, facilitando así el mantenimiento de las poblaciones por debajo del umbral de daño económico, “UDE”, como la herramienta para decidir en qué momento la población de una plaga o enfermedad, resultará en daño económico. Por tanto, el UDE es una medida con la cual evaluamos el estatus destructivo y el potencial de una población de plagas o incidencia de una enfermedad (Pedigo, 1996).

Por otro lado, se recomiendan efectuar las mezclas de químicos de uso agrícola en el agua de fumigación, siguiendo unos lineamientos generales: primero se debe hacer el acondicionamiento del agua en términos de dureza (ppm de carbonato de calcio, CaCO_3) y luego la aplicación del coadyudante (Flores & Peñaranda, 2018) (que impida generar espuma y humecte mejor la superficie aplicada, entre otras características). A continuación, se adicionarán los agroquímicos según su formulación del más al menos soluble en el siguiente orden: concentrado soluble, suspensión concentrada, nano emulsión, micro emulsión, concentrado emulsionable, gránulos dispersables, gránulos solubles, polvo soluble, polvo mojable (Jalil, 2004). Formulaciones de agroquímicos de mayor uso en nuestro país. Facultad de ciencias agrarias, Sitio Argentino de producción Animal.).

Guevara (2020) argumenta la importancia del pH en la solución utilizada para la aspersión, ya que determina la compatibilidad física al ser mezclado con otros productos y proporciona una herramienta de trabajo para lograr los resultados esperados. No obstante, se tienen otros factores dentro de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad relativa del área aplicada, que también son determinantes al momento de evaluar el control sobre poblaciones de ácaros. Amaya et al. (2022), lograron establecer una relación de estos dos factores con las poblaciones de ácaros *Aceria sheldoni* (ácaro del brote de los cítricos) donde los huevos se relacionaron positivamente con la temperatura, mientras que los inmaduros y adultos, manifestaron relaciones negativas con la humedad relativa. Además, estos autores observaron que este ácaro en estado inmaduro presenta una relación positiva con la temperatura máxima, mientras que los adultos con la temperatura mínima (Amaya et al., 2022) ralentizan su desarrollo alargando su ciclo de vida.

De igual forma la temperatura también interfiere en los procesos de germinación y esporulación de hongos entomopatógenos como *Beauveria spp.* Godoy et al. (2007) determinaron bajo condiciones de laboratorio, que la mejor germinación y esporulación, se produce entre 25 a 30 °C con un rango de 80 a 90% de humedad relativa. También se han registrado relaciones entre la temperatura al momento de la



aspersión y la resistencia adquirida al acaricida Hexythiazox. Yamamoto et al. (2005) determinaron que aplicaciones efectuadas entre 25 °C a 35 °C aumentan significativamente el riesgo de adquirir resistencia en los individuos y pueden estimular la capacidad de los adultos femeninos para producir huevos. Es así como las plagas y en especial los ácaros se ven afectados por factores bióticos y abióticos, en particular por las condiciones térmicas.

En cuanto a la humedad relativa, los ácaros tetraníquidos (familia que se encuentra principalmente en cultivos ornamentales en Colombia) tienen mecanismos de adaptación en los cuales en Humedades Relativas (HR) bajas, modifican la ubicación de su tráquea ya que por allí pueden perder agua, cerrando su posición mandibular; mientras que en HR altas pueden eliminar inclusive el 25 % de su peso en agua en un periodo de 30 minutos. Todo lo anterior, se realiza con el objetivo de mantener su balance hídrico ideal para cumplir sus funciones metabólicas (Hoy, 2016). Por su parte, Masís & Aguilar (1990), realizan análisis relacionando las diferentes poblaciones de ácaros con la precipitación. Estos autores determinaron que en condiciones de temperatura elevada y baja precipitación, se tiene un incremento poblacional de la plaga *Tetranychus urticae*, mientras que en bajas condiciones de temperatura y de alta precipitación se observó una reducción en las poblaciones de este ácaro. Lo anterior, confirma la relevancia de los factores ambientales y cómo se debe poner en contexto la época del año, para tener presente a qué tipo de acaricida se le debe dar prioridad; aunque los huevos van a estar presentes en todo el ciclo de la plaga (todo el año), la mayor presión de control se va a manifestar con altas temperaturas.

Otra recomendación importante, es el seguimiento de los lineamientos del fabricante de cada producto para la preparación, mezcla y aplicación de los plaguicidas, para garantizar el buen funcionamiento del ingrediente activo dentro del esquema rotacional establecido por el productor. En este sentido, la molécula en estudio es comercializada por la compañía AVGUST Colombia (2021) y referido en los documentos “KARPY WP, Ficha de seguridad, 2021” y “HEXMITE, Hoja de datos de seguridad, 2019” (AVGUST Colombia, 2021), emitido por este fabricante; se encuentra el pH de la molécula Hexythiazox, descrita en este ensayo experimental, en un rango entre 5,5 a 6,5. Con lo anterior se entiende la recomendación de los fabricantes para mantener estas condiciones químicas al momento de la aplicación del producto (AVGUST Colombia, 2021).

Otro aspecto de alta relevancia es la dosificación utilizada durante la aspersión. Hair et al. (2020), proponen una relación entre las recomendaciones del fabricante, el litraje aplicado por hectárea, los monitoreos realizados y el plan de manejo diseñado por un ingeniero agrónomo; todas ellas deben ser tenidas en cuenta para definir la cantidad de producto a utilizar. En algunas fincas productoras se están aplicando herramientas de mapeo para tomar decisiones. Acharya et al. (2018), proponen dirigir las fumigaciones específicamente a los focos donde se identifica que está el daño económico, basado en mapas, y mantener las áreas del cultivo con una presión química menor (y con menores costos); buscando nivelar la plaga a poblaciones mínimas. De acuerdo con Adesanya et al. (2021), una de las estrategias clave para disminuir el riesgo de resistencia en el manejo *T. urticae*, es garantizar las con-

diciones ideales de técnicas de aplicación, para que los ingredientes activos tengan la mayor eficacia posible y de esta manera las rotaciones de grupos químicos sean exitosas. En conclusión, la medición y apropiado suministro del pH permite llevar a buen término el uso de agroquímicos y con ello la calidad de las cosechas.

Conclusiones

Es importante identificar las especies de plagas y enfermedades que afectan cada cultivo y predio en particular, ya que, en el caso de los ácaros, existen diferentes individuos que pueden tener injerencia en el sistema productivo. De esta forma, se logrará esclarecer la biología, morfología y hábitos de la limitante fitosanitaria, con el propósito de tomar decisiones de manejo técnico, encaminadas a su control y lograr mantener estas poblaciones por debajo del umbral de daño económico.

Para identificar los brotes de plagas en la industria agrícola, existen herramientas que permiten predecir a nivel general, el momento idóneo de aplicar metodologías de control; para ello, se requieren estudios que proporcionen estrategias de manejo y mitigación de dichas plagas y en especial de los ácaros. Entre los enfoques de control se encuentran los métodos biológicos y químicos. En particular para la especie del ácaro *Tetranychus urticae* considerado una “mega plaga” que afecta los productos de exportación de rosa y clavel, se tiene como estrategia de control biológico la liberación de ácaros predadores como *Phytoseiulus persimilis* y en el control químico existe la opción de uso de moléculas como Hexythiazox. No obstante, otras medidas como el control físico a través de podas (eliminación de focos de infección), control cultural (recolección de residuos vegetales) y vigorización de las plantas (adición de nutrientes) proporcionan alternativas viables financiera y ambientalmente. Toda la información se puede recopilar y convertir en mapas y diagramas a través de softwares que faciliten la toma de decisiones y conocer en tiempo real el estado de los cultivos en mapas de 2D y 3D.

Es importante aclarar que el manejo de los diferentes enfoques utilizados en el control y mitigación de ácaros permitirán al productor agrícola una producción limpia y con el menor impacto posible al ecosistema; ninguna es más importante o contundente que la otra. Siguiendo la recomendación de un ingeniero agrónomo, se puede determinar la estrategia más pertinente a aplicar, tomando en cuenta la época del año, los síntomas observados y el ciclo de vida de la planta.

Las técnicas de aplicación de productos para la protección de cultivos son clave, cuando todas las demás alternativas se han agotado y cuando es de relevancia obtener la mayor eficacia posible. En este orden de ideas, la medición de variables como el pH, el litraje asperjado por cama (referido a cultivos de especies ornamentales de flor de corte) y la calibración de los implementos utilizados en la fumigación, determinarán el éxito en esta práctica.



Agradecimientos

Los autores agradecen a la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas por su apoyo permanente en la realización de la presente investigación. Sergio Julián Bonilla Mendieta agradece a la Maestría por su respaldo y contribución en el proceso académico y crecimiento profesional. El segundo autor, Luis Fernando Cardona Palacio, agradece al Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Católica Luis Amigó por su apoyo en la realización de esta investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole.

Referencias

- Acharya, S., Pawar, S., & Wable N. (2018). *Application of Remote Sensing & GIS in Agriculture*. Department of Agriculture Marketing, College of Agriculture Business Management. India.
- Adesanya, A., Lavine, M., Moural, T., Lavine, L., Zhu, F. & Walsh, D. (2021). Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems [Mecanismos y gestión de la resistencia a los acaricidas de *Tetranychus urticae* en agroecosistemas]. *Journal of pest Science*, 94, 639-663. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01342-x>
- Agroidea. (2021). Prueba de eficacia de la actividad biológica de productos para protección a cultivo. Consecutivo 628. <https://www.agroidea.com.co/>
- Aguirre, N. M., & Calix, E. I. (2009). *Estudio del ciclo biológico de la mosca blanca (Bemisia tabaci Gennadius, Hemiptera: Aleyrodidae) en siete especies de cucurbitáceas* [trabajo de grado de pregrado, Universidad Nacional Agraria, UNA]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2107/>
- Agronegocios. (24 de noviembre de 2015). Aprenda acerca de las características de la mosca blanca. <https://www.agronegocios.co/aprenda/aprenda-acerca-de-las-caracteristicas-de-la-mosca-blanca-2621720>



- Agroproductores. (2020). Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval). <https://agroproductores.com/tetranychus-cinnabarinus-boisduval/>
- Amaya, M., Carrizo, B., Pérez, G., & Alderete, C. (2022). Fluctuación poblacional del ácaro *Aceria sheldoni* Ewing (Acari: Eriophyidae) en limoneros en función de las variables climáticas temperatura, precipitaciones y humedad relativa en Tucumán, Argentina. *Revista de Agronomía del Noroeste Argentino*, 42 (1), 56-62.
- Arguelles, A., Plazas, N., Bustos, A., Cantor, F., Rodríguez, D., & Hilarion, A. (2013). Interacción entre dos ácaros depredadores de *Tetranychus urticae* Koch (Acariformes: Tetranychidae) en laboratorio. *Acta Biológica Colombiana*, 18(1), 137-148. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2013000100010
- AVGUST Colombia. (2021). KARPYP, Ficha de datos de seguridad (FDS), Versión 1. Colombia. https://avgust.com.co/wp-content/uploads/2021/04/Karpy-WP-FichaT%C3%A9cnica_2021_CO.pdf
- Banco Mundial. (31 de marzo de 2023). Agricultura y alimentos. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#:~:text=La%20agricultura%20puede%20ayudar%20a,dedican%20principalmente%20a%20labores%20agr%C3%ADcolas.>
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerna, E. (2010). Population regulation of pest mites of agricultural significance [Regulación poblacional de ácaros plaga de impacto agrícola]. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 5(1), 270-302.
- Bichopolis S.A.S. (2020). Tabla de compatibilidad de productos para AcariRaptor. <https://biobee.co/quienes-somos/bichopolis/>
- Biobest. (18 de marzo de 2021). Biobest recomienda Feltiella acarisuga para el control de la araña roja en berenjena. *Revista Phytoma*. <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-emresas/biobest-recomienda-feltiella-acarisuga-para-el-control-de-la-arana-roja-en-berenjena>
- Blog BioDic. (s.f.). BioDic–Diccionario Científico. <https://www.biodic.net/palabra/transmision-transovarica/>
- Certis. (2021). *Tetranychus urticae*: síntomas y mecanismos de control. *Certis, Growing Together. Noticias y actualidad agrícola*. <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/tetranychus-urticae-sintomas-y-mecanismos-de-control>
- Chacón-Hernández, J., Camacho-Aguilar, I., Cerna-Chávez, E., Ordaz-Silva, S., Ochoa-Fuentes, Y., & Landeros-Flores, J. (2018). Efectos de " *Tetranychus urticae* " y " *Phytoseiulus persimilis* " (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) en la clorofila de plantas de rosál (" *Rosa* " sp.). *Agrociencia*, 52(6), 895-909.



- Chajra, H., Salwinski, A., Guillaumin, A., Mignard, B., Hannewald, P., Duriot, L., Warnault, P., Guillet-Claude, C., Fréchet, M., & Bourgaud, F. (2020). Plant milking technology-an innovative and sustainable process to produce highly active extracts from plant roots. *Molecules*, 25(18), 4162. <https://doi.org/10.3390/molecules25184162>
- Corrales, L. C., Arevalo, Z. Y., & Moreno, V. E. (2014). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *Nova*, 12(21), 68-79. <https://doi.org/10.22490/24629448.997>
- Daza, M., Cantor, F., Rodríguez, D., Bustos, A. & Cure, J. (2010). Criterios para la producción de phyto-seiulus persimilis (parasitiformes: phytoseiidae) bajo condiciones de invernadero. *Acta Biológica Colombiana*, 15(1).
- Dell'Orto, H., & Arias, C. (1985). Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. <https://www.fao.org/3/x5053S/x5053s08.htm>
- Durán, L. (25 de noviembre de 2014). 5 plagas más comunes. *Pisosblog*. <https://www.pisos.com/al-dia/5-plagas-mas-comunes/223334/>
- Echeverri, F., Torres, F., Quiñones, W., Escobar, G., & Archbold, R. (2012). Phenylphenalenone phytoalexins, will they be a new type of fungicide? *Phytochemistry reviews*, 11, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11101-010-9205>
- Escalante, A., Rodríguez, M. T., & Escalante, E. (1999). Efecto del nitrógeno en la producción y abscisión de órganos reproductivos y rendimiento del frijol en función del nitrógeno. *Agronomía Mesoamericana*, 10(1), 47-53. <https://doi.org/10.15517/am.v10i1.17997>
- Fernández, L. S., Fernández, C., & Mejía, J. E. (2004). Ciclo de vida de Spodoptera ornithogalli (Guenée) en el cultivo del algodón en el Valle Medio del Sinú. *Temas Agrarios*, 9(1), 30-36. <https://doi.org/10.21897/rta.v9i1.621>
- Flórez, A., & Peñaranda, M. (2018) Diagnostico básico y recomendaciones generales para aguas de uso agrícolas. Revista Metroflor, V. Mayo-2018. <https://www.metroflorcolombia.com/diagnostico-basico-y-recomendaciones-generales-para-aguas-de-uso-agricolas/>
- Friedrich, T. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 319-322. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193033033001>
- García, J., & Basto, D. (2019). Impacto de las plagas sobre el indicador de flor no exportable. Instituto Entoma. <https://www.entoma.org/impacto-de-las-plagas-sobre-el-indicador-de-flor-no-exportable/>
- Gerson, U. (1992). Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental & Applied Acarology*, 13(3), 163-178. <https://doi.org/10.1007/BF01194934>



- Godoy, J. C., Valera, R. E., Guédez, C., Cañizalez, L. M., & Castillo, C. (2007). Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de *Beauveria bassiana*. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(3), 415-425.
- Gómez, A. A. (1992). Control biológico de ácaros Tetranychidae. *Agronomía Colombiana*, 9(2), 202-206. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21169>
- Greenhouse Growers. (24 de febrero de 2017). Controla los áfidos al entender cómo interactúan con las plantas. <https://agriculturers.com/controla-los-afidos-al-entender-como-interactuan-con-las-plantas/>
- Grichar, W. J., Besler, B. A., & Melouk, H. A. (2004). Peanut (*Arachis hypogaea*) response to agricultural and power plant by-product calcium. *Peanut Science*, 31(2), 95-101. <https://doi.org/10.3146/pnut.31.2.0007>
- Golubkina, N., Zayachkovsky, V., Sheshnitsan, S., Skrypnik, L., Antoshkina, M., Smirnova, A., Fedotov, M., & Caruso, G. (2022). Prospects of the application of garlic extracts and selenium and silicon compounds for plant protection against herbivorous pests: a review. *Agriculture*, 12(1), 64. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010064>
- Gómez, D. (2012). *Influencia del Balance Nutricional en el Cultivo de Banano*. Editorial Academia Española.
- Guevara, H. (2020). Contenido técnico impartido en el curso virtual sobre genética de agroquímicos, conceptos básicos para un mejor uso. Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/120093>
- Gugole, M. F. (2013). *Manejo Integrado de la plaga Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense* [tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio Institucional. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/31297>
- Hair, A. Rela, I., Abas, A., Arfan, M., Effendi, M., Noor, M., & Musa, A. (2020). Peat Land Oil Palm Farmers' Direct and Indirect Benefits from Good Agriculture Practices. *Sustainability*, 13(14), 7843. <https://doi.org/10.3390/su13147843>
- Hoy, M. (2016). *Agricultural Acarology. Introduction to integrated mite management*. CRC Press. Taylor & Francis Group. University of Florida.
- ICA. (2019, 22 de noviembre). Ornamentales de Cundinamarca cumplen con los estándares de calidad para exportación. *Instituto Colombiano Agropecuario*. <https://www.ica.gov.co/noticias/ornamentales-de-cundinamarca-cumplen-con-los-estan>



- IPM Labs. (s.f.). Thrips damage. Biological Control Supply and Support. <https://www.ipmlabs.com/thrips-damage/>
- Insecticide Resistance Action Committee Executive. (2022). Mode of action classification scheme. Insecticide Resistance Action Committee, Version 10,3. <https://irac-online.org/>
- Jalil, E. (2004). Formulaciones de agroquímicos de mayor uso en nuestro país. Facultad de ciencias agrarias, Sitio Argentino de producción Animal.
- Joelle, T. M., Yeyinou, L. E. L., Ouorou, K. D. K., Elie, A. D., Karimou, Z., Parfait, K., & Manuele, T. (2020). Management of the legume pod borer *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) with field applications of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* and a mixed formulation of the baculovirus MaviMNPV with emulsifiable neem oil. *African Journal of Agricultural Research*, 15(1), 113-121. <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.14391>
- Kripa, A., Sudip, B., Laxmi, D., & Jiban, S. (2020). El cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda): Una amenaza en producción de cultivos en Africa y Asia. *Peruvian Journal of Agronomy*. <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/jpagronomy/index>
- Koppert. (s.f.). Ácaro blanco, Polyphagotarsonemus latus. Koppert. <https://www.koppert.com.co/retos/control-de-plagas/aranas-rojas-y-otras-aranas/acaro-blanco/>
- Landeros, J., Mora, N., Badii, M., Cerda, P. A., & Flores, A. E. (2002). Effect of sublethal concentrations of avermectin on population parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry. *Southwestern Entomologist*, 27(3-4), 283-289.
- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D. J., & Green, A. (2016). An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>
- Leiva, P. (2020). Consideraciones generales sobre calidad de agua para pulverización agrícola. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, INTA. Argentina.
- Leyva, M., Tiomno, O., Tacoronte, J. E., Marquetti, M. D. C., & Montada, D. (2012). Essential plant oils and insecticidal activity in *Culex quinquefasciatus*. *Insecticides-Pest Engineering (Perveen F., ed.) Ed. Intech*, 221-238.
- Malavé Acuña, A., & Carrero Molina, P. E. (2007). Desempeño funcional del boro en las plantas. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 1-14.
- Mansour, F., Azaizeh, H., Saad, B., Tadmor, Y., Abo-Moch, F., & Said, O. (2004). The potential of middle eastern flora as a source of new safe bio-acaricides to control *Tetranychus cinnabarinus*, the carmine spider mite. *Phytoparasitica*, 32, 66-72. <https://doi.org/10.1007/BF02980862>

- Masís, C. E., & Aguilar, H. (1990). Efecto de la precipitación pluvial sobre la densidad poblacional de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en tres variedades de fresa. *Agronomía Costarricense*, 14, 89-92.
- McDougall, K. W., & Machin, M. V. (1988). Stabilization of the carbamate acaricide promacyl in cattle dipping fluid. *Pesticide science*, 22(4), 307-315. <https://doi.org/10.1002/ps.2780220404>
- Meijer, E. W., Palmans, A. R., & Mabesoone, M. F. (2020). Solute–solvent interactions in modern physical organic chemistry: Supramolecular polymers as a muse. *Journal of the American Chemical Society*, 142(47), 19781-19798. <https://doi.org/10.1021/jacs.0c09293>
- Mejía Méndez, G., & Castellanos Suárez, J. A. (2018). Costos de producción y rentabilidad del cultivo de la papa en Zacapoaxtla, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1651-1661. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1721>
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio.
- Mesa, N. C. (2011). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1), 321-363. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23730>
- Munera, G., & Meza, D. (2014). El fósforo, elemento indispensable para la vida vegetal. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Programa de tecnología química. <https://repositorio.utp.edu.co/items/308a10bb-b4cb-43cf-94de-de6650f348b0>
- Musa, A., Medo, I., & Marić, I. (2022). Transovarial toxicity matters: lethal and sublethal effects of Hexythiazox on the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 87, 175–194. <https://doi.org/10.1007/s10493-022-00733-8>
- Nauen, R., & Bretschneider, T. (2002). New modes of action of insecticides. *Pesticide Outlook*, 13(6), 241-245. <https://doi.org/10.1039/B211171N>
- Neira, M., Heinsohn, P., Báez, A., & Fuentealba, J. (2004). Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari: Varroidae). *Agricultura Técnica*, 64(3), 238-244. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072004000300003>
- Ortiz Nieto, D. Y., & Jiménez García, A. M. (2017). Manejo agroecológico del sistema productivo Cúbio. *Perspectivas*, 2(7), 10–24. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/article/view/1590>
- Pedigo, L. (1996). *Umbrales Económicos y Niveles de Daño Económico*. Universidad del estado de Universidad de Minnesota.
- Peralta, O., & Tello, V. (2011). Tabla de vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melón, *Cucumis melo*. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 21-26.



- PubChem. (s.f.). Compound summary, Cyhexatin. National Library of Medicine. National Center of Biotechnology Information. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyhexatin>
- Rainforest Alliance. (2022). Lista de Plaguicidas Prohibidos y de Uso con Mitigación de Riesgo. Listas para la gestión de plaguicidas Versión 1,3. <https://www.rainforest-alliance.org/>
- Reyes, C. (2015). Minador de la hoja–Liriomyza sp. *Revista Panorama Agropecuario*, (85). https://issuu.com/josemiguelurrutia/docs/revista_85
- Rocha, J., & García, F. (2008). Insecticidas clásicos y biopesticidas modernos: avances en el entendimiento de su mecanismo de acción. *Biotecnología*, 12(1), 50-62.
- Rodríguez Escobar, J. G., Rodríguez Falconi, R., & Cruz Gutiérrez, R. (2021). Efecto de acaricidas sobre *Tetranychus* sp. En maíz (*Zea mays*) en el estado de Veracruz. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 4504-4511. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-132>
- Sandeepa, A. R., Pradeep, S., Thara, K. T., & Sridhara, S. (2019). Biology of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) on carnation under laboratory condition. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1), 1394-1398.
- Sánchez-Vázquez, E. P., Osorio-Osorio, R., Hernández-Hernández, L. U., Hernández-García, V., Márquez-Quiroz, C., & Cruz-Lázaro, E. D. L. (2017). Toxicidad de acaricidas para el ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Agrociencia*, 51(1), 81-90.
- Serrano, X., Lee, R., Torrado, E., & Rojas, J. (2010). Ácaros limitantes en la producción de flores. *Academia Ceniflores*. <https://academia.ceniflores.org/CentroDocumental/acaros-limitantes-en-la-produccion-de-flores/>
- Shimizu, Y., & Ichi, R. (2022). Acaricidal effects of sulfur agents on two red spider mites, *Oligonychus coffeae* (NIENTER) and *Oligonychus biharensis* (HIRST)(Acarina: Tetranychidae) infesting mango in the laboratory and greenhouse. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(5), 3583-3591.
- Singh, J. (2022). Efficacy of acaricides against phytophagous mites in apple. *Indian Journal of Entomology*, 84(1), 152–155. <https://doi.org/10.55446/IJE.2021.293>
- Torrado, E., & Melo, M. (2021). ¿Por qué el ácaro Arañita Roja *Tetranychus urticae*, es considerada mundialmente como una de las megaplagas más devastadoras de cultivos agrícolas? *Instituto Entoma*. <https://www.entoma.org/?s=¿Por+qué+el+ácaro+Arañita+Roja+Tetranychus+urticae>
- Torrado, E. (2010). Arañitas (Acari: *Tetranychidae*): megaplagas de cultivos ornamentales. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34407>



- Ube, S. (2020). Importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) [Trabajo de grado de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7273>
- Urretabizkaya, N., Vasicek, A., & Saini, E. (2010). *Insectos perjudiciales de importancia Agronómica*. Ediciones INTA. <https://docplayer.es/21756244-l-lepidopteros-urretabizkaya-n-vasicek-a-saini-e-insectos-perjudiciales-de-importancia-agronomica.html>
- Valbuena, A. C. (2019). Determinación de especies de plantas trampa como hospederas alternativas de *Tetranychus urticae* y *Trialeurodes vaporariorum* para el establecimiento de *Balaustium leanderi*, como alternativa de control biológico por conservación. UTADEO. <https://expeditiorepositorio.uta-deo.edu.co/handle/20.500.12010/7839>
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>
- Vereau, W., Cueva, M., & Ojeda, D. A. (1978). Biología de la "Arañita Roja del Algodonero" *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina, Tetranychidae). *Revista Peruana de Entomología*, 21(1), 50-54.
- Viñuela, E., Budia, F. & Estal, P. (1991). Los insecticidas reguladores del crecimiento y la cutícula. *Bol. San. Veg. Plagas*, 17(3), 391-400.
- Yamamoto, A.; Yoneda, A.; Hatano, R. & Asada, M. (2005). Effects of hexythiazox resistance on life history parameters in citrus red mites. *Journal of Pesticide, Science*, 21(1), 37-42. <https://doi.org/10.1584/jpestics.21.37>
- Zhou, H., Liu, S., Wan, F., Jian, Y., Guo, F., Chen, J., Ning, Y., & Ding, W. (2021). Graphene oxide–acaricide nanocomposites advance acaricidal activity of acaricides against *Tetranychus cinnabarinus* by directly inhibiting the transcription of a cuticle protein gene. *Environmental Science: Nano*, 8(11). <https://doi.org/10.1039/D1EN00521A>