

**Producción masiva del ácaro depredador
Amblyseius swirskii (Athias-Henriot) (Acari,
Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión
de Literatura**

Dagoberto Rolando Bulnes López

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Producción masiva del ácaro depredador
Amblyseius swirskii (Athias-Henriot) (Acari,
Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión
de Literatura**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Dagoberto Rolando Bulnes López

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de Literatura

Presentado Por:

Dagoberto Rolando Bulnes López

Aprobado:



Rogelio Trabanino (Nov 12, 2020 15:28 CST)

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



Jesús Orozco (Nov 12, 2020 15:31 CST)

Jesús Orozco, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico



Delvis Izaguirre (Nov 16, 2020 07:04 CST)

Delvis Izaguirre, Ing. Agr.
Asesor

Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de literatura

Dagoberto Rolando Bulnes López

Resumen: Con esta monografía se pretende abordar el proceso de la producción masiva del ácaro *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae) tomando en consideración los posibles factores limitantes del proceso. El ácaro depredador *A. swirskii* pertenece a la familia de ácaros Phytoseidae, la cual está compuesta de aproximadamente 1,700 especies de ácaros pequeños y en su mayoría son depredadores de vida libre. La importancia agrícola de *Amblyseius swirskii* radica en la facilidad que este tiene para controlar otros ácaros y artrópodos pequeños como *Bemisia tabaci*, *Thrips palmi*, *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*. Su uso como controlador biológico ha aumentado frente a la creciente tendencia global de suprimir plagas con alternativas a pesticidas. Para su producción en masa varias metodologías han sido propuestas, siendo el uso de cámaras de cría con la inclusión de *Carpoglyphus lactis* como fuente de alimento para *A. swirskii*, la alternativa más viable para su multiplicación. Mediante la recopilación de los principales resultados obtenidos en diversos estudios de efectividad se busca describir un proceso de producción masiva para el ácaro *A. swirskii* y también describir criterios y metodologías de empaque y liberación en campo.

Palabras Clave: Control biológico, liberación de enemigos naturales, manejo integrado de plagas, Phytoseiidae.

Abstract. This monograph is intended to address the process of mass rearing of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae) taking into consideration the possible limiting factors of the process. The predatory mite *A. swirskii* belongs to the Phytoseidae family of mites, which is composed of approximately 1,700 species of small mites and the majority are free-living predators. The agricultural importance of *Amblyseius swirskii* lies in its ease for controlling other small mites and arthropods such as *Bemisia tabaci*, *Thrips palmi*, *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*. Its use as biological controller has increased in the face of the growing global trend to suppress pests with pesticides alternatives. For its mass rearing many methodologies have been proposed, being the use of rearing units with *Carpoglyphus lactis* as food source for *A. swirskii*, the most viable alternative for its multiplication. By compiling the main results obtained in various effectiveness studies, the aim of this investigation is to describe a mass production process for the *A. swirskii* mite and to describe packaging and field release criteria and methodologies.

Key words: Biological control, integrated pest management, natural enemy release, Phytoseiidae.

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. TAXONOMIA DE <i>A. SWIRSKII</i>.....	3
3. CICLO DE VIDA DE <i>AMBLYSEIUS SWIRSKII</i>.....	5
4. GENERALIDADES SOBRE LA REPRODUCCIÓN MASIVA DE <i>AMBLYSEIUS SWIRSKII</i>	7
5. PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN COMERCIAL DE <i>AMBLYSEIUS SWIRSKII</i>	10
6. APLICACIÓN DE <i>AMBLYSEIUS SWIRSKII</i> EN CAMPO	14
7. CONCLUSIONES.....	17
8. RECOMENDACIONES.....	18
9. LITERATURA CITADA	19
10. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Promedio de tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-oviposición adulto, y periodo total de pre-oviposición de <i>Amblyseius swirskii</i> a diferentes temperaturas constantes.....	6
2. Producción promedio de <i>A. swirskii</i> con fuente de alimento: adultos de <i>C. lactis</i> . Datos del número medio de huevos puestos por las hembras de <i>A. swirskii</i> por día. .	9
3. Cultivos y dosis mínima de aplicación para sus respectivas plagas. La introducción de <i>A. swirskii</i> se ejecuta de manera preventiva cuando aparecen las primeras flores.	16
Figuras	Página
1. Hembra adulta: <i>Amblyseius swirskii</i> (a) vista dorsal (b) vista ventral (c) detalle de las setas serradas Z4 y Z5; (d) espermateca. Escala (μm)	4
2. Adultos <i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot: A. Vista dorsal hembra; B. Vista ventral hembra; C. Quelíceros hembra; D. Espermateca; E. Pata Hembra IV; F. Espermatodáctilo; G. Vista ventral macho	4
3. Flujograma de proceso de producción <i>Carpoglyphus lactis</i>	10
4. Flujograma del proceso de producción <i>A. swirskii</i>	12
5. A. Fotografía de método de dispersión manual. B. Blower para dispersión de ácaros depredadores. C. Soplador manual Air Bug.....	14
Anexos	Página
1. Tabla de medias y errores estándares del tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-ovoposición adulto, y periodo total de pre-ovoposición de <i>A. swirskii</i> a diferentes temperaturas constantes	24
2. Vista dorsal de hembra de <i>Carpoglyphus lactis</i> (L.).....	25
3. Plantilla para muestreo semanal de las cámara de cría de <i>Amblyseius swirskii</i>	26
4. Plantilla para control de temperatura y humedad en los cuartos de cría de <i>Amblyseius swirskii</i>	26

1. INTRODUCCIÓN

El ácaro *Abylseiou swirkii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) ha demostrado tener una respuesta numérica muy importante en presencia de plagas y polen de plantas. Incluso comparado con otros ácaros fitoseídos conocidos, como *Amblyseius cucumeris*, el número de individuos de *A. swirkii* para adquirir el mismo control es mucho menor que la cantidad necesaria de *A. cucumeris* (Bolckmans y Van Houten 2011). El uso de *A. swirkii* ha crecido en los últimos años gracias a su tolerancia a las altas temperaturas, sus hábitos alimenticios generalistas y la ausencia de diapausa en los inviernos de países con cuatro estaciones marcadas. En 2009 ya se utilizaba en más de 20 países (Cock *et al.* 2009) y más de 18.000 hectáreas de cultivos protegidos en España y para 2014, ya se comercializaba en más de 50 países (Calvo *et al.* 2014).

El control biológico de *B. Tabaci* y thrips está basado en la liberación de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, avispas parasitoides de la familia Aphelinidae y hemípteros del género *Orius spp* (Calvo *et al.* 2012). La mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn. (Hem.: Aleyrodidae) y los thrips de las flores, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) son las principales plagas de varios cultivos de invernaderos incluidos el pimiento dulce, pepino, berenjena y calabacín (Bolckmans y Van Houten. 2005; Calvo *et al.* 2010; Calvo *et al.* 2014; Koppert Biological Systems 2019).

La presencia de *B. tabaci* se ha registrado en más de 600 diferentes especies de plantas y su naturaleza polífaga ha sido documentada en todo el mundo (Cuellar y Morales 2006). *B. tabaci* es conocido por poder transmitir siete distintos grupos de virus vegetales que incluyen: geminivirus, closterovirus, carlavirus, potyvirus, nepovirus, luteovirus y rudivirus, los cuales afectan drásticamente el rendimiento de los cultivos (Oliveira *et al.* 2001). Estimaciones fiables del impacto económico de *B. tabaci* en la agricultura mundial han sido difíciles de obtener debido a las extensas áreas afectadas, el número de cultivos y ornamentales involucrados, y los diferentes sistemas monetarios globales. En las últimas cuatro décadas los daños económicos de *B. tabaci* en la agricultura mundial, ascienden a múltiples millones de dólares en pérdidas de cultivos agrícolas (Cuellar y Morales 2006; Morales y Anderson 2001; Oliveira *et al.* 2001). En países como Guatemala los costos del control de *B. tabaci* han aumentado de 30 a 50% en cultivos como melón, tomate y chile dulce (Oliveira *et al.* 2001).

Frankliniella occidentalis y *Thrips tabaci*, son otras dos importantes plagas polífagas de hortalizas y ornamentales en invernaderos. Cuando las poblaciones son numerosas pueden ocasionar marchitez prematura, retardar el desarrollo de la hoja y distorsionar los brotes (Carpio *et al.* 2017). El control químico de estas especies de Thrips es difícil de implementar debido a su comportamiento aislado, basado en un ciclo de vida complejo en el cual los huevos se insertan en el tejido foliar y la pupación tiene lugar en el suelo. Finalmente, también presentan resistencia a numerosos plaguicidas, siendo esto último especialmente cierto para *F. occidentalis* (Wimmer *et al.* 2008).

El control químico se está volviendo cada vez más difícil de utilizar. Debido a que la cantidad de ingredientes activos efectivos y permitidos se han visto fuertemente reducidos por la resistencia a los pesticidas y por la poca tolerancia a los residuos químicos, tanto gubernamentales como del

mercado (Calvo *et al.* 2009). Investigaciones en los últimos años han acumulado evidencias de los riesgos que presenta el uso de plaguicidas químicos para el ambiente y la salud, riesgos que además comprometen la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Pérez 2010). Una de las herramientas más utilizadas como alternativa a los plaguicidas químicos es el control biológico, ya que permite minimizar las pérdidas ocasionadas por los artrópodos fitófagos eficazmente. Además, el control biológico se convierte en una de las prácticas más adecuadas para implementar, debido los diversos beneficios medioambientales que conlleva su uso (Moreno y Mancebón 2011).

Los ácaros de la familia Phytoseiidae, han recibido una considerable atención en los últimos 50 años debido al potencial que estos poseen como agentes de control biológico (Rodríguez *et al.* 2013). La mayoría de los fitoseídos también cuentan con otros hábitos alimenticios, consumiendo alimentos como hongos, exudados vegetales, polen y otros alimentos alternativos. Algunos incluso son capaces de extraer líquido de las células de las hojas como fuente de alimento (McMurtry *et al.* 2013). Entre los ácaros de esta familia en los últimos años ha sobresalido la especie *Amblyseius swirskii*, la cual ha tenido excelentes resultados para el control de las plagas mencionadas anteriormente.

El primer estudio breve sobre la biología de *A. swirskii* fue publicado por Teich en 1966, quien descubrió que *A. swirskii* se podía alimentar con huevos y larvas de *B. tabaci* en un cultivo de laboratorio (Calvo *et al.* 2014). Estudios recientes también han demostrado que *A. swirskii* se puede alimentar del polen de las plantas, por lo que se puede aplicar de manera preventiva y este puede sobrevivir (Van Maanen *et al.* 2010). *A. swirskii* es un depredador generalista de varias plagas de importancia agrícola. Se conoce que su origen es la región este del mediterráneo en países como Israel, Italia, Chipre y Egipto (Doğramaci *et al.* 2013).

La producción masiva del ácaro *A. swirskii* es limitada en muchas partes del mundo debido a la escasa disponibilidad de información sobre la producción masiva de estos agentes de control biológico. Actualmente, las principales empresas productoras de enemigos naturales comercializan *A. swirskii* así como otros fitoseídos destinados al control de plagas en cultivos protegidos. Entre las más destacadas podemos nombrar: la holandesa Koppert Biological Systems, la belga Biobest o la británica Syngenta Bioline (Ferragut *et al.* 2010). A pesar de que se han evaluado diferentes alternativas para la reproducción masiva de *A. swirskii* con resultados alentadores, lastimosamente son pocas las empresas que los producen y la información al respecto es limitada y protegida por leyes de propiedad intelectual y patentes internacionales de las empresas productoras.

Con esta monografía, se pretende abordar la metodología de la reproducción comercial del ácaro depredador *A. swirskii* y describir criterios y protocolos de su liberación en el campo.

Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes:

- Investigar y describir un proceso de producción masiva para el ácaro *A. swirskii*.
- Describir criterios y metodologías de empaque y de liberación en el campo de *A. swirskii*.
- Determinar los factores que limitan la producción del ácaro *A. swirskii*

2. TAXONOMIA DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII*

Sinonimia

1. *Ablyseius rykei*, 2. *Neoseiulus swirskii* y 3. *Typhlodromips swirskii*.

Los sinónimos de múltiples especies en la familia Phytoseiidae son el resultado de identificaciones derivadas de especímenes individuales, caracteres morfológicos mal definidos y falta de habilidades técnicas en taxonomía de fitoseídos.

Antecedentes Taxonómicos

Amblyseius swirskii, fue descrito con este nombre a principios de los años 60. Posteriormente fue denominado *Typhlodromips swirskii* y ahora vuelve a llamarse *Amblyseius swirskii* (Ferragut *et al.* 2010).

Clasificación científica:

Phylum: Arthropoda von Siebold, 1845

Subphylum: Cheliceromorpha Boudreaux, 1978

Superclase: Chelicerata Heymons, 1901

Clase: Arachnida Lamarck, 1801

Orden: Gamasides Leach, 1815

Suborden: Dermanyssina

Superfamilia: Ascoidea Oudemans, 1905

Familia: Phytoseiidae Berlese, 1916

Género: *Amblyseius* Berlese, 1914

Especie: *A. swirskii* Athias-Henriot, 1962

Características de la familia Phytoseiidae

A. swirskii pertenece a la familia Phytoseiidae, los cuales están caracterizados por tener patas largas con el par delantero en dirección hacia adelante. Tienen pocos vellos o pelos en la parte trasera. Estos ácaros disponen de largas patas característica que le permite moverse con rapidez. El color de estos ácaros varía desde rojo a amarillo pálido dependiendo de su alimentación. Aquellos ácaros que se alimentan de *B. tabaci* generalmente tienen pigmentación amarilla (Doğramaci *et al.* 2013).

Morfometría general de *A. swirskii*

La morfometría general de la especie y los caracteres diagnóstico de un ácaro adulto deben ser: z4 con longitud similar a S2 (Figura 1a), placa ventrianal lisa, j3 por lo menos 1.5× más larga que j1 (Figura 1a), escudo ventrianal subpentagonal más estrecho a nivel de los poros pre-anales que a nivel del ano (Figura 1d y Figura 2G). La hembra cuenta con una espermoteca en forma de cáliz (Figura 2D) Hembra y macho cuentan con un quelícero de 25 µm de largo con tres dientes (Figura 2C)

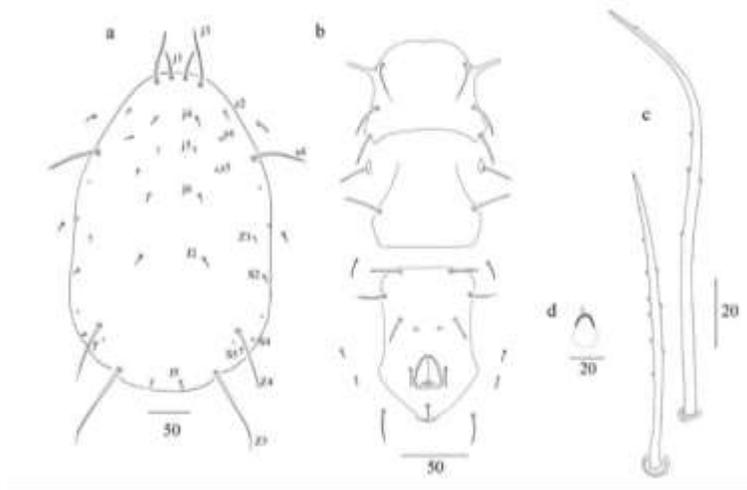


Figura 1. Hembra adulta: *Amblyseius swirskii* (a) vista dorsal (b) vista ventral (c) detalle de las setas serradas Z4 y Z5; (d) espermateca. Escala (μm)

Fuente: Cédola y Pollack 2011

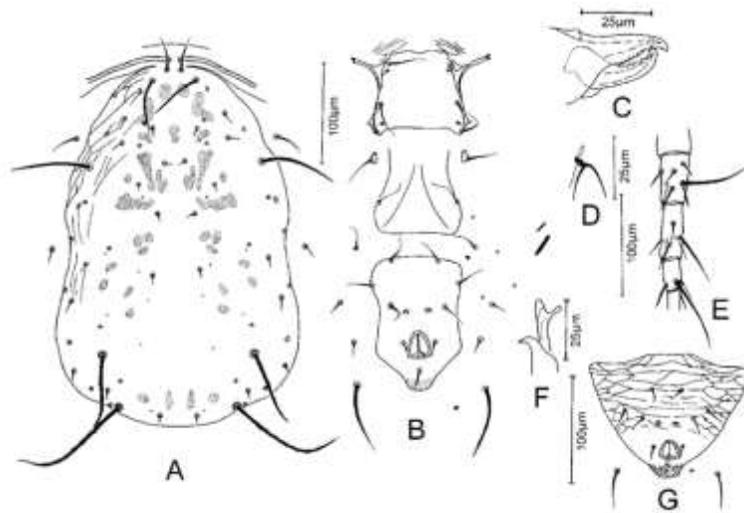


Figura 2. Adultos *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot: A. Vista dorsal hembra; B. Vista ventral hembra; C. Quelíceros hembra; D. Espermateca; E. Pata Hembra IV; F. Espermatodáctilo; G. Vista ventrianal macho

Fuente: Zannou *et al.* 2007

3. CICLO DE VIDA DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII*

A. swirskii tiene cinco etapas de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Doğramaci *et al.* 2013). El periodo huevo-adulto puede durar aproximadamente cinco días si la alimentación del ácaro es basada en presas, a una temperatura promedio de 25 °C (Park *et al.* 2010). Las hembras tienen una longevidad de 107.8 días a 15 °C, pero para fines de cría en masa la temperatura óptima es 25 °C en la cual la longevidad será de 25.8 días y la fecundidad tiene un pico máximo de 16 huevos por hembra como es mostrado en el Cuadro 1.

Adulto

Los adultos tienen forma de pera, una longitud de 0.5 mm con un cuerpo no segmentado y cuatro pares de patas; los machos pueden ser un poco más pequeños que las hembras (Chant 1959). Una vez las hembras alcanzan su estadio adulto (poco tiempo después del apareamiento), el aumento de la tasa de depredación de las hembras incrementa drásticamente. La duración en días de una hembra adulta es de 22-25 días y los machos de 26 a 30 días en temperaturas de 25-30 °C.

La producción de huevos requiere mucha comida, no simplemente por la cantidad de huevos producidos, sino también por la cantidad de alimento invertido por huevo (Momen *et al.* 1993). La tasa de oviposición o fecundidad de las hembras también es afectada por la temperatura. El ácaro *A. swirskii* tiene una tasa de oviposición óptima en temperaturas de 25 °C siendo la tasa en esta temperatura de 16.1 ± 0.34 huevos por hembra. Temperaturas arriba o debajo de 25 °C reducen gradualmente la tasa de oviposición de *A. swirskii* tal como se puede observar en el Cuadro 1. A diferencia de otras especies de ácaros depredadores, *A. swirskii* logra reproducirse a partir de 60% de humedad relativa, sin embargo, a medida esta sube también incrementa proporcionalmente su tasa de oviposición. De igual manera se reduce el tiempo para el desarrollo de su ciclo de vida (JI *et al.* 2013).

Dependiendo de la alimentación, la tasa de oviposición de *A. swirskii* también se ve afectada. *A. swirskii* también se puede alimentar de polen y es importante contrastar la tasa de oviposición en dietas basadas únicamente en polen y dietas basadas en la combinación de polen y ácaros como alimento. La tasa de oviposición con dietas basadas únicamente en polen es de 26 huevos por hembra. Mientras que la alimentación basada en polen y ácaros genera una tasa de oviposición de 38 huevos por hembra (Park *et al.* 2011). Dietas suplementadas con *Artemia sp.* pueden causar que *A. swirskii* acorte el tiempo necesario para que una hembra adulta lleve a cabo la primera oviposición, en comparación con otras dietas alternativas basadas en polen de maíz o dietas artificiales enriquecidas con huevos de *Ephestia* (Riahi *et al.* 2017).

Huevos

Los huevos son de forma ovalada, blanquecina y de aproximadamente 0.15 mm de longitud (Chant 1959). *A. swirskii* pone huevos en el envés de las hojas de las plantas, principalmente en la intersección de las venas principales y laterales. Las hembras prefieren poner huevos en los pelos de las hojas (tricomas), cerca de la planta o en el domacio de la planta (pequeños mechones peludos o bolsillos que se encuentran en la superficie inferior de algunas hojas), lo que puede ser una

adaptación para evitar los depredadores de huevos (Doğramaci *et al.* 2013). El Cuadro 1 muestra que la duración promedio del huevo a 30 °C es de 1.1 días, temperaturas abajo de 30 °C aumentan gradualmente la duración del huevo siendo 15 °C la temperatura con la duración más larga de un huevo sin eclosionar.

Etapas inmaduras

Las larvas son de color blanco pálido a casi transparente y solo tienen tres pares de patas. Además, estas suelen tener poca movilidad. El estado larval de *A. swirskii* también requiere alimentación, se ha documentado un consumo promedio de 0.4 tetraníquidos o cinco eriófidos por día respectivamente (Momen *et al.* 1993). El estado larval se transforma en protoninfa con la alimentación. La depredación obligatoria en larvas es una peculiaridad de *A. swirskii* ya que no es común entre los ácaros fitoseídos.

La protoninfa (segunda etapa) y la deutoninfa (tercera etapa) tienen cuatro pares de patas y son más oscuras que las larvas. Estas dos últimas etapas inmaduras de *A. swirskii* sí tienen una alta movilidad al igual que los adultos (Zannou y Hanna 2011). La protoninfa mide aproximadamente 0.26 mm de largo y 0.16 mm de ancho y la deutoninfa aproximadamente 0.28-0.34 mm de largo y 0.16-0.19 mm de ancho. La diferencia de tamaño de machos y hembras es visible en estas etapas (Nguyen 2015). En estas etapas *A. swirskii* es capaz de desarrollarse alimentándose de diferentes presas y granos de polen. La duración total del período pre-adulto es de 6-7 días en temperaturas de 25-30 °C (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-oviposición adulto, y periodo total de pre-oviposición de *Amblyseius swirskii* a diferentes temperaturas constantes.

	Temperatura (°C)							
	15	18	20	25	30	32	35	36
Duración de huevo (días)	6.0	3.8	3.1	1.7	1.1	1.2	1.8	2.0
Duración de larva (días)	3.0	1.4	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8
Protoninfa (días)	6.9	5.7	3.2	2.3	2.2	1.4	1.6	1.9
Deutoninfa (días)	7.6	6.6	3.3	2.0	1.7	2.1	1.8	2.2
Pre-adulto total (días)	22.1	17.5	10.9	7.0	6.0	5.4	5.6	6.9
Longevidad machos (días)	62.7	46.3	39.2	29.6	26.6	22.2	21.2	16.9
Longevidad Hembras (días)	107.8	55.7	44.5	25.8	21.8	14.9	14.5	5.0
Periodo pre-oviposición adulto (días)	83.4	14.8	8.9	4.5	3.3	2.6	2.5	3.1
Periodo total de pre-oviposición (días)	107.4	32.4	20.3	11.8	9.7	8.2	8.5	10.2
Fecundidad (huevos/hembra)	1.3	2.6	14.9	16.1	14.5	10.1	9.5	3.3
Proporción macho:hembra	59:35	71:23	62:35	69:31	60:39	65:31	58:38	72:22

Fuente: Lee y Gillespie 2011.

4. GENERALIDADES SOBRE LA REPRODUCCIÓN MASIVA DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII*

La limitante principal que se tuvo durante la investigación fue la poca disponibilidad de literatura primaria en el mundo ya que muchas de las referencias son privadas y protegidas por patentes internacionales. La meta que se debe tener en un sistema de reproducción masiva es poder obtener, en un mínimo espacio y trabajo, un número máximo de hembras fértiles y de buena calidad. A su vez cuando se busca establecer métodos de reproducción y cría en masa se pretende buscar las alternativas con mayor facilidad de manejo y menores costos (Gilkeson 1992; Jiménez 2010; Rodríguez *et al.* 2013).

La reproducción de estos ácaros se puede realizar en plantas hospederas. También en bandejas plásticas, en las cuales se coloca alimento para que el acaro se pueda reproducir y desarrollar (Gilkeson 1992). La mayoría de los métodos de reproducción en masa son basados en la multiplicación de los ácaros depredadores en un sustrato (inerte) colocado dentro de una bandeja, sobre una esponja que es constantemente humedecida. En esta bandeja, los ácaros depredadores se alimentan principalmente de huevos de ácaros presa y/o polen derivado de varias especies de plantas (Reis 2019).

Factores por considerar para la cría en masa de *A. swirskii*

Población inicial *A. swirskii*. El pie de cría inicial de *A. swirskii* puede ser extraído de poblaciones naturales del ácaro en centros de origen o recolectadas en zonas donde se han realizado liberaciones anteriormente. Existen varios beneficios de la extracción de poblaciones naturales, en estas poblaciones existe toda la diversidad genética disponible de la especie, además se evitan problemas de consanguinidad. Sin embargo, esta práctica es limitada a las zonas donde las poblaciones de *A. swirskii* se dan de forma natural (Chacon 2006).

Condiciones Ambientales. Uno de los principales problemas asociados con los sistemas de cría en masa existentes es que las poblaciones de reproducción de ácaros depredadores son altamente sensibles, y pueden verse fácilmente afectadas por cambios en las condiciones medioambientales (Fidget y Stinson 2014). Esto causa que la regulación de condiciones ambientales tales como temperatura, humedad relativa y fotoperiodo, deban ser minuciosamente inspeccionadas durante la reproducción de ácaros depredadores.

Como previamente fue discutido uno de los factores más importantes para el ciclo de vida y fecundidad de *A. swirskii* es la temperatura, para esto se recomienda mantener rangos de 24 a 26 °C en los cuartos de reproducción (Lee y Gillespie 2011). La humedad relativa (HR) es otro factor clave, se ha determinado que esta debe de estar en el rango 60–100% HR para poder garantizar la alta tasa de reproducción de *A. swirskii*. Es importante reconocer que este ácaro tiene la capacidad de sobrevivir en rangos de humedad relativa que otros ácaros depredadores de género *Amblyseius* como *A. eharai* y *A. exsertus* no pueden (Jiet *al.* 2013). Finalmente, el fotoperíodo recomendado para la cría de *A. swirskii* es de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad (Seiedy *et al.* 2016).

Alimentación. *A. swirskii* ha demostrado que por sus hábitos generalistas puede alimentarse de diversos organismos e incluso del polen de las plantas hospederas. En cuanto a su reproducción en masa se han utilizado las especies de ácaros: *Tyrophagus putrescentiae*, *Carpoglyphus lactis*, y *Tetranychus urticae* como fuente de alimentación. En cuanto al uso de polen como alimento, este ácaro ha sido criado eficazmente sobre polen de soya y las hembras de *A. swirskii* también se desarrollan con éxito (periodo larva a adulto) cuando se alimentan con granos de polen de *Ricinus communis* (Bolckmans y Van Houten 2011; Momen *et al.* 1993; Seiedy *et al.* 2016). En Holanda se llevó a cabo un experimento en el cual *A. swirskii* se alimentó únicamente del polen producido por las plantas hospederas (*Capsicum annuum*), cuando no había presencia de enemigos naturales (Bolckmans 2005).

El uso de dietas alternativas tiene varios aspectos positivos para la reproducción en masa, el principal objetivo de la implementación de nuevas dietas es lograr tener menores costos de producción. Para poder evaluar el potencial nutricional de una dieta para propósitos de cría en masa, el desarrollo y reproducción del enemigo natural son los dos parámetros más importantes que considerar (Grenier y De Clercq 2003). En estudios realizados en la Universidad Tarbiat Modares se midió el periodo de tiempo desde huevo a primera oviposición (TPOP) y el periodo de tiempo de pre-oviposición adulta (APOP), para diferentes dietas alternativas. Dichos estudios concluyeron que el período de oviposición más largo, así como las mayores tasas de fecundidad de *A. swirskii* se obtuvieron con una dieta artificial enriquecida con quistes de *Artemia spp.*, seguido de una dieta artificial complementada con polen de maíz y finalmente una dieta artificial enriquecida con huevos de *Ephestia* (Riahi *et al.* 2017).

Contaminación. Varias especies de ácaros, tales como *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae*, *Thyreophagus entomophagus* se reproducen con facilidad en dietas ricas en almidón y azúcares simples (Fidget y Stinson 2014). Esto eleva el riesgo de contaminación por otras especies de ácaros, los cuales pueden causar desequilibrio en la colonia e incluso pueden estropear el proceso de producción. *A. swirskii* es capaz de alimentarse de algunas de las especies mencionadas, sin embargo, el desarrollo sobre estos ácaros nunca será el mismo. Para evitar estos riesgos es imprescindible llevar a cabo una esterilización del medio de cultivo antes de inocular los ácaros, garantizar el aislamiento de las cámaras de cría con el ambiente (Rodríguez *et al.* 2013).

Los controles de calidad se deben realizar una vez por semana con el propósito de mantener un registro de las poblaciones de adultos, huevos y estados inmaduros de *A. swirskii*. La densidad esperada de *A. swirskii* es de 200 ácaros/g, cuando se alcanza esta densidad dentro de los recipientes estos estarán listos para empacarlos y liberarlos en campo. En dichos muestreos también se evalúa la proporción de depredador/presa y se descarta la presencia de cualquier tipo de organismo extraño que pudiese afectar el desarrollo o la postura de huevos de los *A. swirskii*. Es por ello por lo que los recipientes que no logren alcanzar la cantidad mínima de *A. swirskii* por gramo, deben ser separados y revisados detalladamente buscando la posible causa que impidió que estos alcanzaran la densidad deseada. Esta revisión se debe hacer en un estereoscopio por medio de conteo directo y se debe sacar mínimo cinco muestras del recipiente.

Uso de *Carpoglyphus lactis* cómo alimento

Carpoglyphus lactis (L.) es un ácaro pequeño, el macho puede medir 380-400 micrones de largo y en la hembra 380-420 micrones. Su color está determinado por el contenido del canal alimentario (Trivelli 1985). *C. lactis* está ampliamente distribuido por todo el mundo y es común encontrarlo en productos almacenados. *C. lactis* infesta productos almacenados ricos en sacáridos, como frutos secos, vino, cerveza, productos lácteos, mermeladas y miel (Hubert *et al.* 2015; Mullen 2019; Zhan *et al.* 2017). Por otro lado, las poblaciones de *C. lactis* aumentan fácilmente con levadura seca, y, por lo tanto, es presa idónea para la cría en masa (Ji *et al.* 2015).

Ensayos realizados por el departamento de investigación y desarrollo de Koppert Biological Systems, España han confirmado importantes beneficios que se logran al utilizar *C. lactis* como alimento de *A. swirskii*. La población de *A. swirskii*, crece 30 veces más al utilizar *C. lactis* que si se utiliza polen como alimento suplementario (Koppert Biological Systems 2019). La especie *A. swirskii* normalmente se podría desarrollar y reproducir eficazmente con dietas basadas en *C. lactis* alcanzando un promedio 1.80 de huevos por hembra por día como se puede observar en el Cuadro 2 (Bolckmans y Van Houten. 2011; Yanxuan 2003). Para lograr reproducir *A. swirskii* criado en *C. lactis*, la relación depredador/presa es normalmente de 1:7 y 1:12 (Bolckmans y Van Houten. 2011).

C. lactis es criado eficientemente con una mezcla de azúcar, levadura, el medio de reproducción (paja, vermiculita, salvado o casulla de arroz) y agua, por esta razón el método tiene un bajo costo y es fácil de operar ya que la preparación del alimento carece de complejidad. *C. lactis* criado sobre esta dieta tiene las características de una baja tasa de mortalidad y alta tasa oviposición por lo que esta dieta es muy eficiente para la reproducción de *A. swirskii* (Wang *et al.*, 2011).

Cuadro 2. Producción promedio de *A. swirskii* con fuente de alimento: adultos de *C. lactis*. Datos del número medio de huevos puestos por las hembras de *A. swirskii* por día.

Periodo	Hembras	Crías	Huevos/hembra/día	Media de Huevos/hembra/día
0-2 días	15	38	1.27	
3-5 días	15	89	1.98	
6-7 días	15	60	2.00	
8-9 días	15	62	2.07	1.80
10-12 días	15	86	1.91	
13-14 días	15	49	1.75	
15-16 días	15	46	1.64	

Fuente: Bolckmans y Van Houten. 2011

5. PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN COMERCIAL DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII*

El siguiente modelo de producción para el ácaro depredador *A. swirskii* es una metodología modificada de los protocolos planteados por los autores: Bolckmans y Van Houten 2011, Yanxuan 2003, Wang 2011 y Nguyen 2015. Este modelo de producción fue creado para ser capaz de adaptarse a los insumos disponibles en Zamorano y las condiciones del laboratorio de control biológico y no es limitado a futuras modificaciones.

Flujograma para la producción de *Carpoglyphus lactis*

En la (Figura 3) se puede observar un flujograma del proceso de producción de *C. lactis*, el cual cuenta con cinco pasos fundamentales.

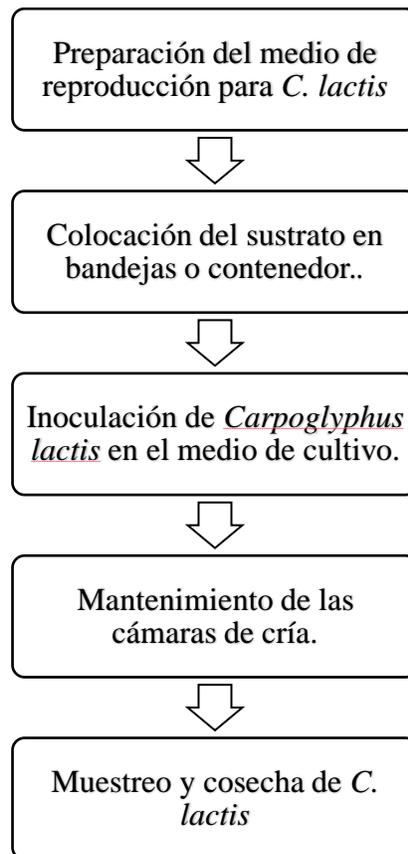


Figura 3. Flujograma de proceso de la producción *Carpoglyphus lactis*.

Producción de *Carpoglyphus lactis*

El flujo de proceso de la cría de *Carpoglyphus lactis* se describe así:

1. Preparación del medio de cultivo, de preferencia paja, vermiculita, salvado o casulla de arroz, este se tritura y se homogeniza. El medio es esterilizado en autoclave a una temperatura de 60 a 100° C durante 3 a 6 horas.
2. El sustrato se coloca en el contenedor y se espera tener una capa de sustrato que debe ser de 1 a 10 cm de grosor. A esta capa se le agrega una mezcla de azúcar 35%, viruta molida 5%, salvado de trigo 30%, vermiculita 10% y agua 20%.
3. Inocular *C. lactis*, la población inicial debe ser mayor o igual a 200 ácaros por cada 25gr de alimento y cerrar el contenedor con la tapadera de papel o tela para evitar que los ácaros escapen.
4. Para conseguir una cría en masa exitosa se debe añadir medio fresco al menos una vez por semana. Semanalmente se debe realizar control de calidad para verificar la concentración de ácaros/gramo y descartar contaminación en las cámaras de cría. Las condiciones ambientales deben ser de 25 ± 1 °C, $90 \pm 1\%$ HR y 16:8 horas luz/oscuridad. *C. lactis* se cultiva durante 10 a 40 días, bajo estas condiciones la población de *C. lactis* puede crecer hasta 1400 veces en 30 días.
5. Al pasar los 30 días se lleva a cabo un muestreo basado en un conteo directo bajo el estereoscopio. La cosecha de *C. lactis* se realiza una vez alcanza una densidad mayor o igual a 100 ácaros/mL.

Flujograma para la producción *A. swirskii*

En la (Figura 4) se puede observar un flujograma del proceso de producción de ácaro *A. swirskii*, el cual cuenta con seis pasos.

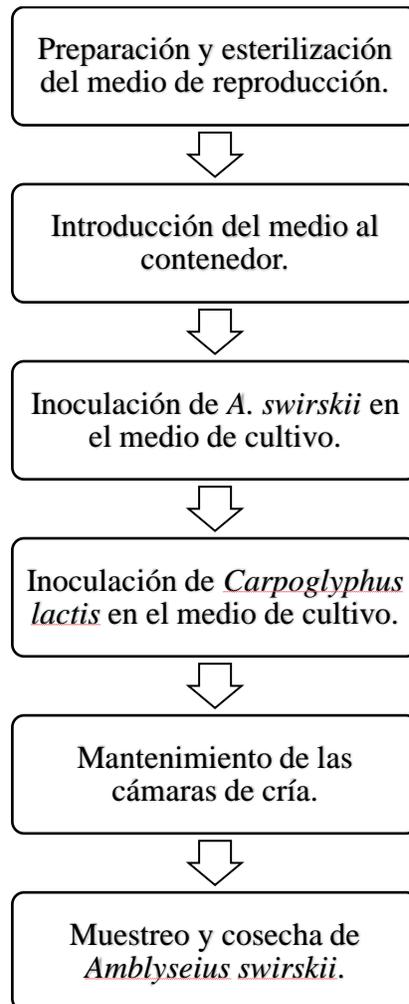


Figura 4. Flujograma del proceso de producción para *A. swirskii*.

Proceso de producción *Amblyseius swirskii*

1. Se inicia el proceso con la preparación del medio, este es una mezcla de afrecho y casulla de arroz previamente esterilizados en el auto clave.
2. Después de tener el medio esterilizado, se agrega al recipiente, el cual debe tener una capa de 5 a 25 cm y se agrega agua al contenedor (5-12% del volumen total).
3. Inocular el medio de cultivo con la población inicial de *A. swirskii* a una densidad de 200-300 ácaros/gramo.
4. Introducir el alimento (*C. lactis*) en el material de cultivo, la proporción debe ser de un ácaro depredador por cada 7-12 ácaros presa y sellar herméticamente el contenedor con un papel o tela para que los ácaros no se escapen.
5. Incubar por 30-50 días a una temperatura de 25 ± 1 ° C, humedad relativa del 70 al 90% y una proporción de 16:8 horas luz/oscuridad. Una vez por semana realizar un control de calidad para verificar densidad de *A. swirskii*, evaluar depredación y descartar

contaminación. También se debe agregar *C. lactis* con un porcentaje de peso de biomasa de ácaros de 15 a 30% con respecto al total del medio. Buscando mantener la relación de depredadores/alimento entre 1:7 y 1:12.

6. Muestreo del medio basado en un conteo directo bajo el estereoscopio en el día 30, para determinar densidad poblacional por gramo. Cuando existan 100 a 200 ácaros depredadores por gramo de sustrato está listo para cosechar y empaquetar.

Envasado

El empaque de los ácaros se realiza una vez que el muestreo indica que hay entre 100-200 *A. swirskii* por gramo de medio. El medio de reproducción es el mismo utilizado para empacar los ácaros en sobres que contienen 2 gramos. Cada sobre debe llevar al menos 200 *A. swirskii* en diferentes estadios incluyendo una gran cantidad de huevos. Estos también se pueden empacar en botellas plásticas de un litro que contengan 250 gramos para un total de 50,000 individuos como mínimo por botella plástica.

La empresa Koppert Biological Systems ha implementado una nueva tecnología de sobres de liberación lenta llamada Ultimite. Dicha tecnología de última generación es fabricada a partir de un material aluminizado completamente biodegradable, que aísla de una mejor manera el contenido del sobre de las condiciones externas. El interior de estos sobres contiene un equilibrio adecuado entre el ácaro *C. lactis* y *A. swirskii*. Al poder conservar la humedad relativa dentro del sobre, la producción de ácaros benéficos se incrementa en un 59% y la duración del periodo de salida en campo un 33% (Koppert Biological Systems 2016).

6. APLICACIÓN DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII* EN CAMPO

Para lograr un eficaz control de las plagas en campo es imprescindible tener un buen método de dispersión de los enemigos naturales. En especial con los ácaros depredadores, ya que estos tienen una movilidad limitada en las plantas (Skirvin y Fenlon 2003). Para poder lograr esto, varios métodos de dispersión han sido desarrollados para *A. swirskii* desde su introducción.

Dispersión Manual y mecánica

Inicialmente, los ácaros depredadores solo estaban disponibles en botellas con un sustrato inerte, y los ácaros debían ser distribuidos a mano (Doğramaci *et al.* 2013). En la liberación manual (Figura 5A) el operador debe distribuir el ácaro directamente sobre las hojas del cultivo derramándolo de la botella e interviniendo en una hilera a la vez (Lanzoni *et al.* 2017). Las desventajas de la dispersión manual yacen en que la distribución no es homogénea, requiere más tiempo y conlleva mayores costos laborales. Actualmente, se han desarrollado sistemas de liberación basados en sopladores mecánicos (blowers), que distribuyen los ácaros de manera más uniforme y reducen el costo laboral (Figura 5B) (Calvo *et al.* 2014). Una de las limitaciones de las liberaciones mecánicas es que los organismos benéficos pueden ser dañados por la manipulación y distribución debido al posible contacto con partes de la maquinaria (Pezzi *et al.* 2015). La empresa “Koppert Biological Systems” ha diseñado un híbrido entre la dispersión manual y mecánica denominado Air Bug (Figura 5C). Este es un soplador manual y portátil desarrollado para una distribución de enemigos naturales rápida y uniforme (Koppert Biological Systems 2019).



Figura 5. A. Fotografía de método de dispersión manual. B. Blower para dispersión de ácaros depredadores. C. Soplador manual Air Bug.

Fuente:Doğramaci *et al.* 2013; Luis Cañas 2020.

Sobres de liberación lenta

La liberación lenta, consiste en la utilización de sobres o “sachets” de reproducción. Estas bolsitas contienen un material de transporte como el salvado de trigo y una fuente de alimento para los ácaros que generalmente es una dieta basada en alimento que garantiza su reproducción. Los ácaros depredadores se alimentan y se multiplican en la bolsita y pueden salir a través de un pequeño orificio que trae el sobre y de esa manera dispersarse gradualmente en el cultivo durante varias semanas (Midthassel *et al.* 2014). Lanzoni *et al.* (2017) demostraron que el mejor control de *F. occidentalis* se logró con sobres de liberación lenta de *A. swirskii* en contraste con las técnicas dispersión manual y mecánica.

Estos “sachets” son una opción viable en sistemas donde no hay alimento alternativo en forma de polen. De esta misma manera también se puede tener al ácaro depredador siempre disponible y realizar liberaciones preventivas. Estas liberaciones ayudan a mantener bajos los niveles de plagas (Midthassel *et al.* 2014). Para *A. swirskii*, los sobres comerciales de liberación lenta pueden contener las presas artificiales: *C. lactis*, *Suidasia medanensis* o *Thyreophagus entomophagus* (Bolckmans y van Houten 2005; Calvo *et al.* 2014). Con la ayuda de estos mecanismos de liberación *A. swirskii* “puede mantenerse en el cultivo durante más tiempo, ofreciendo una mayor protección, que le hace interesante para cultivos sin polen, como el pepino” (Biobest 2020).

Dosis de aplicación

Las dosis de aplicación recomendadas son típicamente entre 25 y 100 ácaros por m² dependiendo de la especie plaga, densidad de plagas y cultivo. Investigaciones recientes sugieren que la efectividad de *A. swirskii* como agente de control puede reducirse cuando hay múltiples especies de plagas presentes en el cultivo de manera simultánea (Doğramaci *et al.* 2013).

Investigaciones realizadas en cultivo de chile dulce en el sur de España, mostraron que el mayor número de ninfas de *B. tabaci* por hoja se encontraba en plantas con tratamiento de control que fue de 55.14 ± 15.16 . Mientras que en los tratamientos recibiendo 25 y 100 *A. swirskii* por m², el número de ninfas de *B. tabaci* por hojas número fue 1.50 ± 0.48 y 0.57 ± 0.18 respectivamente (Cuadro 3). Siendo ambos tratamientos efectivos en comparación con el tratamiento control (Calvo *et al.* 2006).

Estudios realizados por Kakkar *et al.* (2016) informaron que, en un campo de pepino, *A. Swirskii* se alimentó con preferencia y suprimió significativamente los *Thrips palmi* presentes en las hojas, pero no proporcionó un control efectivo de *Frankliniella schultzei* que habitan en las flores de pepino. Otros estudios señalan que *A. swirskii* proporciona un mejor control sobre el follaje de plantas de chile dulce, en comparación con las flores (Avery *et al.* 2013).

Cuadro 3. Cultivos y dosis mínima de aplicación para sus respectivas plagas. La introducción de *A. swirskii* se ejecuta de manera preventiva cuando aparecen las primeras flores.

Plaga	Cultivos						
	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Solanum melongena</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Cucumis melo</i>	<i>Citrullus lanatus</i>
Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²
Trips	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 50 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²	Dosis mínima 25 ac/m ²

Fuente: Koppert Biological Systems 2019

Alternativas para facilitar establecimiento

En el estudio realizado por Goleva y Zebitz. (2013) se determinó que el polen de ricino (*Ricinus communis*) o el de maíz (*Zea mays*) demostraron ser los más eficaces como fuente de alimento suplementario al introducirlos sistemas de cultivo con plantas hospederas. Se reporta que el uso de polen en la dieta de este ácaro, al ser ofrecido como suplemento, mejora su rendimiento y fomenta un establecimiento mucho más rápido. La suplementación con polen puede mejorar la reproducción de *A. swirskii* hasta dos veces más que en ausencia de polen.

7. CONCLUSIONES

- La crianza de *A. swirskii* basada en el uso de *Carpoglyphus lactis* como alimento viable, es considerado un método de producción en masa del ácaro *A. swirskii*. Este método resulta rentable, puesto que la producción masiva de *A. swirskii* bajo este alimento puede alcanzar promedios de oviposición de 1.80 huevos por día sin tener que invertir en equipos ni materiales costosos.
- El empaque de los ácaros debe ser en sobres con 2 gramos de sustrato y una densidad de *A. swirskii* entre 100-300 ácaros/gramo. Estos sobre se colocan sobre la planta cada y tienen característica de que los ácaros cuentan alimento dentro del sobre y salen poco a poco para mantener reinfestado el campo. La dosis recomendada es de 2.5 sobres por cada metro cuadrado buscando un mínimo de 50 ácaros/ m².
- La producción masiva de *A. swirskii* es limitada por la temperatura cuyo rango óptimo es 25 ± 1 °C, ambiente con humedad relativa en el rango 60–100% y el fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad. También se debe tomar en cuenta que existen riesgos por contaminación durante el proceso de reproducción por lo que son necesarios los controles de calidad para garantizar la ausencia de organismos extraños que puedan entorpecer la producción.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda experimentar el efecto que podría generar en la metodología planteada, la suplementación con polen y/o quistes de *Artemia spp.* Hay estudios prometedores que señalan que el uso estos ingredientes en la dieta de *A. swirskii* podrían ser suplementos que mejoren la tasa de oviposición y fecundidad con su inclusión en las dietas de *A. swirskii* (Nguyen *et al.* 2014; Riahi *et al.* 2017).
- Tomando en consideración que esta investigación fue solamente basada en literatura existente, y en investigaciones realizadas en diversas partes del mundo. Se recomienda llevar a cabo experimentaciones prácticas en el departamento de control biológico de Zamorano. De esta forma se puede conocer más de la viabilidad de la metodología de reproducción y el uso de *A. swirskii* en Honduras y otros países latinoamericanos.
- También se recomienda comparar el ácaro *A. swirskii* con los potenciales ácaros depredadores generalistas nativos del trópico. Se tiene un pobre conocimiento de la diversidad de especies de ácaros fitoseídos en general, por lo que su descripción taxonómica se dificulta (Doğramaci *et al.* 2013; Ferragut *et al.* 2010). El último catálogo de la familia *Phytoseiidae* incluyó 2250 especies de ácaros fitoseídos. Lo que demuestra un potencial en el descubrimiento de nuevas especies (Rodríguez *et al.* 2013).

9. LITERATURA CITADA

- Avery PB, Kumar V, Xiao Y, Powell CA, McKenzie CL, Osborne LS. 2013. Selecting an ornamental pepper banker plant for *A. swirskii* in floriculture crops. *Arthropod-Plant Interactions*.8(1), 49–56. doi:10.1007/s11829-013-9283-y
- Biobest. 2020. Ficha Técnica: Swirskii Breeding System. [consultado el 29 de sep. de 2020] <http://www.cultivemacasa.com/data/Swirskii.pdf>
- Bolckmans K, van Houten Y, Hoogerbrugge H. 2005. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *A. swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). En el Segundo simposio internacional de artrópodos con control biológico. 2, 555-565.
- Bolckmans, KJF, Van Houten, YM., inventores, Koppert B.V., asignado. 2011. Mite composition, use thereof, method for rearing a phytoseiid predatory mite, rearing system for rearing said phytoseiid predatory mite and methods for biological pest control on a crop. Patente de Estados Unidos (U.S.) No. 7,947,269.
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda, JE. 2009. Development of a biological control-based Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 133(1), 9–18. doi:10.1111/j.1570-7458.2009.00896.x
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2010. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *A. swirskii*. *BioControl*.56(2), 185–192.
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2012. Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae), *Biocontrol Science and Technology*, 22:12, 1398-1416, DOI: 10.1080/09583157.2012.731494
- Calvo FJ, Knapp M, Van Houten, YM, Hoogerbrugge H, Belda JE. 2014. *A. swirskii*: What made this predatory mite such a successful biocontrol agent? *Experimental and Applied Ácarology*. 65(4), 419–433. doi:10.1007/s10493-014-9873-0
- Calvo FJ, Fernández P, Bolckmans K, Belda JE. 2006. *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) in protected sweet pepper crops in Southern Spain. *IOBC WPRS BULLETIN*.29(4), 77.
- Carpio CA, Rendón AG, Ramírez AP, Rojas SGR, Ruiz VEC. 2017. Combate químico de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: thripidae) en el cultivo de cebolla, en Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 33(1), 39-44.
- Cedola C, Polack A. 2011. Primer Registro de *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae) from Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*. 70: 375-378.
- Chacon Carillo MA. 2006. Elaboración de un procedimiento para determinar el riesgo ambiental en la introducción de invertebrados para control biológico y un posterior análisis de factibilidad utilizando *Heterorraditis Bacteriophora* y *Amblyseius Swirskii*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/442/Elaboracion%20de%20un%20p>

rocedimiento%20para%20determinar%20el%20riesgo%20ambiental%20de%20la%20intr
roduccion%20de%20inverte.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Chant DA. 1959. Phytoseiid Mites (Acarina: Phytoseiidae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 91(S12), 5–166.
- Cock MJW, van Lenteren JC, Brodeur J, Barratt BIP, Bigler F, Bolckmans K, Parra JRP. 2009. Do new Access and Benefit Sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control? *BioControl*, 55(2), 199–218. doi:10.1007/s10526-009-9234-9
- Cuellar ME, Morales FJ. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 1-9.
- Doğramacı M, Kakkar G, Kumar V, Chen J, Arthurs S. 2013: Swirski mite (suggested common name) *A. swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae.).
- Ferragut Pérez F. DL 2010. Ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae en las plantas cultivadas. Madrid: Ediciones Agrotécnicas. ISBN: 978-84-87480-53-9.
- Fidgett MJ, Stewart C, Stinson A, inventores, Syngenta Crop Protection, Inc., asignado. Method for rearing predatory mites. Patente de España AA01K67033FI.
- Gilkeson LA. 1992 Mass rearing of phytoseiid mites for testing and commercial application. En: Anderson TE, Leppla NC, Editors. *Avances en la cría de insectos para la investigación y el manejo de plagas*. Westview Press Boulder, Colorado; 1(28), 489-506
- Goleva I, Zebitz CP. 2013. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *A. swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Acarología experimental y aplicada*. 61(3), 259-283.
- Grenier S, De Clercq P. 2003. Comparison of artificially versus naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. *Revista de entomología económica*, 2017, 0(07), 115–131.
- Hoffmann A, Ross P. 2018. Rates and patterns of laboratory adaptation in (mostly) insects. *Revista de entomología económica*. 111: 501–509.
- Hubert J, Nesvorn, M, Kopecký J, Ságová-Marečková M, Poltronieri P. 2015. *Carpoglyphus lactis* (Acari: Astigmata) from various dried fruits differed in associated micro-organisms. *Journal of applied microbiology*, 118(2), 470-484.
- Ji J, Lin T, Zhang Y, Sun L, Saito Y, Lin J, Cche X. 2013. Effects of starvation and humidity on the development and survival of *A. swirskii*, *Agistemus exsertus* and *A. eharai*. *Systematic and Applied Ácarology*, 18(4), 321.
- Ji J, Zhang YX., Lin JZ, Chen X, Sun L, Saito Y. 2015. Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpoglyphidae). *Systematic and Applied Ácarology*, 20(5), 491. doi:10.11158/saa.20.5.5
- Jimenez S. 2010. Biología y optimización de la crianza masal de *A. largoensis* (acari: phytoseiidae). predador de *Polyphagotarsonemus latus* "ácaro hialino" (acari: tarsonemidae), 1, 13–100.
- Kakkar G, Kumar V, Seal D. R., Liburd OE, Stansly, PA. 2016. Predation by *Neoseiulus cucumeris* and *A. swirskii* on *Thrips palmi* and *Frankliniella schultzei* on cucumber. *Biological Control*, 92, 85–91. doi:10.1016/j.biocontrol.2015.10.004

- Koppert Biological Systems. 2016. Ultimite: Sobres de última generación de koppert para la liberación de ácaros depredadores. [consultado el 28 de sep. de 2020] <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/formacion/actividades-de-transferencia/05-ultimite-sobres-de-ultima-generacion-para-la-liberacion-de-ácaros-depredadores-jose-e-belda-web-ok-1469795687.pdf>
- Koppert Biological Systems. 2019. Info-sheet Swirski-Mite [consultado el 25 de sep. de 2020] <https://www.koppert.com/swirski-mite/>
- Lanzoni A, Martelli R, Pezzi F. 2017. Mechanical release of *Phytoseiulus persimilis* and *A. swirskii* on protected crops. *Boletín de insectología*, 2, 245-250. <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol70-2017-245-250lanzoni.pdf>
- Lee HS, Gillespie DR. 2011. Life tables and development of *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Ácarology*, 53(1), 17-27.
- McMurtry JA, Moreares GJD, Sourassou, NF. 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Ácarology*, 18(4), 297. doi:10.11158/saa.18.4.1
- Midthassel A, Leather SR., Wright DJ, Baxter IH. 2014. The functional and numerical response of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis*(Acari: Suidasidae) in the context of a breeding sachet. *Biocontrol Science and Technology*, 24(3), 361–374. doi:10.1080/09583157.2013.863270
- Momen FM, Elsaway SA. 1993. Biology and feeding behavior of the predatory mite, *A. swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Ácarologia*, 34(3), 199-204.
- Morales FJ, Anderson, PK. 2001. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. *Archives of virology*, 146(3), 415-441. <https://link.springer.com/article/10.1007/s007050170153>
- Moreno IP, Mancebón VSM. 2011. Importancia y uso de los ácaros fitoseídos (Acari, Phytoseiidae) en el manejo agroecológico de plagas. *Manejo agroecológico de sistemas*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 1, 69-92.
- Mullen GR, OConnor BM. 2019. Mites (Acari). En *Medical and veterinary entomology*. 1,533-602. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012510451-7/50025-6>
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P. 2013. Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *A. swirskii*. *Experimental and Applied Ácarology*, 62(2), 181–194. doi:10.1007/s10493-013-9749-8
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P. 2014. Artificial diets support the development and reproduction of the predatory mite *A. swirskii*. *IOBC-WPRS Bulletin*, 102, 215-218. https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Tung2/publication/268211733_Artificial_diets_support_the_development_and_reproduction_of_the_predatory_mite_A._swirskii/link/s/546487500cf2c0c6aec57010.pdf
- Nguyen DT 2015. Artificial and factitious foods for the production and population enhancement of phytoseiid predatory mites (Disertación doctoral, Ghent University). <https://biblio.ugent.be/publication/5794485>

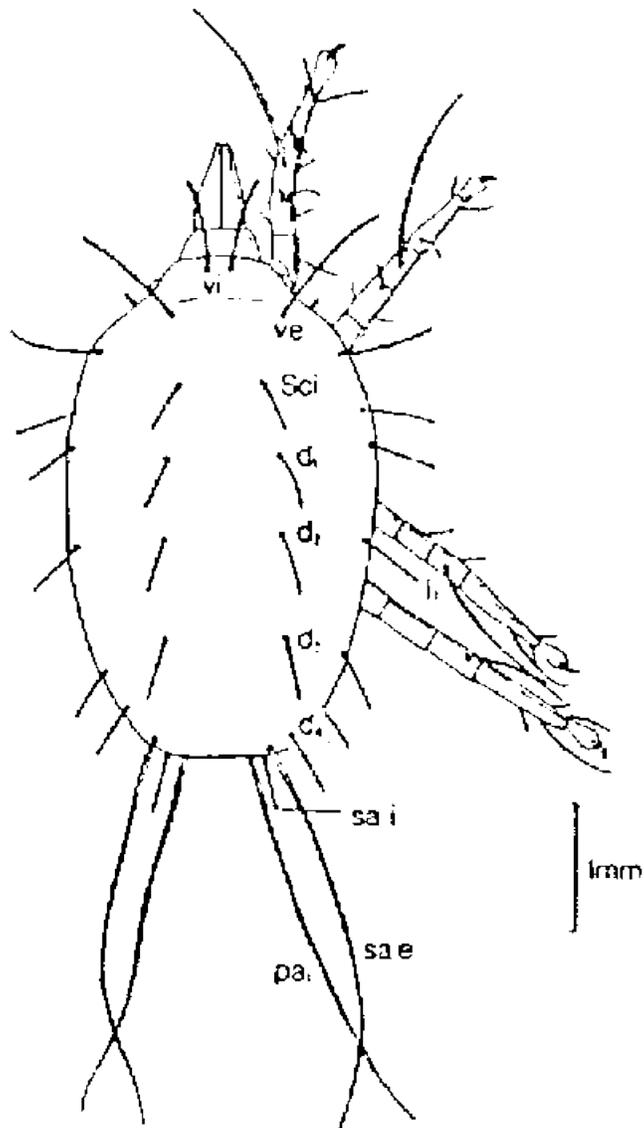
- Oliveira MRV, Henneberry TJ, Anderson P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20(9), 709–723. doi:10.1016/s0261-2194(01)00108-9
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R. 2010. Predation, development, and oviposition by the predatory mite *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *Journal of Economic Entomology*, 103(3), 563-569.
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ. 2011. Life history parameters of a commercially available *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(4), 497-501.
- Pérez N. 2010. Alternativas al control químico de plagas. *Revista Virtual*, 4, 1. https://www.researchgate.net/profile/Nilda_Perez6/publication/44721846_Manejo_ecologico_de_plagas_Nilda_Perez_Consuegra/links/5c3903dd299bf12be3c13f9d/Manejo-ecologico-de-plagas-Nilda-Perez-Consuegra.pdf
- Pezzi F, Martelli R, Lanzoni A, Maini S. 2015. Effects of mechanical distribution on survival and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* and *A. swirskii*. *Biosystems Engineering*, 129, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.09.004>
- Reis PR. 2019. Predatory Mites for Biological Control of Phytophagous Mites. En *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems*. Springer, Cham.1, 189-198.
- Riahi E, Fathipour Y, Talebi AA, y Mehrabadi M. 2017. Attempt to Develop Cost-Effective Rearing of *A. swirskii* (Acari: Phytoseiidae): Assessment of Different Artificial Diets. *Journal of Economic Entomology*, 110(4), 1525–1532.
- Rodríguez H, Montoya A, Pérez-Madruga Y, Ramos M. 2013. Reproducción masiva de ácaros depredadores Phytoseiidae: retos y perspectivas para Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 12–22.
- Seiedy M, Soleymani S, Hakimitabar M. 2016. Development and reproduction of the predatory mite *A. swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Bemisia tabaci* Gennadius (Heteroptera: Aleyrodidae). *International Journal of Ácarology*, 43(2), 160–164.
- Skirvin D, Fenlon J. 2003. Of mites and movement: the effects of plant connectedness and temperature on movement of *Phytoseiulus persimilis*. *Biological Control*, 27(3), 242–250. doi:10.1016/s1049-9644(03)00022-7
- Trivelli HD. 1985. *Insectos que dañan granos productos almacenados* (4th ed., Tecnología Poscosecha). Santiago, Chile: FAO. <http://www.fao.org/3/x5053s/x5053s00.htm>
- Van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen, A. 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *A. swirskii*. *Experimental & applied ácarology*, 52(1), 29–34.
- Wang B, Xu X, Fan Q, Wang E, Luo J, Wu M, Guiting L, Shengyong W, Wang B, inventores, Academia China de Ciencias Agrícolas, asignado. 2011. Method for artificially breeding mass *Carpoglyphus lactis*. Patente de China CN101965822B <https://patents.google.com/patent/CN101965822B/en>

- Wimmer D, Hoffmann D, Schausberger P. 2008. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *A. swirskii*. *Biocontrol Science and Technology*, 18(6), 533–542. doi:10.1080/09583150802029784
- Yanxuan Z, Inventor, Academia China de Ciencias Agrícolas, asignado. 2003. Artificial raising method of *A. Cucumeris*. predatory mite. Patente de China CN1440646A <https://patents.google.com/patent/CN1440646A/en>
- Zannou ID, De Moraes GJ, Ueckermann EA, Oliveira AR, Yaninek JS, Hanna R. 2007. Phytoseiid mites of the subtribe Amblyseiina (Acari: Phytoseiidae: Amblyseiini) from sub-Saharan Africa. *Zootaxa*, 1550: 1-47 doi:10.11646/zootaxa.1550.1.1.
- Zannou ID, Hanna R. 2011 Clarifying the identity of *A. swirskii* and *A. rykei* (Acari: Phytoseiidae): are they two distinct species or two populations of one species? *Exp Appl Ácarol.* 53(4):339-347
- Zhan XD, Li CP, Chen Q. 2017. *Carpoglyphus lactis* (Carpoglyphidae) infestation in the stored medicinal *Fructus Jujubae*. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 171-174

10.ANEXOS

Anexo 1. Tabla de medias y errores estándares del tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-ovoposición adulto, y periodo total de pre-ovoposición de *A. swirskii* a diferentes temperaturas constantes (Lee y Gillespie 2011).

	Temperatura (°C)							
	15	18	20	25	30	32	35	36
Duración de huevo (días)	6.0	3.8	3.1	1.7	1.1	1.2	1.8	2.0
Duración de larva (días)	3.0	1.4	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8
Protoninfa (días)	6.9	5.7	3.2	2.3	2.2	1.4	1.6	1.9
Deutoninfa (días)	7.6	6.6	3.3	2.0	1.7	2.1	1.8	2.2
Pre-adulto total (días)	22.1	17.5	10.9	7.0	6.0	5.4	5.6	6.9
Longevidad machos (días)	62.7	46.3	39.2	29.6	26.6	22.2	21.2	16.9
Longevidad Hembras (días)	107.8	55.7	44.5	25.8	21.8	14.9	14.5	5.0
Periodo pre-oviposición adulto (días)	83.4	14.8	8.9	4.5	3.3	2.6	2.5	3.1
Periodo total de pre-oviposición (días)	107.4	32.4	20.3	11.8	9.7	8.2	8.5	10.2
Fecundidad (huevos/hembra)	1.3	2.6	14.9	16.1	14.5	10.1	9.5	3.3
Proporción macho:hembra	59:35	71:23	62:35	69:31	60:39	65:31	58:38	72:22



Anexo 2. Vista dorsal de hembra de *Carpoglyphus lactis* (L.). vi: seta vertical interna; Sci: seta escapular interna; d1 a d4: setas dorsales; sai: seta sacra interna; sae: seta sacra externa; pu: seta post anal.

Fuente: Trivelli 1985.

Anexo 3. Plantilla para muestreo semanal de las cámaras de cría de *Amblyseius swirskii*

CONTROL DE LAS POBLACIONES DE AMBLYSEIUS SWIRSKII MUESTREO SEMANAL DE LAS CÁMARA DE CRÍA FECHA _____								
N°	N° de bote	N° de ácaros	N° de huevos	Peso de la muestra	Total ácaros/gramo	Total huevos/gramo	ácaros esperados por gramo	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

Anexo 4. Plantilla para control de temperatura y humedad en los cuartos de cría de *Amblyseius swirskii*

LABORATORIO DE CONTROL BIOLÓGICO PRODUCCIÓN DEL ÁCARO <i>Amblyseius swirskii</i> CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD Cuarto _____					
Fecha	Hora	Tem. Max.	Tem. Min.	HR.	Observaciones