

Métodos de cría y reproducción de ácaros depredadores del orden Mesostigmata

Blanca Alicia Esquivel-Ayala¹
Martha Patricia Chaires-Grijalva²
Silvano Montañez-Hernández¹
Blanca Nieves Lara-Chávez³
Margarita Vargas-Sandoval^{1,5}

1 Laboratorio de Entomología 'Biol. Sócrates Cisneros Paz'-Facultad de Biología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio B4, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán. CP. 58030. (0802133k@umich.mx; 1719791h@umich.mx).

2 Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Universidad Autónoma de Tamaulipas. E. Cárdenas González No. 1201 Pte, Jardín, Ciudad Mante, Tamaulipas. CP. 89840. (mapatcg@gmail.com).

3 Laboratorio de Fitopatología-Facultad de Agrobiología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, Melchor Ocampo, Uruapan, Michoacán. CP. 60170.(blanca.lara@umich.mx).

Autora para correspondencia: margarita.vargas@umich.mx.

Resumen

Debido al uso irracional de productos químicos para el control de plagas en los cultivos intensivos, se han disminuido de manera alarmante la diversidad de comunidades de organismos benéficos, tal es el caso de los ácaros depredadores del orden Mesostigmata. Estos arácnidos han tomado relevancia agrícola debido a que, la mayoría de sus miembros presentan hábitos alimentarios zoofágicos y regulan de manera natural poblaciones perjudiciales de insectos, nematodos y otros ácaros que habitan las plantas. De manera regular, desde hace más de 40 años se introducen los ácaros depredadores para los trabajos de biocontrol y se estima que más de 60% de los programas utilizan estos organismos; sin embargo, los productos comerciales disponibles están limitados a unas pocas especies, las cuales varían en efectividad según las condiciones del cultivo, disponibilidad de presas y competencia de nichos con otros organismos también depredadores, además, su producción está resguardada bajo secreto empresarial en la mayoría de los casos. Con esto, se abre la oportunidad para explorar especies nativas o incluso ya comercializadas, con el fin de evaluar su capacidad depredadora a nivel de investigación o como herramientas habituales para la regulación de plagas, un primer reto para este fin es la propagación y los métodos de cultivo. Los métodos para cultivar ácaros se pueden dividir en dos: mantenimiento sobre plantas y en confinamiento, aunque cada técnica se ha desarrollado para una especie en particular o un fin determinado, el conocer su diseño básico, promete acercarnos a una nueva línea de estudio para su introducción y reintroducción en los sistemas agrícolas.

Palabras clave:

Blattisociidae, control biológico, enemigos naturales, Laelapidae, Phytoseiidae, plagas agrícolas.

Desde su aparición en el control biológico hace más de 40 años, los ácaros depredadores se consideran enemigos naturales muy apreciados en la agricultura (Knapp *et al.*, 2018). En la comercialización de agentes de control biológico, los ácaros depredadores ocupan el segundo lugar en importancia, con un 13.1% de las especies en el mercado; sin embargo, sus liberaciones en sistemas agrícolas supera el 60% (Knapp *et al.*, 2013; 2018). No obstante, dado el valor económico de estos organismos, los protocolos para establecer crías de manera masiva están limitados por las empresas y resguardados bajo patente (Moreira y de Moraes, 2015; Kumar *et al.*, 2015).

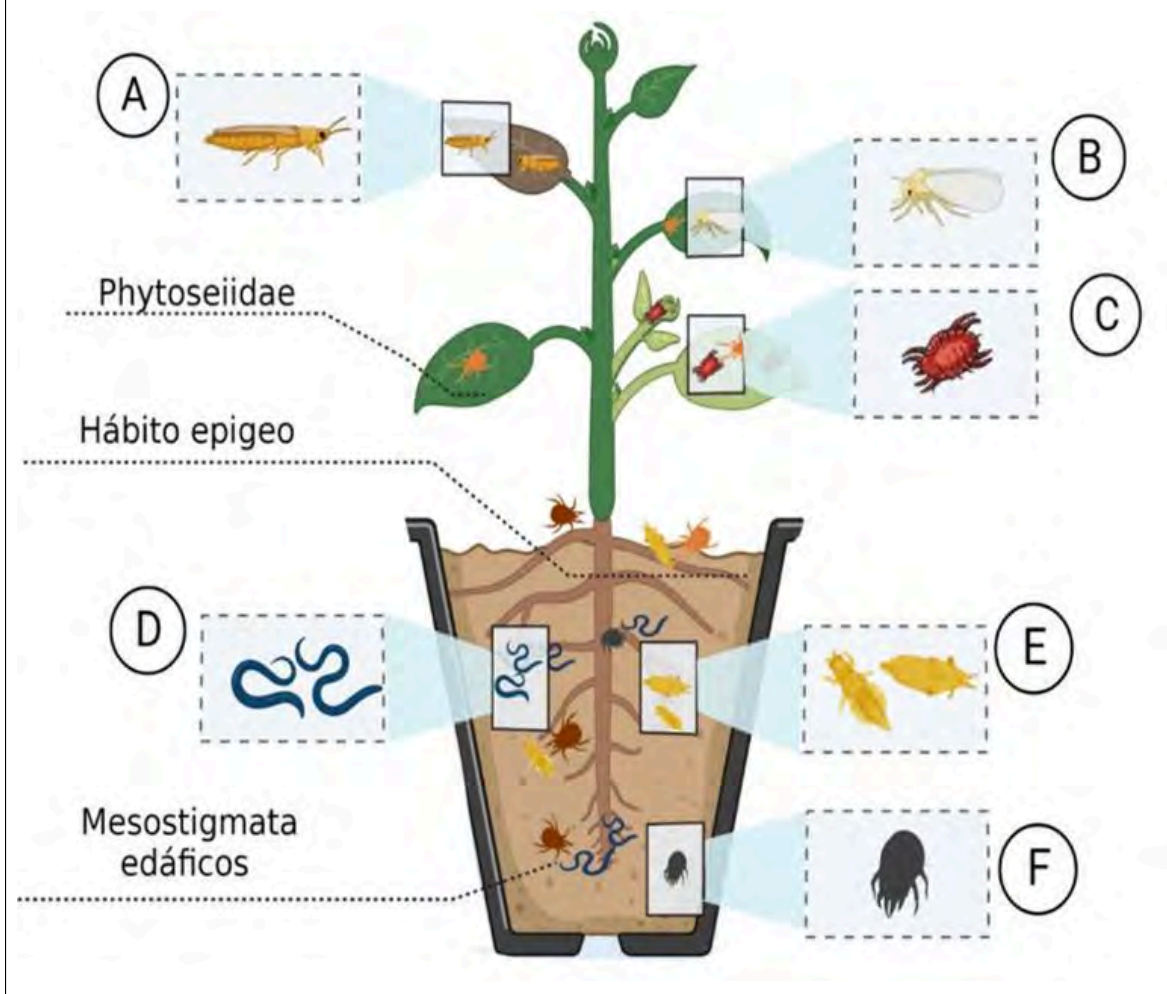
En el presente manuscrito se concentran datos generales de investigaciones sobre el establecimiento de crías de ácaros depredadores del orden Mesostigmata, los cuales, se han estudiado con la intención de introducirse en sistemas agrícolas para regular poblaciones de invertebrados y artrópodos perjudiciales.

El orden Mesostigmata en la agricultura

La mayoría de las especies que conforman este orden son zoófagas y algunas ya se han estudiado ampliamente para el control de organismos dañinos con hábitos tanto fitófagos como edáficos (Chaires-Grijalva, 2012; Moreira y de Moraes, 2015) (Figura 1).



Figura 1. Microhábitats de los ácaros Mesostigmata y su potencial en la regulación de plagas. A) trips; B) mosca blanca; C) ácaro fitófagos; D) nematodos; E) inmaduros de trips; F) ácaros oribátidos.



Son generalmente de talla pequeña a mediana, varían entre 0.2 y 5 mm de longitud. Su ciclo de vida incluye cinco etapas: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, se ha descubierto que en ciertas especies, no todos los instares de desarrollo son depredadores obligados y pueden requerir otra fuente de alimentación como polen o micelio (Chaires-Grijalva, 2012; Walter y Proctor, 2013; Chaires-Grijalva *et al.*, 2016).

Se han descrito alrededor de 12 000 especies en este taxón (Lindquist *et al.*, 2009) y cerca de una cuarta parte la compone la familia Phytoseiidae; importantes agentes de control biológico que habitan en la vegetación (Moreno y Mancebón, 2011; Lam *et al.*, 2019) (Figura 1). Por otra parte, la mayoría de los miembros de este orden son de hábitos edáficos y se les reportan como depredadores de diversos organismos que conforman la mesofauna tales como: otros ácaros, nematodos (Figura 1D), colémbolos y pequeños insectos del suelo incluyendo prepupas y pupas de trips (Figura 1E) (Castro-López, 2018).

Destacan las familias Laelapidae, Blattisociidae, Ascidae y Parasitidae (Messelink y van Holstein-Saj, 2008; Navarro-Campos *et al.*, 2012; Castilho *et al.*, 2015; Moreira y de Moraes, 2015), que actualmente son estudiadas por su potencial depredador en diferentes organismos plaga del suelo.

Familia Phytoseiidae

Los depredadores fitoseidos se consideran uno de los grupos más importantes de enemigos naturales utilizados en el control biológico en todo el mundo (Schoeller *et al.*, 2020) ya que pueden regular las poblaciones de diferentes especies de artrópodos plaga como: thrips (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 1A), moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) (Figura 1B) y otros ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae (Figura 1C) (Knapp *et al.*, 2013; 2018; Schoeller *et al.*, 2020).

Por su relevancia agrícola, se intensifican mundialmente las recolectas y sus determinaciones, hasta el año 2021 se identificaron 2 550 especies y se estima que aumente la cifra (Demite *et al.*, 2023). Pueden alimentarse de polen, lo que permite su establecimiento en los cultivos cuando la presa se encuentra en bajas densidades; ocasionalmente se les puede encontrar sobre el suelo (hábito epigeo), alimentándose de artrópodos como los estados inmaduros de thrips (Lindquist, 2009; Walter y Proctor, 2013). Se ha documentado que toleran un amplio rango de condiciones climáticas y su establecimiento es exitoso en la mayoría de los cultivos (Knapp *et al.*, 2018).

Ácaros depredadores con hábitos edáficos

A pesar de las altas tasas de depredación y la interesante proyección para ser introducidos a programas de control biológico, los Mesostigmata edáficos han sido escasamente estudiados (Walter y Proctor, 2013). Habitualmente consumen ácaros que se alimentan de materia orgánica en descomposición, bacterias y micelio, como los oribátidos (Oribatida) y fitófagos que pueden dañar la parénquima de los tejidos vegetales (Prostigmata y Astigmata) (Figura 1F) (Walter y Proctor, 2013).

Contrastando con su poca exploración, se encuentra la familia Laelapidae, donde algunos miembros del género *Stratiolaelaps* (Berlese, 1916) son comercializados por al menos once empresas en América y Europa (Moreira y de Moraes, 2015) para el control de especies de mosquitos del hongo (*Bradysia* spp.; Diptera: Sciaridae), prepupas y pupas de trips como *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Figura 1E) y la mosca de la orilla (*Scatella stagnalis* (Fallen); Diptera: Ephydriidae) entre otras plagas que habitan el suelo o su superficie (Lam *et al.*, 2019).

Estudios en Europa y Brasil han demostrado que esta familia presenta una capacidad de depredación entre 50 y el 70% de las fases edáficas de trips bajo condiciones de laboratorio (Castro-López, 2018). A pesar de que ya se han explorado el comportamiento y potencial de familias depredadoras como Blattisociidae y Rhodacaridae para control de nematodos plaga en México, la información aún es limitada (García-Ortíz *et al.*, 2015).

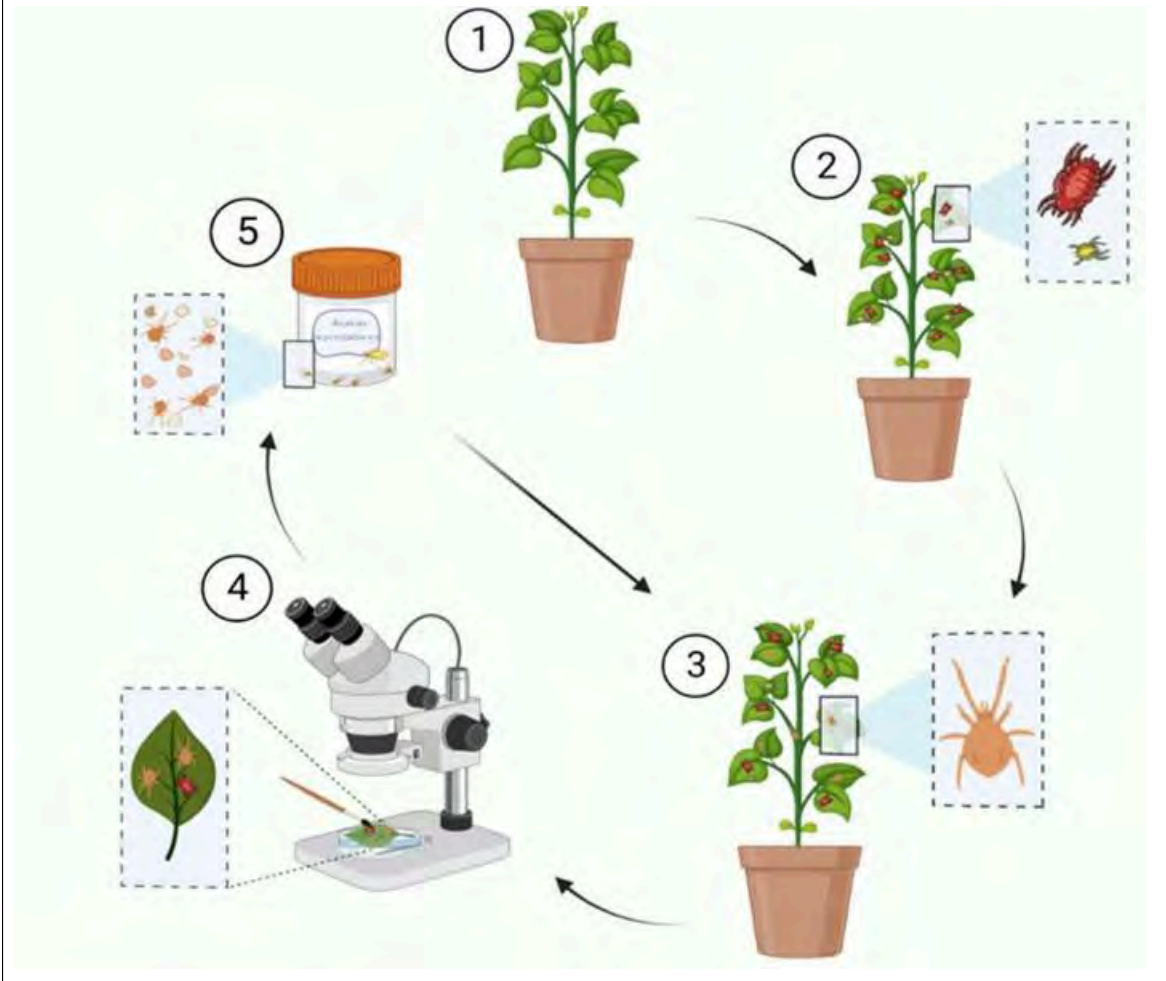
Pueden presentar comportamiento epigeo cuando están preparados para el mecanismo de *foresis*; es decir, presentan la capacidad de sujetarse al cuerpo de otros animales, generalmente insectos, aves o mamíferos, sin ser parásitos directos de ellos, utilizan a los hospedadores como medio de transporte para moverse de un lugar a otro y buscar nuevos recursos alimenticios o hábitats (Lindquist, 2009; Chaires-Grijalva *et al.*, 2016).

Cría de ácaros depredadores

La reproducción de ácaros depredadores ha mostrado complicaciones por los requerimientos de estos organismos (Rodríguez *et al.*, 2013). Se estima que la duración media de una generación de Mesostigmata suele ser de 8 a 10 días a 22-24 °C (McMurtry y Croft, 1997). Sin embargo, el establecimiento exitoso y el tiempo de desarrollo, depende de la temperatura, humedad relativa, especie de la presa y sustrato de sostén (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018).

Existen dos técnicas básicas para la crianza de ácaros depredadores. La primera hace referencia a las crías sobre plantas hospederas, donde se les ofrece como fuente primaria de alimentación la presa con la que generalmente comparten su hábitat (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez *et al.*, 2013; Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020) (Figura 2).

Figura 2. Proceso para la cría de fitoseidos sobre plantas. Esquema basado en la metodología de cría para *P. persimilis* (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018).



La segunda técnica más referenciada para cría se realiza de forma confinada, donde los ácaros se restringen a pequeñas áreas dentro de contenedores con sustratos naturales o artificiales y presas variadas (Rodríguez *et al.*, 2013; Ballal *et al.*, 2021).

Métodos de reproducción sobre plantas

Cuando se elige a los fitoseidos para reproducción, generalmente se mantienen sobre vegetación; tales son los casos de las especies *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) y *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020). Criar depredadores con esta técnica, lleva tres etapas básicas: 1) obtención de material vegetal; 2) reproducción del ácaro presa; y 3) obtención del ácaro Phytoseiidae (Rondon *et al.*, 2005), el fitoseido puede tener un origen comercial o capturado de campo (depredador naturalizado).

Una vez que el ácaro depredador se ha establecido, se captura para almacenamiento y después se libera nuevamente en otro cultivo; la forma convencional de almacenamiento es en frascos transparentes con vermiculita y alimento para su posterior liberación (en 1 a 3 días aproximadamente), con el fin de no disminuir la efectividad de la depredación (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018) (Figura 2).

Las plantas hospederas más adecuadas para el sostenimiento de una cría de cualquier especie de ácaros depredador son aquellas cuyas hojas permanezcan turgentes por un tiempo relativamente largo, las más recomendadas son las siguientes: frijol [*Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae)], higuierilla [*Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae)], chile pimiento [*Capsicum annuum* L. var. Annum (Solanaceae)] y cítricos [*Citrus* spp. (Rutaceae)] (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2015; Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020; Ballal *et al.*, 2021).

Este método es de bajo costo, y una vez optimizado, provee grandes poblaciones del depredador; sin embargo, requiere de una fuerte labor durante el proceso de cría (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020) (Figura 2). Si bien, esta técnica es ideal para crías masivas o comerciales, no está exenta a contaminaciones; por lo tanto, el monitoreo se suma como mano de obra fundamental (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020).

Entre las presas recurrentes se encuentran: ácaros fitófagos, trips y larvas de lepidópteros. La araña roja o de dos puntos *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) es la mayormente referenciada para cría de fitoseidos, pero no es la única fuente alimenticia, esta familia incluye abundantes especies de depredadores generalistas y algunos omnívoros (McMurtry y Croft, 1997; Moreno y Mancebón, 2011).

Métodos de cría en confinamiento

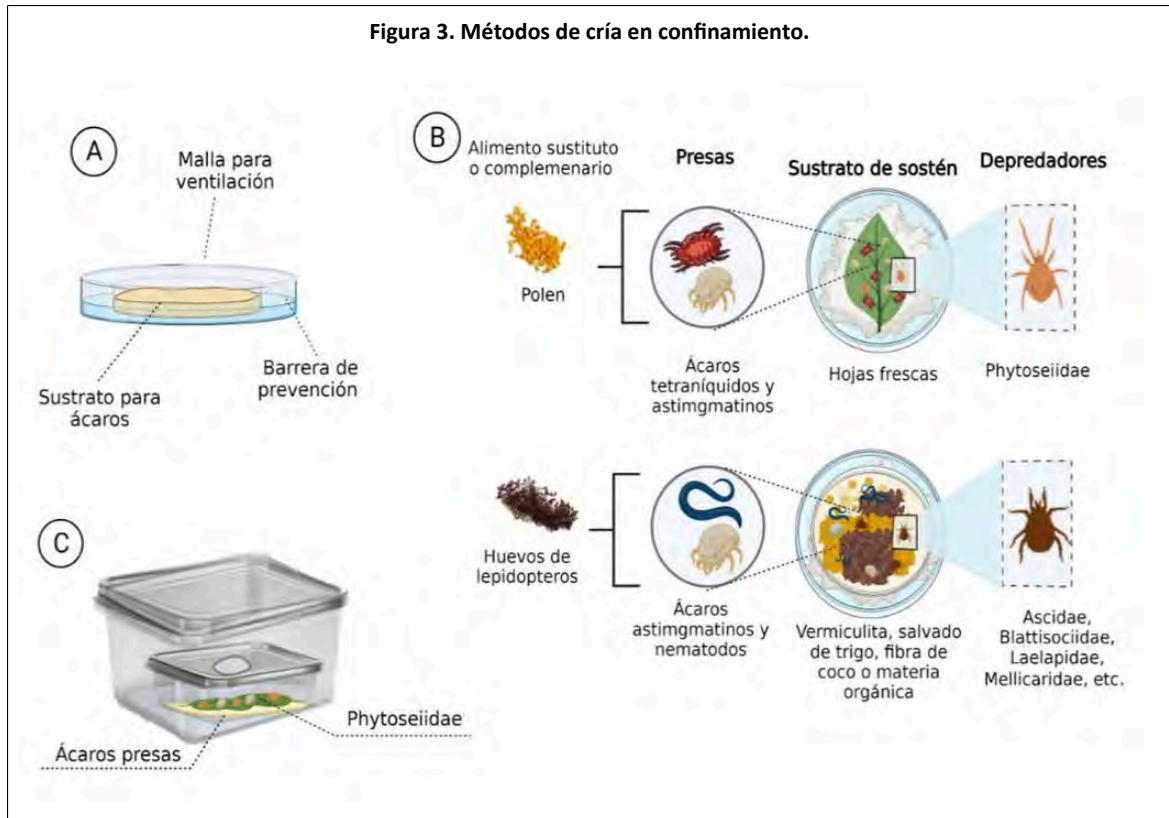
Para definir que ácaro depredador es apropiado para introducirse a un cultivo o bien, iniciar una cría, conocer aspectos generales sobre su biología y la de sus presas es fundamental, es bajo este contexto, que el cultivo in vitro ha sido clave para descubrir la actividad depredadora de especies edáficas y su potencial para el control biológico de plagas del suelo. Algunos estudios que se han realizado estos ácaros han surgido por invasiones fortuitas en unidades experimentales de laboratorio.

Por ejemplo, el ácaro *Blattisocius tarsalis* (Berlese) de la familia Blattisociidae, fue encontrado mientras se alimentaba de huevos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (Gavara *et al.*, 2022) y posteriormente fue evaluado para el control de la polilla de la papa *Tecia solanivora* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae), los resultados fueron favorables con una disminución de hasta el 98% de los huevos de este insecto.

Otro caso es el de *Lasioseius penicilliger* (Berlese), este ácaro también miembro de la familia Blattisociidae, fue aislado de una muestra de suelo junto con nematodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* (Tylenchida: Meloidogynidae) (Ortiz *et al.*, 2015). Este depredador demostró resultados contundentes al disminuir las colonias de nematodos en un 80% y 95%.

Los sistemas de confinamiento, otorgan una gran ventaja para la investigación de la capacidad depredadora de los ácaros mesostigmados. Las colonias se mantienen en cajas Petri con tres condiciones esenciales; 1) espacio con sustrato para el mantenimiento y reproducción del ácaro y su presa o alimento; 2) barrera de aislamiento, ya sea agua, glicerol o algodón humedecido para evitar escape o contaminaciones; y 3) ventilación para favorecer la aireación y disminuir la contaminación de hongos por exceso de humedad (Figura 3A).





Las crías de ácaros depredadores se pueden mantener sobre sustratos artificiales o naturales (Ballal *et al.*, 2021). Algunas metodologías incorporan combinaciones de diferentes materiales, como vermiculita, salvado de trigo, fibra de coco y perlita, todos los medios deben ser inertes; es decir, desinfectados previamente a la liberación de los depredadores o sus presas (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez *et al.*, 2013; Ballal *et al.*, 2021) (Figura 3B).

Estas pequeñas unidades, son adecuadas también para el mantenimiento de especies de la familia Phytoseiidae y se han utilizado para reducción de costos. Se puede incorporar al sustrato, hojas jóvenes y frescas de alguna planta hospedera antes mencionada.

Las crías masivas de fitoseidos en confinamiento poseen condiciones controladas en cámaras bioclimáticas, las áreas reducidas, generalmente dentro de recipientes, con dimensiones cercanas a los 40 cm de largo por 10 cm de alto y la incorporación de barreras de agua, sirven para mantener alta humedad relativa, condición ideal para aumentar la población de Phytoseiidae (Rodríguez, 2013; Ballal *et al.*, 2021), como en el caso de la metodología para la reproducción del depredador nativo *Neoseiulus indicus* (Narayanan y Kaur) de contenedores, dentro de contenedores, diseñada por Ballal *et al.* (2021) (Figura 3C).

Aunque estas técnicas resultan prácticas, no eximen el riesgo a enfermedades o contaminaciones externas, ya que las hojas son difíciles de cambiar una vez en descomposición. En fitoseidos, además de *T. urticae* se utilizan ácaros del suelo como, *Carpoglyphus lactis* (Acari: Astigmatina) (Ballal *et al.*, 2021), usado para la cría del fitoseido *Neoseiulus californicus* (Mcgregor).

Para sostener depredadores del suelo, se utilizan principalmente organismos edáficos como: *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acaridae) empleado como fuente de alimento congelado y fresco del depredador *Blattisocius mali* (Oudemans) (Blattisociidae) (Pirayeshfar *et al.*, 2022; Asgari *et al.*, 2022) y depredadores de las familias Laelapidae y Rhodacaridae (Barbosa y de Moraes, 2016). Los nematodos del suelo son un alimento recurrente en crías de depredadores de suelo (García-Ortíz *et al.*, 2015). Otras presas menos convencionales, pero con un impacto positivo en

las poblaciones de fitoseidos y mesostigmata edáficos son los huevos de *E. kuehniella* (Bulnes y Orozco, 2020; Gavara *et al.*, 2022).

Este alimento puede considerarse como un recurso alimentario sustituto o complementario ya que para dar mejores resultados deben estar en combinación con presas al igual que la utilización de polen (Bulnes y Orozco, 2020; Gavara *et al.*, 2022). Las dietas enriquecidas con polen han dado buenos resultados en poblaciones comerciales y de investigación (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020; Pirayeshfar *et al.*, 2022), como en los depredadores *A. swirskii*, *Neoseiulus cucumeris* Oudemans y *B. mali*. (Kumar *et al.*, 2015; Bulnes y Orozco, 2020; Gavara *et al.*, 2022).

Los mayormente recomendados son el polen de maíz y de *Thypha* spp. (Typhaceae) (Bustos-Rodríguez, 2013; Bulnes y Orozco, 2020) en el caso de fitoseidos; sin embargo, para Blattisociidae, también se ha utilizado polen de olivos (Pirayeshfar *et al.*, 2022) (Figura 3B). Se recomienda experimentar el efecto de suplementos (Rodríguez-Aragón *et al.*, 2018; Bulnes y Orozco, 2020) con el fin de optimizar las crías en cautiverio. Por ejemplo, usar polen comercial de flores silvestres o la inclusión de quistes de *Artemia* spp., prometen mejoras en el costo, las tasas de oviposición y fecundidad, como se ha observado en la cría de *A. swirskii* (Vangansbeke *et al.*, 2014; Riahi *et al.*, 2017).

Por otro lado, los ácaros requieren de refugios y sitios para ovipositar; para ello, se pueden usar cubreobjetos con hebras de algodón dispuestas como telaraña de Tetranychidae y que asemejan sus zonas de ovoposición natural, también se pueden disponer pequeñas piezas con forma de tejado construidas con láminas de acetatos transparentes o piezas cuadradas de fieltro negro (Bustos-Rodríguez, 2013; Rodríguez *et al.*, 2013). Otras recomendaciones importantes, son: 1) evitar la manipulación constante de los recipientes con las colonias; y 2) mantener condiciones de obscuridad (García-Ortiz *et al.*, 2015; Ballal *et al.*, 2021); sin embargo, este último requisito variará según los hábitos del depredador.

Conclusiones

Aunque la mayoría de los protocolos para reproducir ácaros depredadores están resguardados bajo secreto empresarial, las técnicas documentadas pueden agruparse en dos estrategias principales, sobre planta y en confinamiento, la elección de una metodología ideal debe considerar los costos, infraestructura disponible, perspectivas del cultivo de los depredadores y objetivos de investigación. Debido a la diversidad de cultivos y al incremento de sus plagas, la producción de cualquier enemigo natural, implica un reto en todas las escalas.

Con el conocimiento general sobre los métodos de cría para ácaros Mesostigmados depredadores, se favorece la investigación de la biología y ecología de especies con potencial agrícola y puede brindar información oportuna para la contención de organismos perjudiciales. El aprovechamiento de los ácaros del orden Mesostigmata, ha sido principalmente de la familia Phytoseiidae; sin embargo, las especies con comportamiento edáfico demuestran una enorme capacidad para la regulación de poblaciones de organismos plaga del suelo y follaje, donde podrían encajar exitosamente en programas de control biológico.

Bibliografía

- 1 Asgari, F.; Safavi, S. A. and Moayeri, H. R. S. 2022. Life table parameters of the predatory mite, *Blattisocius mali* Oudemans (Mesostigmata: blattisociidae), fed on eggs and larvae of the stored product mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank). Egyptian Journal of Biological Pest Control. 32(1):118-127. Doi.org/10.1186/s41938-022-00616-5.
- 2 Ballal, C. R.; Gupta, S. K.; Gupta, T. and Varshney, R. 2021. A simple protocol for rearing a native predatory mite *Neoseiulus indicus*. Current Science. 120(12):1923-1926. 10.18520/cs/v120/i12/1923-1926.

- 3 Barbosa, M. F. and Moraes, G. J. 2016. Potential of astigmatid mites (Acari: astigmatina) as prey for rearing edaphic predatory mites of the families Laelapidae and Rhodacaridae (Acari: mesostigmata). *Experimental and Applied Acarology*. 69(3):289-296. Doi: 10.1007/s10493-016-0043-4.
- 4 Bulnes, D. R. y Orozco, J. 2020. Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: revisión de literatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Tesis de Licenciatura. <https://bdigital.zamorano.edu/items/ee85783f-94d3-4ff7-b0b0-66de84671989>.
- 5 Bustos-Rodríguez, H. A. 2013. Desarrollo de un modelo de simulación de una cría masiva del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: phytoseiidae). Universidad Militar Nueva Granada. 9-20. <http://hdl.handle.net/10654/12444>
- 6 Castilho, R. C.; Venancio, R. and Narita J. P. Z. 2015. Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. Ed. Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. 19(1):1-31. 10.1007/978-3-319-15042-0-1.
- 7 Castro-López, M. A. 2018. Ácaros Mesostigmata como potenciales controladores de Thrips tabaci Lindeman en el cultivo de cebolla *Allium cepa* L. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis de maestría. 35-67 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63820>.
- 8 Chaires-Grijalva, M. P. 2012. Gamásidos (Acari: Mesostigmata). Ed. Ácaros de importancia en el suelo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 110-126 pp. ISBN: 978-607-715-059-6.
- 9 Chaires-Grijalva, M. P.; Estrada-Venegas, E. G.; Equihua-Martínez, A.; Moser, J. C. and Blomquist, S. R. 2016. Trophic habits of Mesostigmatid mites associated with bark beetles in Mexico. *Journal of the Acarological Society of Japan*. 25(1):161-S167. 10.2300/acari.25.Suppl-161.
- 10 Demite, P. R.; Moraes, G. J.; McMurtry, J. A.; Denmark, H. A. and Castilho, R. C. 2023. Phytoseiidae Database. <http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>.
- 11 García-Ortiz, N.; Marcelino, L. A.; Gives, P. M.; Arellano, M. E. L.; Garfias, C. R. B. y Garduño, R. G. 2015. Actividad depredadora *in vitro* de *Lasioseius penicilliger* (Arachnida: Mesostigmata) contra tres especies de nemátodos: *Teladorsagia circumcincta*, *Meloidogyne* sp. y *Caenorhabditis elegans*. *Veterinaria México*. 2(1):1-9. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S244867602015000100003&script=sci-abstract> .
- 12 Gavara, J.; Cabello, T.; Gallego, J. R.; Hernández-Suarez, E. and Piedra-Buena, D. A. 2022. Evaluation of the egg predator *Blattisocius tarsalis* (Mesostigmata: Blattisociidae) for the biological control of the potato tuber moth *Tecia solanivora* under storage conditions. *Agriculture*. 12(7):1-14. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070920>.
- 13 Knapp, M.; Van-Houten, Y.; Hoogerbrugge, H. and Bolckmans, K. 2013. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. *Acarologia*. 53(2):191-202. <https://doi.org/10.1051/acarologia/20132088>.
- 14 Knapp, M.; Van-Houten, Y.; Van-Baal, E. and Groot, T. 2018. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. *Acarology*. 58(1):72-82. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20184275>.
- 15 Kumar, V.; Xiao, Y.; McKenzie, C. L. and Osborne L. S. 2015. Early establishment of the Phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a predator-in-first approach. *Experimental and Applied Acarology* . 65(4):465-481 <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9895-2>.
- 16 Lam, W.; Paynter, Q. and Zhang, Z. Q. 2019. Predation, prey preference and reproduction of predatory mites *Amblydromalus limonicus* (Garman), *Amblyseius herbicolus* (Chant)

- and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Mesostigmata: phytoseiidae) on immature *Scirtothrips staphylinus* Haliday (Thysanoptera: thripidae), a biocontrol agent of gorse. *Experimental and Applied Acarology*. 24(3):508-519. <https://doi.org/10.11158/saa.24.3.14>.
- 17 Lindquist, E. E.; Krantz, G. W. and Walter, D. E. 2009. Order Mesostigmata. Ed. A manual of acarology, third edition. Texas Tech University Press, Lubbock. 124-232 pp.
 - 18 McMurtry, J. A. and Croft, B. A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*. 42(1):291-321.
 - 19 Messelink, G. and Holstein-saj, R. 2008. Improving thrips control by the soil dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/WPRS Bull.* 32(1):135-138.
 - 20 Moreira, G. F. and de Moraes, G. J. 2015. The potential of free living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agents. Ed. *Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms* . 19(1):77-102. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15042-0-3>.
 - 21 Moreno, I. P. y Mancebón, V. S. M. 2011. Importancia y uso de los ácaros fitoseidos (Acari, Phytoseiidae) en el manejo agroecológico de plagas. *Manejo agroecológico de sistemas*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). México. 69-92 pp. <https://www.researchgate.net/publication/299657957-Importancia-y-uso-de-los-acaros-fitoseidos-Acari-Phytoseiidae-en-el-Manejo-Agroecologico-de-Plagas>.
 - 22 Navarro-Campos, C.; Pekas, A.; Moraza, M. L.; Aguilar, A. and García-Marí, F. 2012. Soil-dwelling predatory mites in citrus: Their potential as natural enemies of thrips with special reference to *Pezothrips kellyanus* (Thysanoptera: thripidae). *Biological Control*. 63(2):201-209. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.07.007>.
 - 23 Ortiz, N. G.; Marcelino, L. A.; Gives, P. M.; Arellano, M. E. L.; Garfias, C. R. B. y Garduño R. G. 2015. Actividad depredadora *in vitro* de *Lasioseius penicilliger* (Arachnida: Mesostigmata) contra tres especies de nemátodos: *Teladorsagia circumcincta*, *Meloidogyne* sp. y *Caenorhabditis elegans*. *Veterinaria México* . 2(1):1-9. <http://dx.doi.org/10.21753/vmoa.2.1.340>.
 - 24 Pirayeshfar, F.; Moayeri, H. R. S.; Silva, G. L. and Ueckermann, E. A. 2022. Comparison of biological characteristics of the predatory mite *Blattisocius mali* (Acari: Blattisociidae) reared on frozen eggs of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) alone and in combination with cattail and olive pollens. *Systematic and applied acarology*. 27(3):399-409. 10.1186/s41938-022-00616-5.
 - 25 Riahi, E.; Fathipour, Y.; Talebi, A. A. and Mehrabadi M. 2017. Natural diets versus factitious prey: comparative effects on development, fecundity and life table of *Amblyseius swirskii* (Acari: phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology* . 22(5):711-723. <https://doi.org/10.11158/saa.22.5.10>.
 - 26 Rodríguez-Aragón, S. M.; Vargas, Y. A. M.; Sabogal, A. E. y Rodríguez, M. L. 2018. Investigación, desarrollo y registro de enemigos naturales para control biológico. Caso: *Phytoseiulus persimilis*. 2(1):716-741. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34079>.
 - 27 Rodríguez, H.; Montoya, A. Y.; Pérez, M. y Ramos, M. 2013. Reproducción masiva de ácaros depredadores Phytoseiidae: retos y perspectivas para Cuba. *Revista de Protección Vegetal*. 28(1):12-22. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S1010-27522013000100002>.
 - 28 Schoeller, E. N.; McKenzie, C. L. and Osborne, L.S. 2020. Comparison of the Phytoseiid mites *Amblyseius swirskii* and *Amblydromalus limonicus* for biological control chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Exp. Appl. Acarol.* 82(3):309-318.
 - 29 Vangansbeke, D.; Nguyen, D. T.; Audenaert, J.; Verhoeven, R.; Deforce, K.; Gobin, B.; Tirry, L. and Clercq, P. 2014. Diet-dependent cannibalism in the omnivorous Phytoseiid mite *Amblydromalus limonicus*. *Biological control*. 74(1):30-35. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.03.015>.
 - 30 Walter, D. E. and Proctor, H. C. 2013b. Mites in soil and litter systems. *In: mites: ecology, evolution and Behaviour*. Springer, Dordrecht. 161-212 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7164-2-8> .

Métodos de cría y reproducción de ácaros depredadores del orden Mesostigmata

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 March 2024
Date accepted: 01 May 2024
Publication date: 21 May 2024
Publication date: Apr-May 2024
Volume: 15
Issue: 3
Electronic Location Identifier: e3676
DOI: 10.29312/remexca.v15i3.3676

Categories

Subject: Ensayo

Palabras clave:

Palabras clave:

Blattisociidae
control biológico
enemigos naturales
Laelapidae
Phytoseiidae
plagas agrícolas

Counts

Figures: 3
Tables: 0
Equations: 0
References: 30
Pages: 0